



**COMMISSARIO DELEGATO PER L'EMERGENZA DELLA  
MOBILITA' RIGUARDANTE LA A4 (TRATTO VENEZIA - TRIESTE)  
ED IL RACCORDO VILLESSE - GORIZIA**

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri  
n° 3702 del 05 settembre 2008 e s.m.i.  
VIA VITTORIO LOCCHI N. 19 - 34143 - TRIESTE  
Tel 040 3189542 - 0432 925542 - Fax 040 3189545  
commissario@autovie.it - commissario@pec.commissarioterzacosria.it

Legge 21 dicembre 2001 n. 443 (c.d. "Legge Obiettivo")  
Primo Programma Nazionale Infrastrutture Strategiche  
Intesa Generale Quadro Ministero Infrastrutture e Trasporti - Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia  
Intesa Generale Quadro Governo - Regione del Veneto

CORRIDOI AUTOSTRADALI E STRADALI  
COMPLEMENTO DEL CORRIDOIO STRADALE 5 E DEI VALICHI CONFINARI  
ASSE AUTOSTRADALE  
AMPLIAMENTO DELLA A4 CON LA TERZA CORSIA

**II LOTTO: TRATTO SAN DONA' DI PIAVE - SVINCOLO DI ALVISOPOLI  
Sub-lotto 3: Asse autostradale  
NUOVO SVINCOLO E CASELLO DI SAN STINO DI LIVENZA  
PROGETTO DEFINITIVO**

**AMBIENTE**

Studio di impatto ambientale  
Analisi dello stato dell'ambiente  
Fattori ambientali - Atmosfera  
Studio atmosferico di dispersione degli inquinanti - ante operam e post operam

TEMATICA

**S**

N. ALLEGATO e SUB.ALL.

**00.02.3.0**

REV.	DATA	DESCRIZIONE DELLA REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
4					
3					
2					
1	31.05.2022	Prima emissione	GB	GB	EP

**COORDINAMENTO E PROGETTAZIONE GENERALE:**

S.p.A. AUTOVIE VENETE :

Firmato digitalmente ai sensi dell'art. 24  
del D.Lgs. 82/2005 e s.m.i. da:  
dott. ing. Matteo RIVIERANI  
dott. ing. Edoardo PELLA



**PROGETTAZIONE SPECIALISTICA:**

Firmato digitalmente ai sensi dell'art. 24  
del D.Lgs. 82/2005 e s.m.i. da:  
Parte generale ed integrazione tra le professioni specialistiche:  
dott. agr. Marco VECCHIATO



Componente atmosfera:  
dott. ing. Germana BODI

**SUPPORTO TECNICO OPERATIVO LOGISTICO**



**S.p.A. AUTOVIE VENETE**

34143 TRIESTE - Via V. Locchi, 19 - tel. 040/3189111  
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento da parte di  
Fritulla S.p.A. - Finanziaria Regionale Friuli-Venezia Giulia  
CONCESSIONARIA AUTOSTRADE  
A4 VENEZIA - TRIESTE  
A23 PALMANOVA - UDINE  
A28 PORTOGRUARO - CONEGLIANO  
A34 VILLESSE - GORIZIA  
A57 TANGENZIALE DI MESTRE

**DIREZIONE TECNICA:**

IL DIRETTORE  
dott. ing. Paolo PERCO

**IL CAPO COMMESSA:**

Firmato digitalmente ai sensi dell'art. 24  
del D.Lgs. 82/2005 e s.m.i. da:  
dott. ing. Edoardo PELLA



**COMMISSARIO DELEGATO  
PER L'EMERGENZA**

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
dott. ing. Paolo PERCO

NOME FILE:  
2011S000230.pdf

DATA PROGETTO:  
31.05.2022

**21A09K**

CODICE MASTRO

**20**

ANNO

**11**

N.PROGETTO

**1**

REVISIONE



# Regione Veneto

Provincia di Venezia

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

**AUTOSTRADA A4 - AMPLIAMENTO DELL'AUTOSTRADA A4  
CON LA TERZA CORSIA**

**II LOTTO: TRATTO SAN DONA' DI PIAVE - SVINCOLO DI  
ALVISOPOLI**

**SUB-LOTTO 3: ASSE AUTOSTRADALE  
NUOVO SVINCOLO E CASELLO DI SAN STINO DI LIVENZA**

**PROGETTO DEFINITIVO**

### Allegato A

## STUDIO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO IN FASE DI ANTE OPERAM E POST OPERAM

**Committente:**

Struttura del Commissario Delegato per l'Emergenza della Mobilità riguardante la A4  
(tratto Venezia-Trieste) ed il Raccordo Villesse-Gorizia

Ufficio Progettazione - S.p.A Autovie Venete

Via Lazzaretto Vecchio, 26 - 34123 - Trieste

**Professionista:**

Ing. Germana BODI



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO E LIMITI DI LEGGE.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....</b>	<b>6</b>
<b>5.1</b>	<b>Analisi regionale qualità dell'aria.....</b>	<b>6</b>
5.1.1	Inventario delle emissioni in atmosfera - INEMAR.....	17
<b>6</b>	<b>EFFETTI SULLA SALUTE UMANA DERIVANTI DAGLI INQUINANTI TRAFFICO-CORRELATI.....</b>	<b>20</b>
<b>6.1</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>20</b>
<b>6.2</b>	<b>Effetti sulla salute da esposizione degli inquinanti traffico-correlati .....</b>	<b>20</b>
<b>6.3</b>	<b>Conclusioni sulla salute umana .....</b>	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>INFLUENZA DEI PARAMETRI METEO CLIMATICI SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO</b>	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>ANALISI MODELLISTICA DI RICADUTA AL SUOLO DEGLI INQUINANTI .....</b>	<b>27</b>
<b>8.1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>27</b>
<b>8.2</b>	<b>I MODELLI DI CALCOLO .....</b>	<b>28</b>
8.2.1	Caline 4 .....	28
8.2.2	Runanalyzer.....	29
8.2.3	Metodologia di calcolo di NO2 .....	29
<b>8.3</b>	<b>DATI METEO UTILIZZATI .....</b>	<b>31</b>
<b>9</b>	<b>SCENARI ANTE OPERAM (AO) E POST OPERAM (PO).....</b>	<b>35</b>
9.1.1	Valori di fondo e inquinanti analizzati .....	35
9.1.2	Dominio di calcolo.....	36
9.1.3	Sorgenti emissive lineari .....	38
9.1.4	Calcolo fattori di emissione .....	42
9.1.5	Esportazione dei risultati.....	47
9.1.6	Individuazione ricettori sensibili.....	47
9.1.7	Risultati delle simulazioni .....	48
9.1.7.1	VALORI DI CONCENTRAZIONE DEGLI INQUINANTI NEI PUNTI RICETTORI ....	49
9.1.8	Conclusioni .....	57
<b>10</b>	<b>MITIGAZIONI .....</b>	<b>58</b>
<b>11</b>	<b>FONTI .....</b>	<b>59</b>

## 1 PREMESSA

Il presente documento si pone l'obiettivo di analizzare, attraverso l'utilizzo di modelli specifici di simulazione, la dispersione di inquinanti in atmosfera a seguito della realizzazione dell'opera che interessa il tratto autostradale San Donà di Piave - Svincolo di Alvisopoli in corrispondenza del nuovo casello di San Stino di Livenza. Il progetto prevede la realizzazione di nuovo casello, collocato più ad est dell'attuale con interventi nella rete stradale connessa descritti nella relazione di progetto quali la realizzazione del nuovo sovrappasso dell'autostrada e della nuova rampa di connessione della circonvallazione est di San Stino.

## 2 METODOLOGIA

Le valutazioni sulla qualità dell'aria in fase di ante e post operam sono state effettuate utilizzando i software Caline 4 e Runalyzer della Maind Model srl di Milano.

Il modello Caline è stato applicato nella fase Ante Operam (AO) e Post Operam (PO) riferite allo scenario 2051 nelle tratte viarie per cui è stato previsto lo studio del traffico al fine di valutare la ricaduta al suolo degli inquinanti in atmosfera.

Le analisi sono state condotte per i seguenti inquinanti: polveri sottili ( $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$ ) e ossidi di azoto ( $NO_2$ ). Sono stati esclusi monossido di carbonio (CO) e benzene ( $C_6H_6$ ) perché non costituiscono una criticità della matrice aria a livello regionale come evidente dal Rapporto annuale di ARPAV.

I risultati ottenuti sono stati confrontati con quanto disposto dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i., che definisce i limiti di qualità dell'aria e di protezione della salute umana. Per gli ossidi di azoto, al fine di verificare il rispetto dei limiti di protezione della salute umana riferiti a  $NO_2$ , è stata effettuata la rivalutazione degli esiti del modello tenendo conto del rapporto  $NO_2/NO_x$  con il metodo ARM2 di EPA.

L'analisi atmosferica è partita da rilievi dei flussi di traffico forniti dallo studio dell'Ing. Fiorella Honsell e da dati pubblici, resi disponibili da ACI, sulla composizione media del parco veicolare più aggiornata disponibile (2019) circolante nella provincia di Venezia. Oltre a ciò, si è resa necessaria l'acquisizione dei dati meteo-climatici dell'area di studio (forniti da ARPA Veneto), della qualità dell'aria nelle stazioni più vicine e rappresentative (fornite da ARPA Veneto), della localizzazione delle fonti di emissione, dei fattori di emissione per ciascuna sorgente e della relativa quantità d'inquinante emesso, ricavati dalle caratteristiche stesse di ogni sorgente emissiva. Ognuno di questi fattori è stato considerato solamente dopo aver determinato il dominio di calcolo del modello ovvero l'area all'interno della quale si sono ricavati i dati di output e quindi anche le considerazioni relative.

Nel modello sono stati utilizzati come dati di input i fattori medi di emissione relativi all'anno 2019 tratti da ISPRA SINANET, aggiornati alla data dell'elaborazione dello studio. Partendo dai dati di traffico rilevati e riportati nello studio del traffico per ogni tratta considerata (TGM leggeri e pesanti), si sono distribuiti i veicoli sulla base del parco veicolare ACI del 2019. Tali dati sono stati poi riaggregati secondo le cinque tipologie Copert. In base alla percentuale di ognuna delle cinque categorie Copert presenti nella tratta analizzata, è stato possibile determinare il fattore di emissione "pesato", utilizzato nel modello Caline moltiplicato per i veicoli ora (TGM/24). Quindi ai fini del calcolo dei fattori emissivi suddetti si è effettuato il calcolo della media pesata dei fattori di emissione sulla percentuale di ogni categoria di veicoli. Il fattore di emissione pesato è stato determinato in base alla modalità di guida nella tratta considerata distinguendola tra autostradale H (highway), U (urbano) e R (extraurbano).

La dispersione e la ricaduta degli inquinanti emessi sono stati stimati mediante modellazione matematica. L'obiettivo finale dello studio è di ottenere informazioni circa la distribuzione spaziale dell'inquinamento atmosferico generato dagli interventi definiti dal progetto, così da conoscere gli effetti in termini di miglioramento o peggioramento della salubrità dell'aria. Il modello è stato applicato, ora per ora, ad un intero anno solare (anno 2020) al fine di valutare le concentrazioni nelle diverse condizioni meteorologiche che si presentano al variare delle stagioni e poter confrontare i risultati ottenuti con i limiti definiti dalla normativa su un intero anno.

Da ultimo, attraverso elaborazioni in ambiente GIS dei dati di output del modello (software Surfer), utilizzando come base cartografica la Carta Tecnica Regionale, si è pervenuti alla stesura delle mappe di distribuzione delle concentrazioni degli inquinanti considerati nel dominio di calcolo mentre con l'utilizzo del Software MMS Runalyzer si sono determinati i valori di concentrazione in corrispondenza dei vari ricettori tra cui quelli sensibili.

### 3 QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO E LIMITI DI LEGGE

Il D.Lgs. n 152/2006 definisce l'inquinamento atmosferico come “ogni modificazione dell'aria atmosferica dovuta all'introduzione nella stessa di uno o più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente, oppure tali da ledere i beni materiali o gli usi legittimi dell'ambiente”.

Nel determinare l'effettiva consistenza di ogni inquinante nell'aria sono basilari due fattori. In primo luogo un ruolo fondamentale è giocato dalla quantità di inquinante effettivamente immessa nell'atmosfera; è su questo elemento, entro i limiti delle tecnologie disponibili, che è possibile agire al fine di ridurre l'inquinamento atmosferico. Ulteriore fattore da non sottovalutare sono i fenomeni di dispersione e di concentrazione operati, per lo più, dalle condizioni meteorologiche e dalla conformazione del territorio che possono favorire l'uno o l'altro fenomeno.

La normativa di riferimento in materia di qualità dell'aria è costituita dal D.Lgs. n. 155/2010. Tale decreto disciplina i livelli in aria di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), monossido di carbonio (CO), particolato (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), piombo (Pb), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), oltre alle concentrazioni di ozono (O<sub>3</sub>) e ai livelli nel particolato PM<sub>10</sub> di cadmio (Cd), nichel (Ni), arsenico (As) e benzo(a)pirene (BaP).

Nella tabella seguente sono riportati i valori limite degli inquinanti considerati nel presente studio in quanto traffico-correlati, secondo la normativa vigente.

INQUINANTE	NOME LIMITE	INDICATORE STATISTICO	VALORE
NO <sub>2</sub>	Soglia di allarme	Superamento per 3 h consecutive del valore soglia	400 µg/m <sup>3</sup>
	Limite orario per la protezione della salute umana	Media 1 h	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	Limite annuale per la protezione della vegetazione	Media annuale	30 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	Limite di 24 h per la protezione della salute umana	Media giornaliera	50 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile
	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2.5</sub>	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	25 µg/m <sup>3</sup>
CO	Limite media giornaliera calcolata su 8 ore	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Limite annuale per la protezione della salute umana	Media annuale	5 µg/m <sup>3</sup>

Tabella 3.1 – Valori limite per la protezione della salute umana e della vegetazione (D.Lgs.155/2010 s.m.i.)

## 4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il tracciato oggetto di studio è situato in Veneto, nella provincia di Venezia, nei Comuni di San Stino di Livenza e Annone Veneto (VE).

Lo studio elaborato rappresenta un approfondimento della situazione del traffico stradale che interessa la rete delle strade principali nell'intera area territoriale d'influenza della rete autostradale Autovie Venete S.p.A.. Ci si è quindi focalizzati sulla zona di più diretta influenza del casello di San Stino di Livenza, allo scopo di evidenziare le possibili alterazioni di qualità dell'aria dovuta ai flussi veicolari sulla rete viaria considerata.



## 5 STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

### 5.1 Analisi regionale qualità dell'aria

L'area oggetto di valutazione è situata nei Comuni di San Stino di Livenza e Annone Veneto, nella Provincia di Venezia.

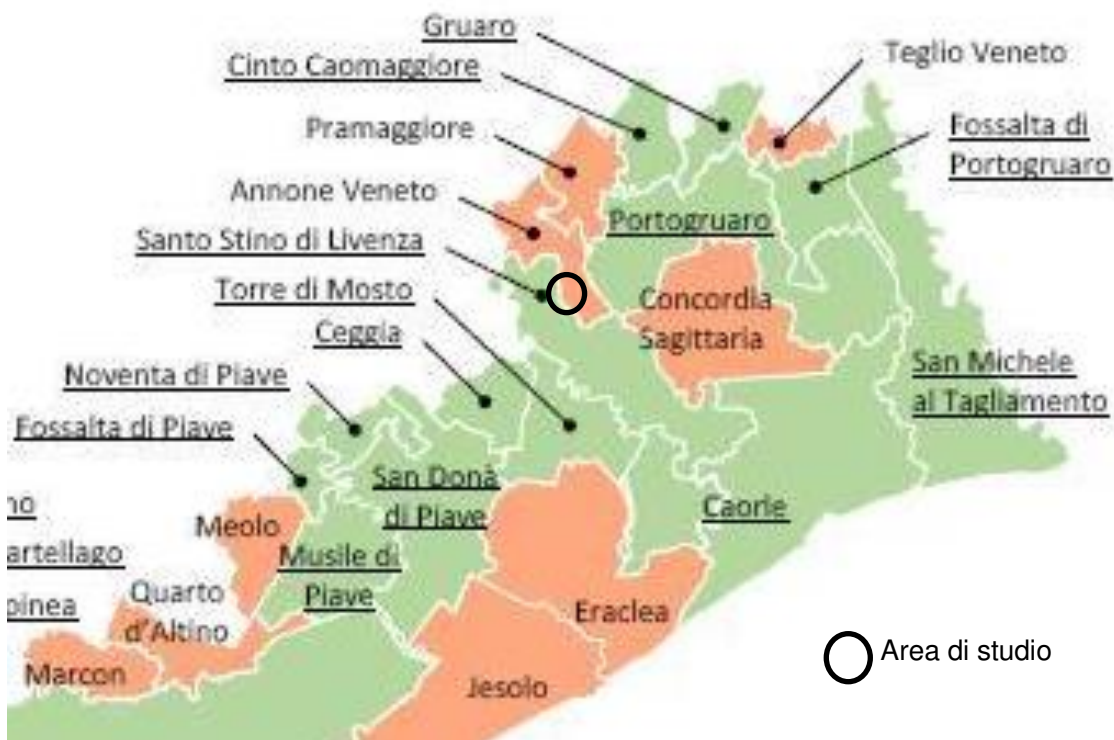
Per la valutazione della qualità dell'aria, a scala regionale, si fa riferimento ai dati presenti nella Relazione Regionale sullo Stato di Qualità dell'Aria riferita all'anno 2019 e all'anno 2020 (ultimo aggiornamento disponibile al momento della redazione del presente studio ma riferito a situazione prima e durante la pandemia da Covid-19).

A livello regionale si prende in considerazione la stazione di monitoraggio di **San Donà di Piave e Parco Bissuola (stazione di fondo urbano)**.

In particolare la stazione di San Donà fa riferimento agli inquinanti NO<sub>2</sub>, Ozono, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> mentre la stazione di Parco Bissuola fa riferimento al PM<sub>10</sub>, benzene.

Non è stato considerato l'inquinante CO in quanto non costituisce una criticità della matrice aria regionale da alcuni anni, attestandosi sempre ampiamente al di sotto dei limiti di normativa.

Sono state considerate le suddette stazioni più vicine e rappresentative in quanto coprono tutti i parametri della qualità dell'aria considerati per il presente studio, come **valore medio sugli ultimi cinque anni** (Rif. Linee guida ARPAV par. 10).





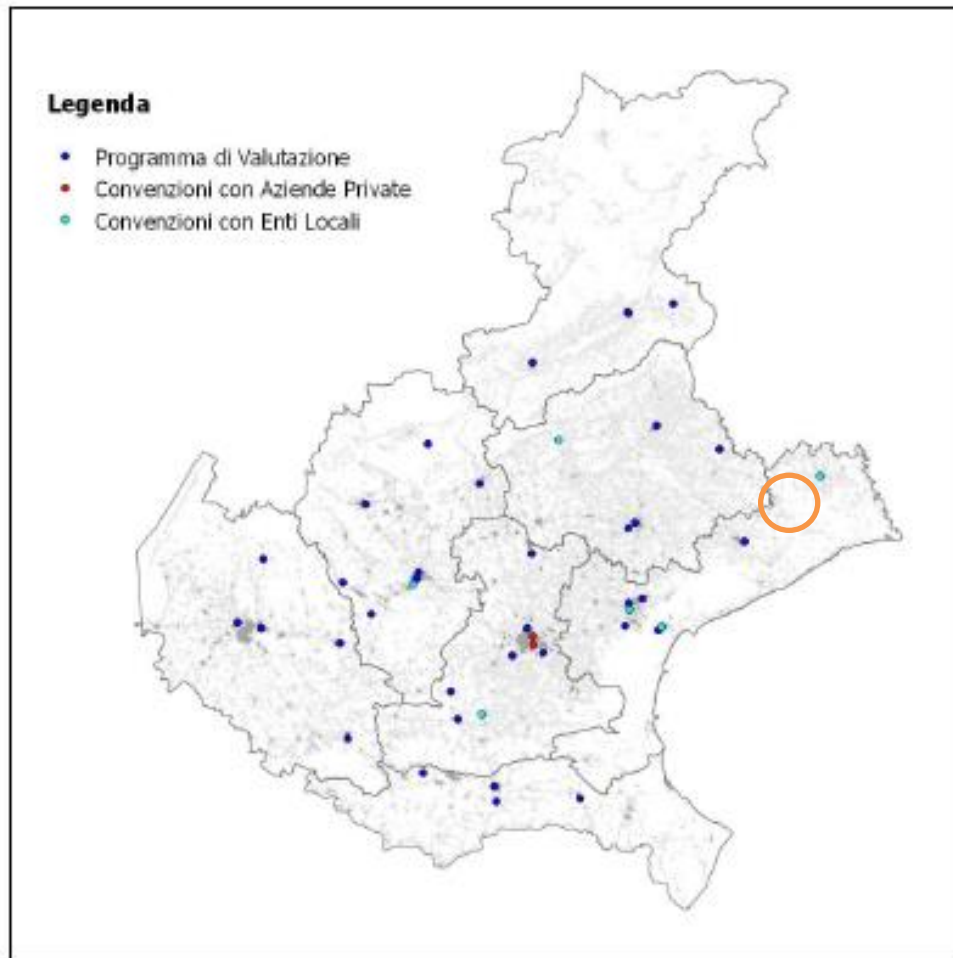


Figura 5.1 - Ubicazione delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria a livello regionale e area di studio  
(Fonte: Relazione Regionale sullo Stato di Qualità dell'Aria – 2020)

### **BIOSSIDO DI AZOTO - NO<sub>2</sub>**

Considerando le stazioni di fondo si può osservare che il valore limite annuale ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) non è stato superato nelle stazioni considerate. In particolare nella stazione di San Donà di Piave si registra un valore medio di  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 2019 e di  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 2020. L'analisi delle variazioni annuali 2016-2020 riporta un trend in diminuzione, ad esclusione dell'anno 2019, dove si è registrato un valore in aumento ma comunque inferiore al limite di media annuale.

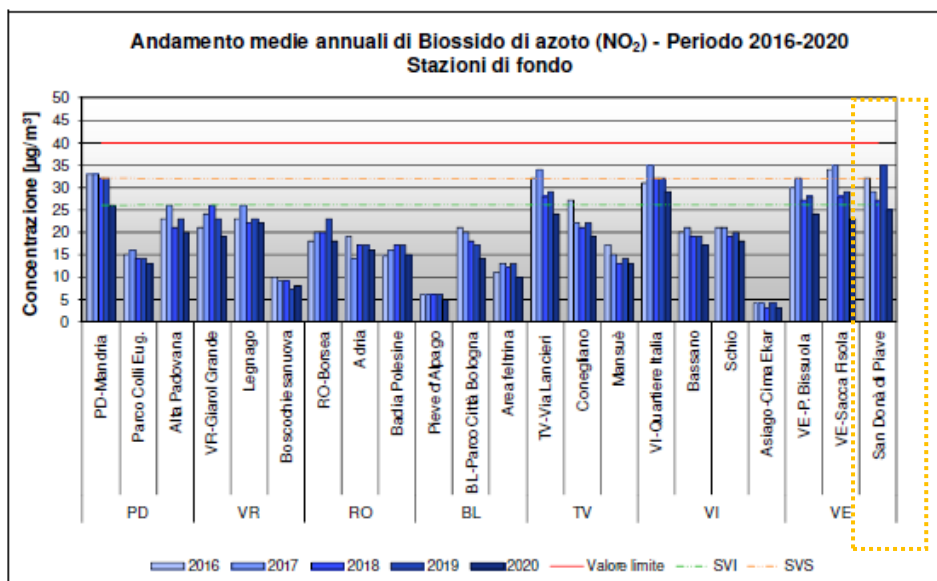
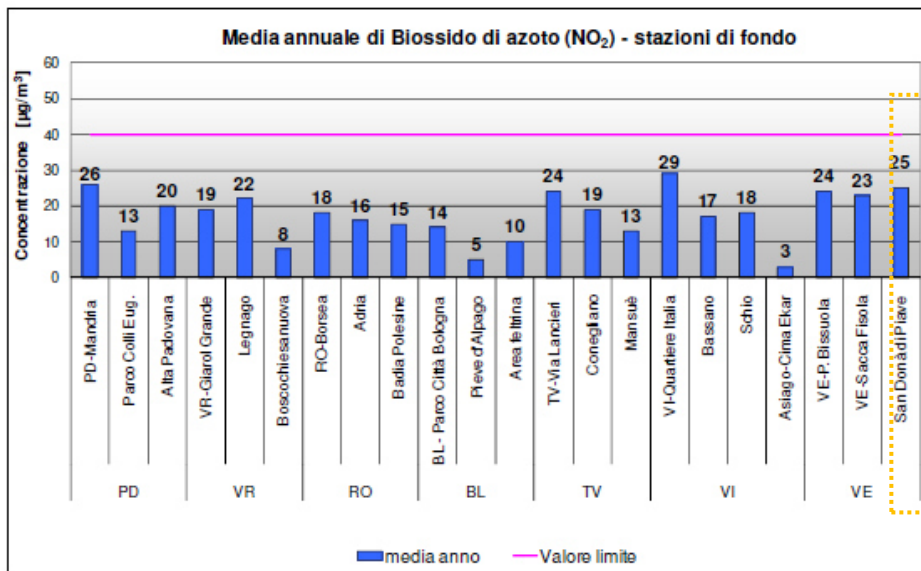
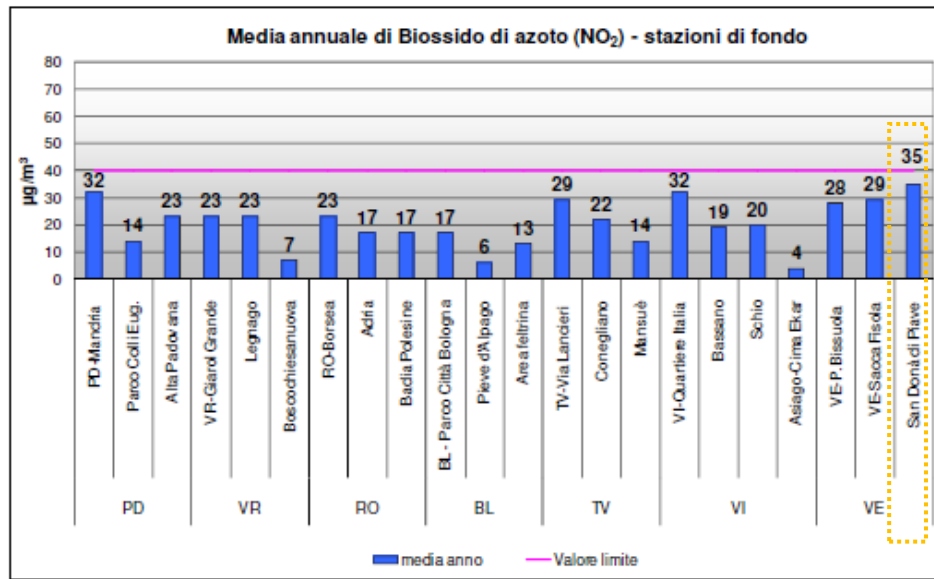
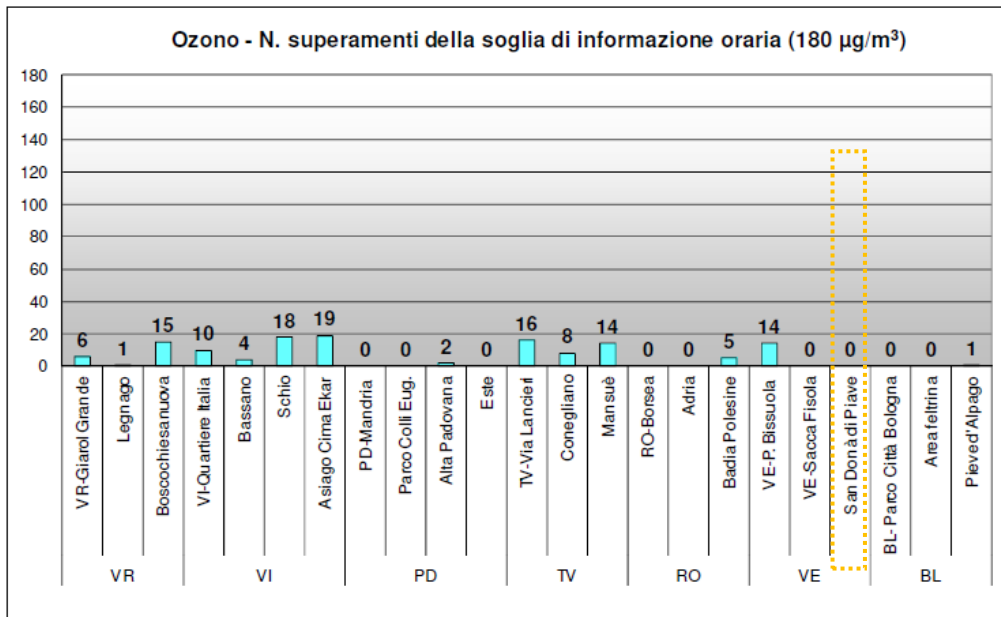
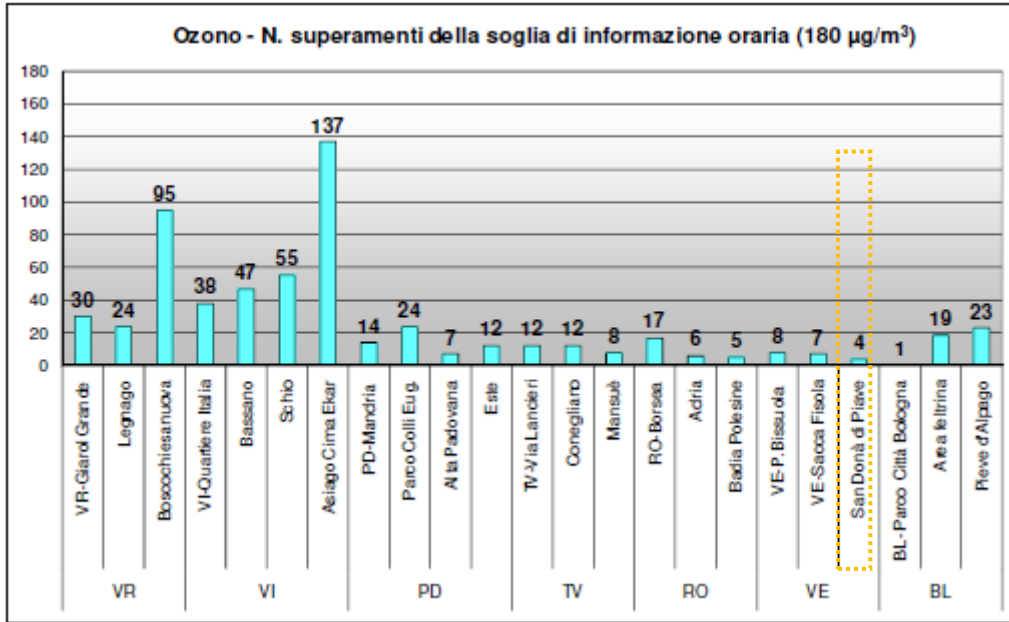


Figura 5.2 - Biossido di Azoto. Medie annuali nelle stazioni di tipologia “fondo” (Fonte: Relazione Regionale sullo Stato di Qualità dell’Aria del 2019 e del 2020)

### OZONO - O<sub>3</sub>

La soglia di informazione (180 µg/m<sup>3</sup>) viene definita come il livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana, in caso di esposizione di breve durata, per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione. Nella stazione di San Donà si registrano superamenti della soglia con numero 4 nel 2019 e nessuno nel 2020.



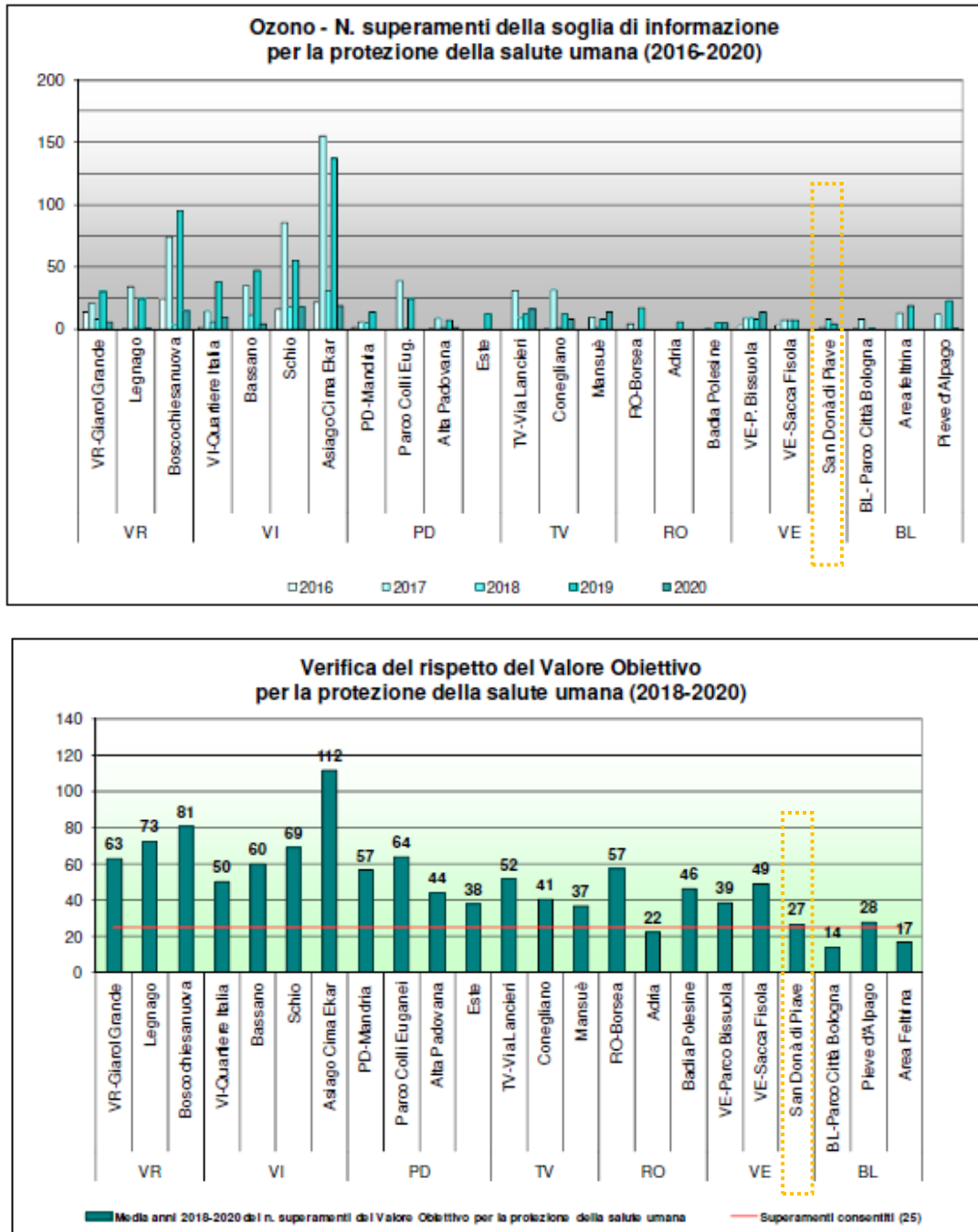


Figura 5.3 - Ozono. Superamenti orari della soglia di informazione per la protezione della salute umana (Fonte: Relazione Regionale sullo Stato di Qualità dell’Aria del 2019 e 2020)

**POLVERI SOTTILI - PM<sub>10</sub>**

Per quanto riguarda le stazioni di fondo, sono evidenziate in rosso le stazioni che eccedono i 35 superamenti consentiti per anno tra queste c’è la stazione di San Donà che ha registrato 70 superamenti nel 2020 registrando un numero di superamenti superiore a 35 giorni.

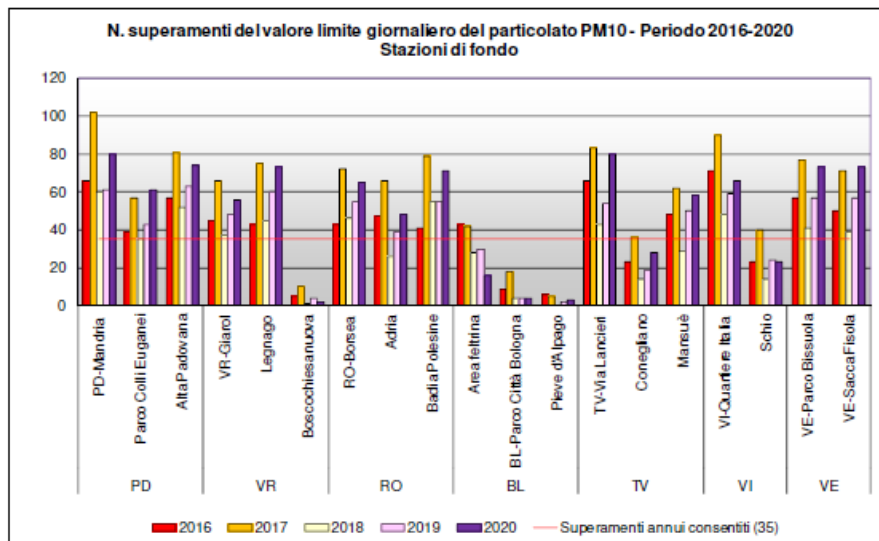
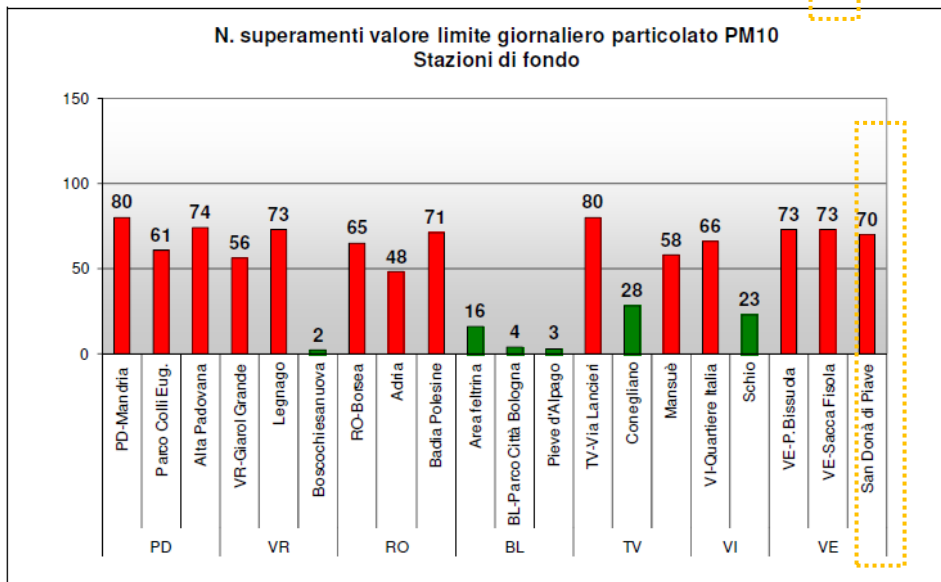
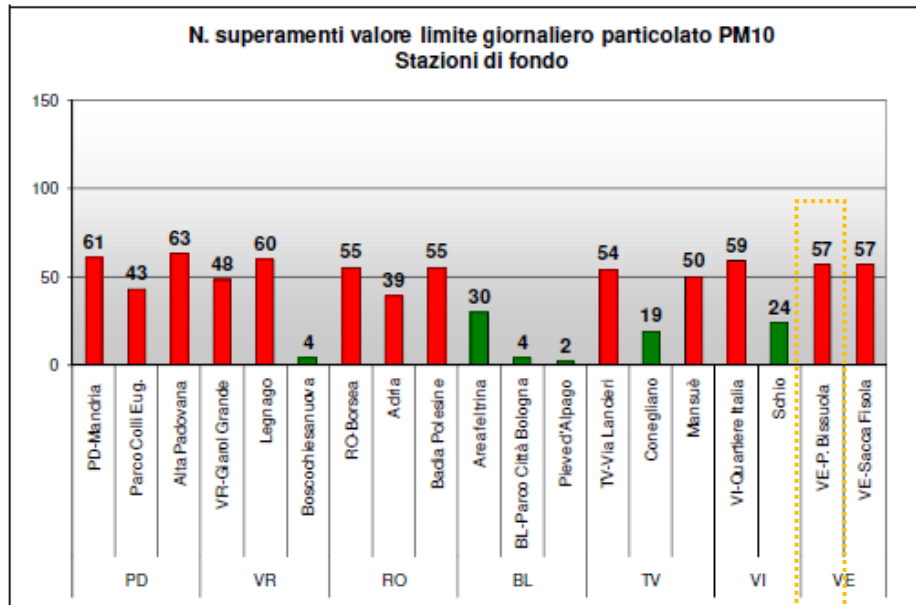
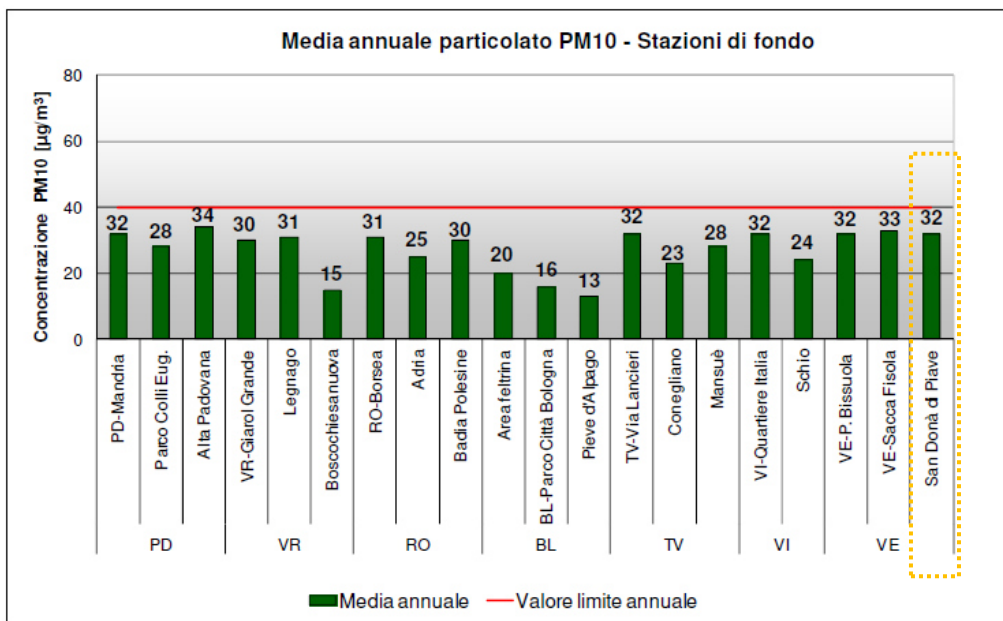
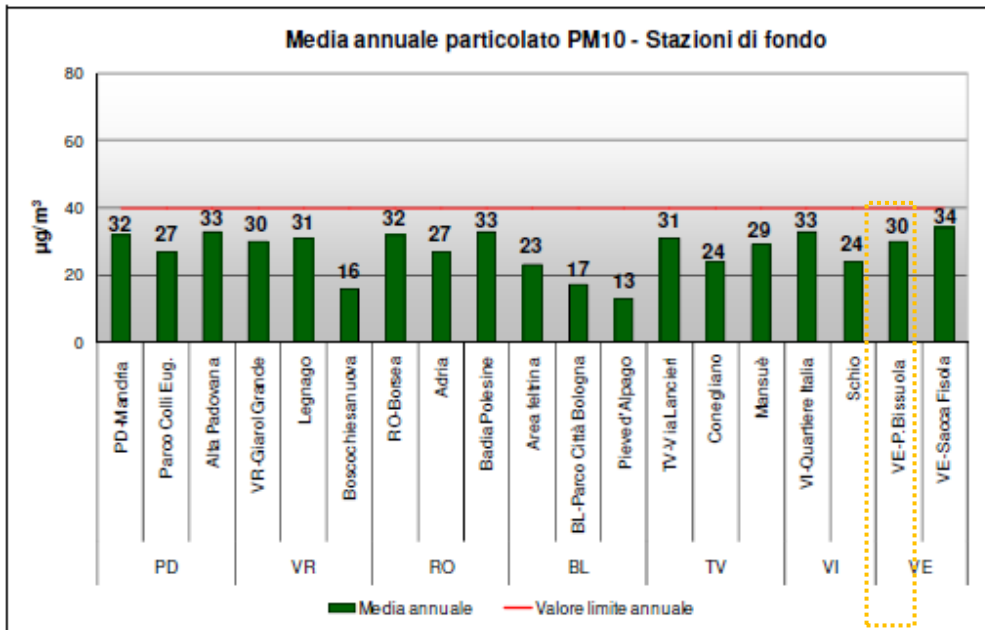


Figura 5.4 - Particolato PM10. Superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana registrati nelle stazioni di tipologia "fondo" (Fonte: Relazione Regionale Stato di Qualità dell'Aria 2019 2020)

Si osserva nella figura seguente che il valore limite di  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nel 2019 e 2020 non è stato superato nelle stazioni di fondo considerate; per la stazione di San Donà la **media annuale** risulta di  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  disponibile solo per l'anno 2020 mentre per Parco Bissuola si hanno rispettivamente valori di 30 e  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



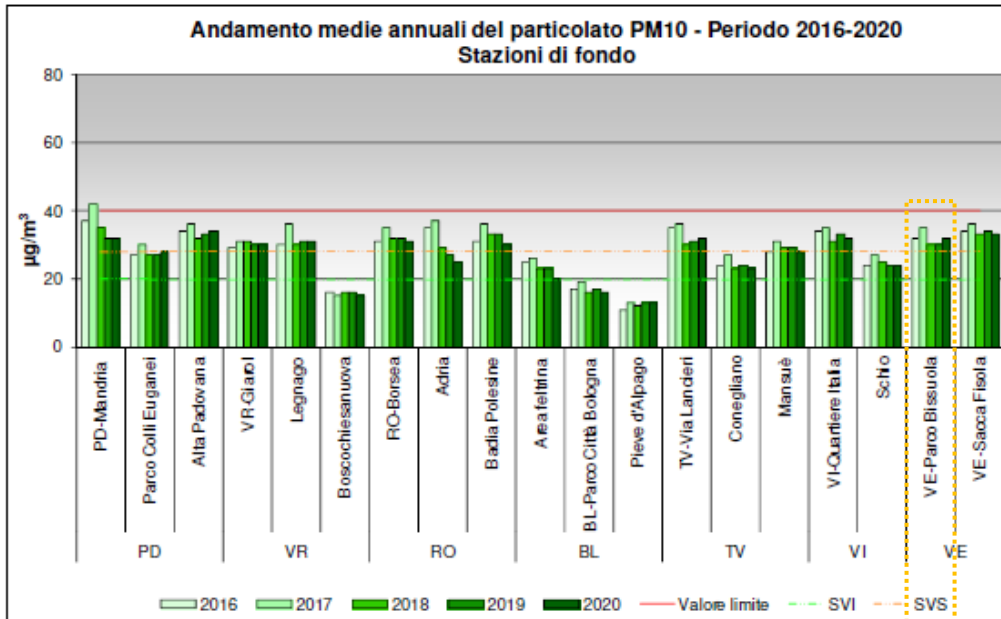
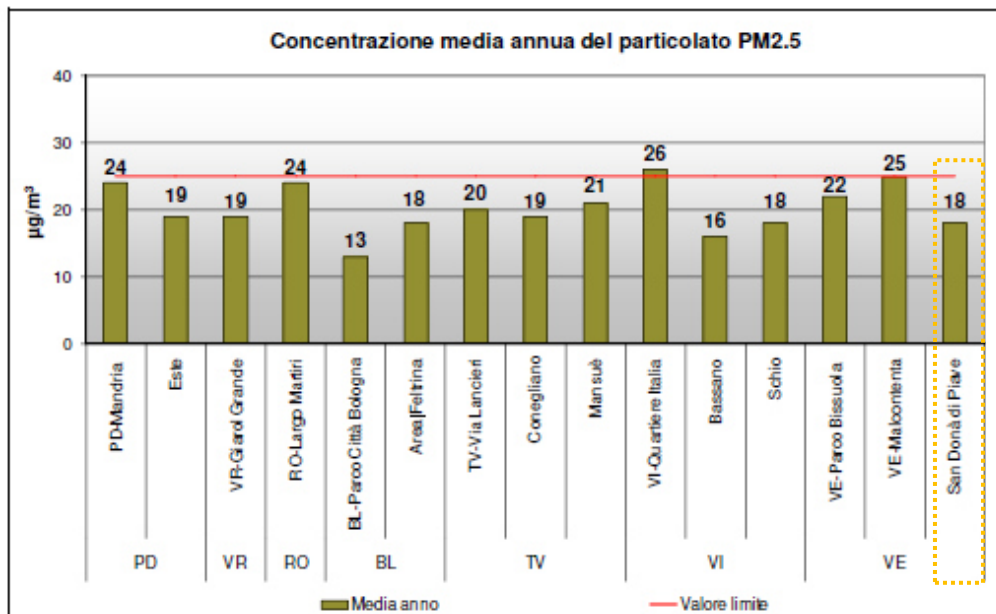


Figura 5.5 - Particolato PM10. Medie annuali confrontate con il valore limite per la protezione della salute umana nelle stazioni di tipologia “fondo” (Fonte: Relazione Regionale Stato di Qualità dell’Aria – 2019/2020)

**POLVERI SOTTILI - PM<sub>2,5</sub>**

E’ evidenziato il valore limite (linea rossa) di 25 g/m<sup>3</sup>. Si può osservare che nella stazione di San Donà nel 2019 non è stato raggiunto il valore limite mentre nel 2020 è pari al valore limite annuale. Dall’analisi delle variazioni annuali si vede che nella stazione l’anno 2020 è stato il peggiore del periodo 2016-2020, essendo il valore pari al limite annuale di 25 g/m<sup>3</sup>.



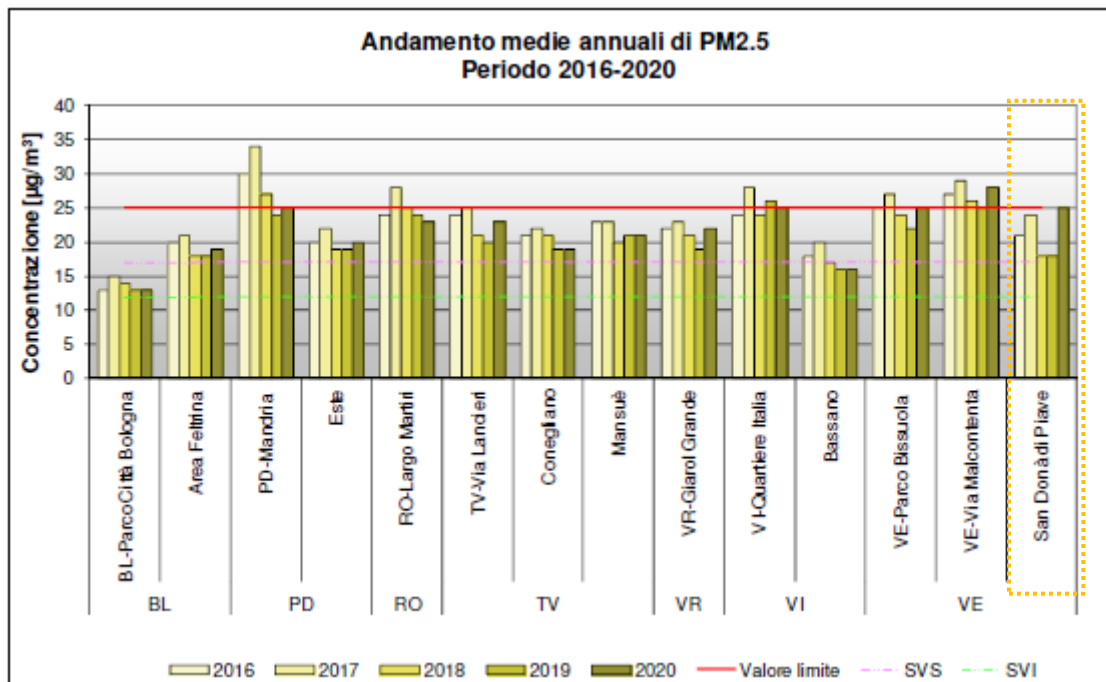
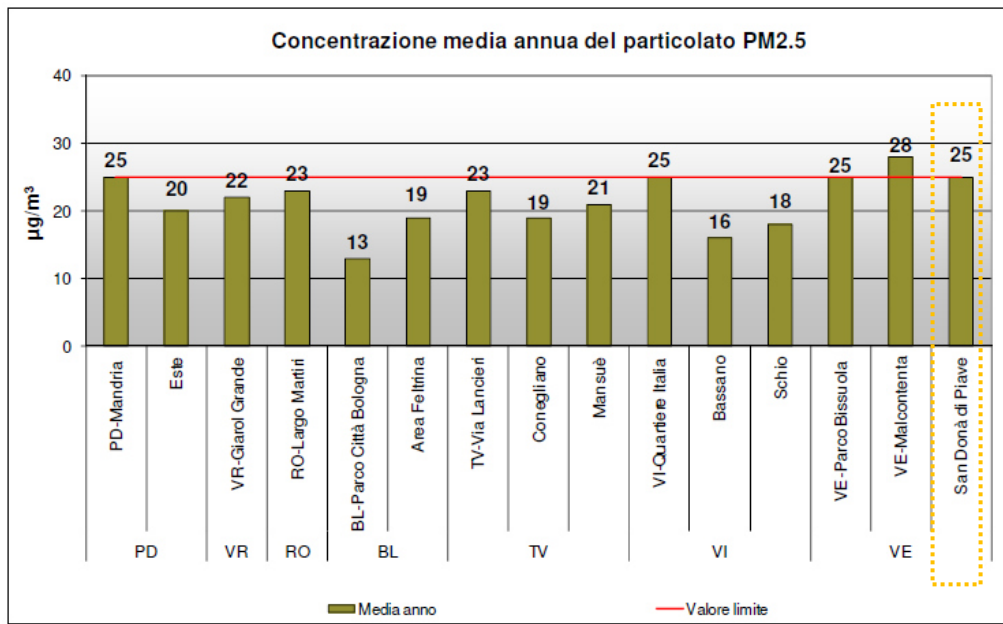
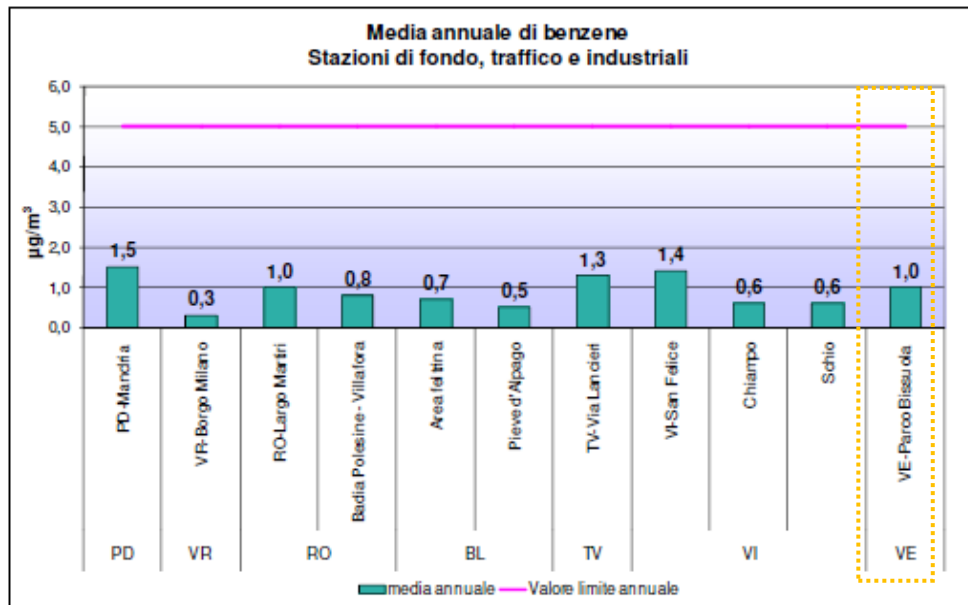
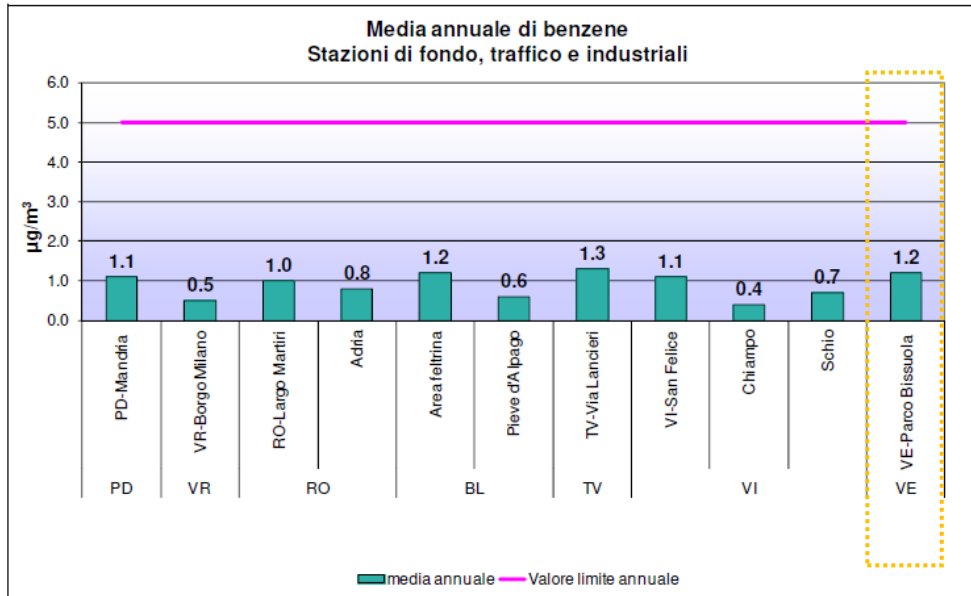


Figura 5.6 - Particolato PM2.5. Verifica del rispetto del valore limite annuale (Fonte ARPAV: Relazione Regionale sullo Stato di Qualità dell’Aria – 2019 e 2020)

### **BENZENE - C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>**

Dai dati riportati nella figura seguente, nella regione Veneto si osserva che le concentrazioni medie annuali di Benzene sono di molto inferiori al valore limite di 5.0 µg/m<sup>3</sup> e sono anche al di sotto della soglia di valutazione inferiore (2.0 µg/m<sup>3</sup>) in tutti i punti di campionamento. Sono disponibili i valori solo della stazione di Parco Bissuola.





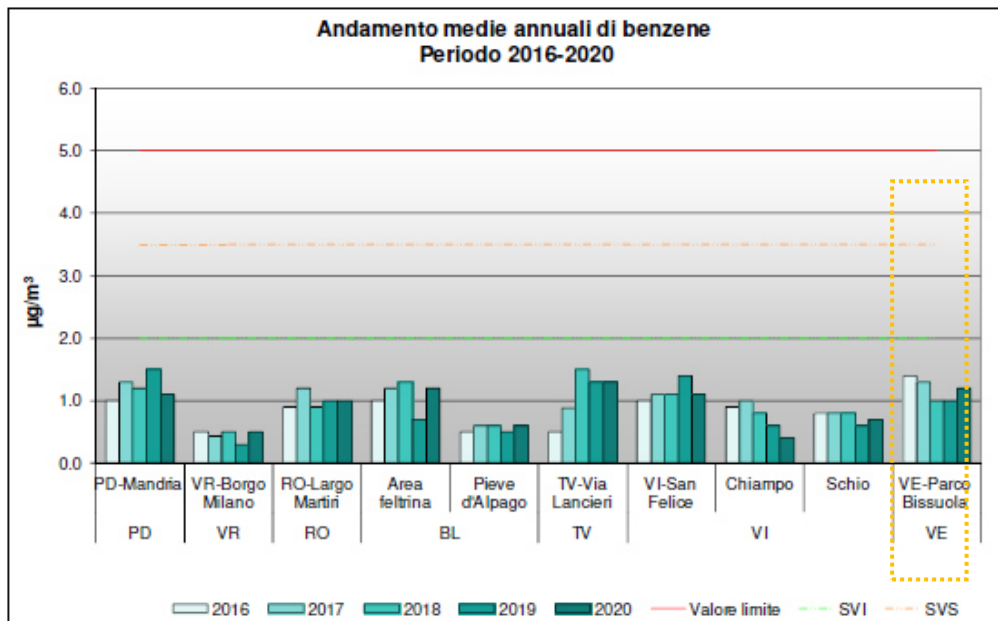


Figura 5.7 - Benzene. Medie annuali registrate nelle stazioni di tipologia “fondo”, “traffico” ed “industriale” (Fonte: ARPAV Relazione Regionale sullo Stato di Qualità dell’Aria – 2019/2020)

### Sintesi criticità qualità dell’aria dal Rapporto regionale ARPAV

<b>NO<sub>2</sub></b> Stazione San Donà	Rispetto del valore limite annuale (40 µg/m <sup>3</sup> ) che non è stato superato nelle stazioni considerate. In particolare nella stazione di San Donà di Piave si registra un valore medio di 35 µg/m <sup>3</sup> nel 2019 e di 25 µg/m <sup>3</sup> nel 2020, trend in diminuzione ma aumento nell’anno 2019
<b>Ozono</b> Stazione San Donà	Non ci sono superamenti della <b>soglia di allarme</b> (240 µg/m <sup>3</sup> ); la <b>soglia di informazione</b> (180 µg/m <sup>3</sup> ) - rischio per la salute in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione – ha superamenti contenuti (4 e 0). Il <b>valore obiettivo</b> 2018-2020 è stato superato 27 volte rispetto alla soglia dei 120 µg/m <sup>3</sup> , da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni
<b>PM<sub>10</sub></b> Stazione Parco Bissuola e San Donà	Nella Stazione Parco Bissuola dal 2016 al 2020 si registrano valori inferiori alla media annuale. Nel 2019 a Parco Bissuola la media annuale è 30 µg/m <sup>3</sup> , mentre nel 2020 la media annuale di San Donà è 32 µg/m <sup>3</sup> . Nel 2019 si registrano a Parco Bissuola 57 <b>superamenti</b> del numero di superamenti annuali consentiti (35), mentre nel 2020 Parco Bissuola 73 superamenti e a San Donà 70 superamenti del numero di superamenti annuali consentiti (35)
<b>PM<sub>2.5</sub></b> Stazione San Donà	Nel periodo 2016-2020, il limite annuale è stato sempre rispettato ad esclusione dell’anno 2020 dove il valore è pari al limite annuale di 25 µg/m <sup>3</sup> .
<b>BENZENE - C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b> Stazione Parco Bissuola	Nessuna centralina eccede la soglia di valutazione inferiore, non superando il valore medio annuale di 2.0 µg/m <sup>3</sup> per almeno 3 anni su 5. Nel periodo considerato, in tutte le stazioni, è stato rispettato il valore limite di 5.0 µg/m <sup>3</sup> e non è mai stata superata la soglia di valutazione superiore (3.5 µg/m <sup>3</sup> ). Questo dato è particolarmente importante poiché in una prospettiva di medio periodo il <b>benzene non risulta essere tra gli inquinanti con criticità per il Veneto.</b>

Sulla base di tali risultati si conclude **il benzene (C6H6) che non risulta essere tra gli inquinanti con criticità per il Veneto così come il CO** come già indicato che comunque **non è disponibile** nelle due stazioni disponibili. L'Ozono quale inquinante esclusivamente secondario non viene simulato dallo studio modellistico gaussiano Caline 4 che riguarda solo gli inquinanti primari.

Tutti gli altri inquinanti, in particolare **PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>** saranno invece oggetto del presente studio sulla qualità dell'aria essendo critici e con componente primaria e comunque anche particolarmente correlati al traffico veicolare.

### 5.1.1 Inventario delle emissioni in atmosfera - INEMAR

L'inventario delle emissioni in atmosfera è una raccolta coerente ed ordinata dei valori delle emissioni generate dalle diverse attività naturali e antropiche, quali ad esempio i trasporti su strada, le attività industriali o gli allevamenti, riferita ad una scala territoriale e ad un intervallo temporale definiti.

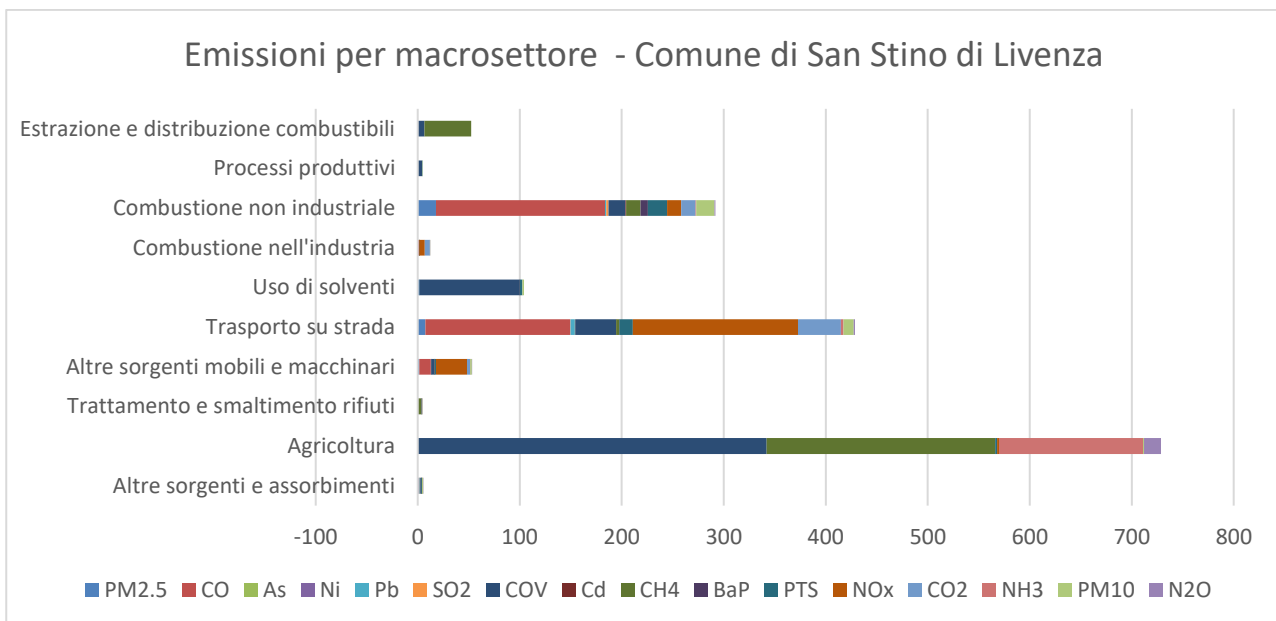
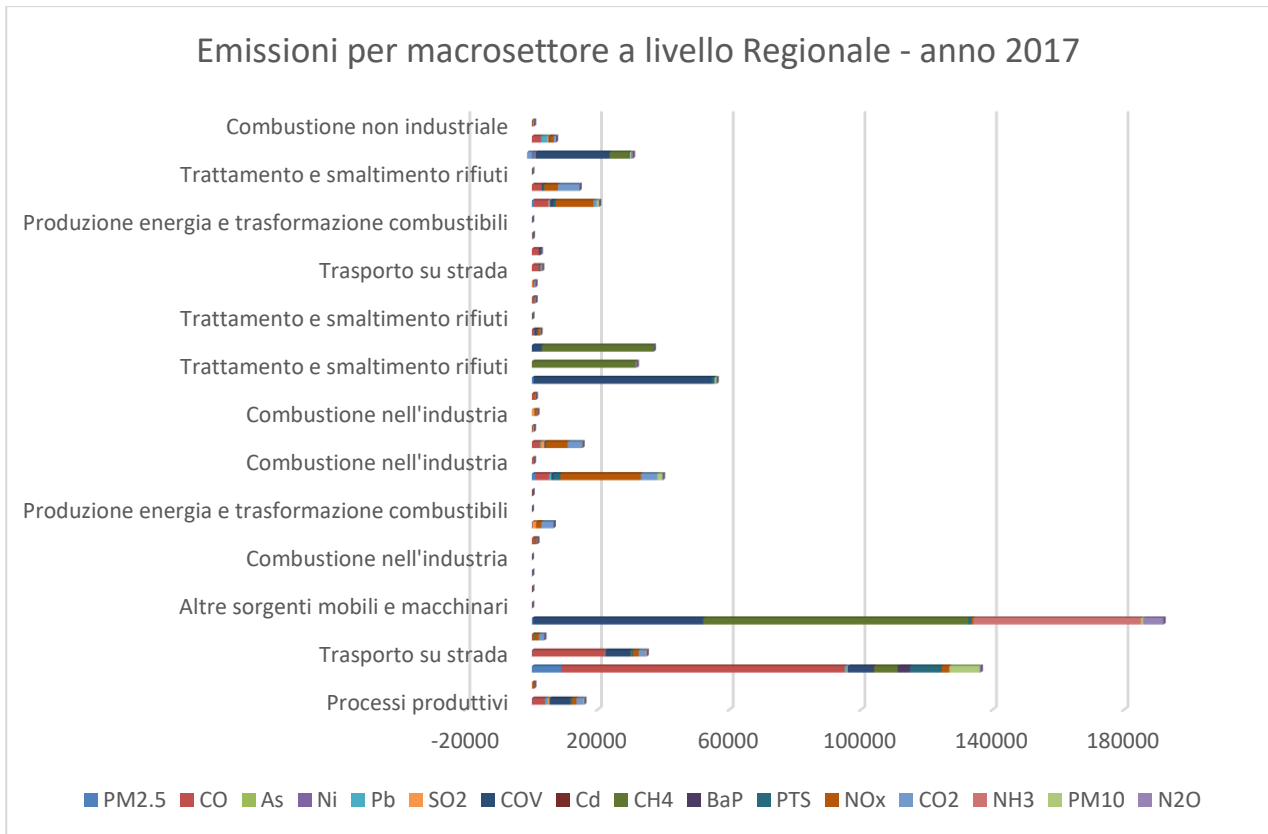
L'inventario non costituisce un calcolo esatto dell'emissione ma una stima dei contributi emissivi provenienti dall'insieme delle attività antropiche e naturali collocate in un determinato territorio in un certo periodo temporale. Il calcolo esatto delle emissioni di inquinanti non sarebbe infatti praticamente effettuabile data la complessità e la quantità delle sorgenti esistenti.

L'inventario delle emissioni individua i settori su cui indirizzare le misure e le azioni per la riduzione delle emissioni inquinanti.

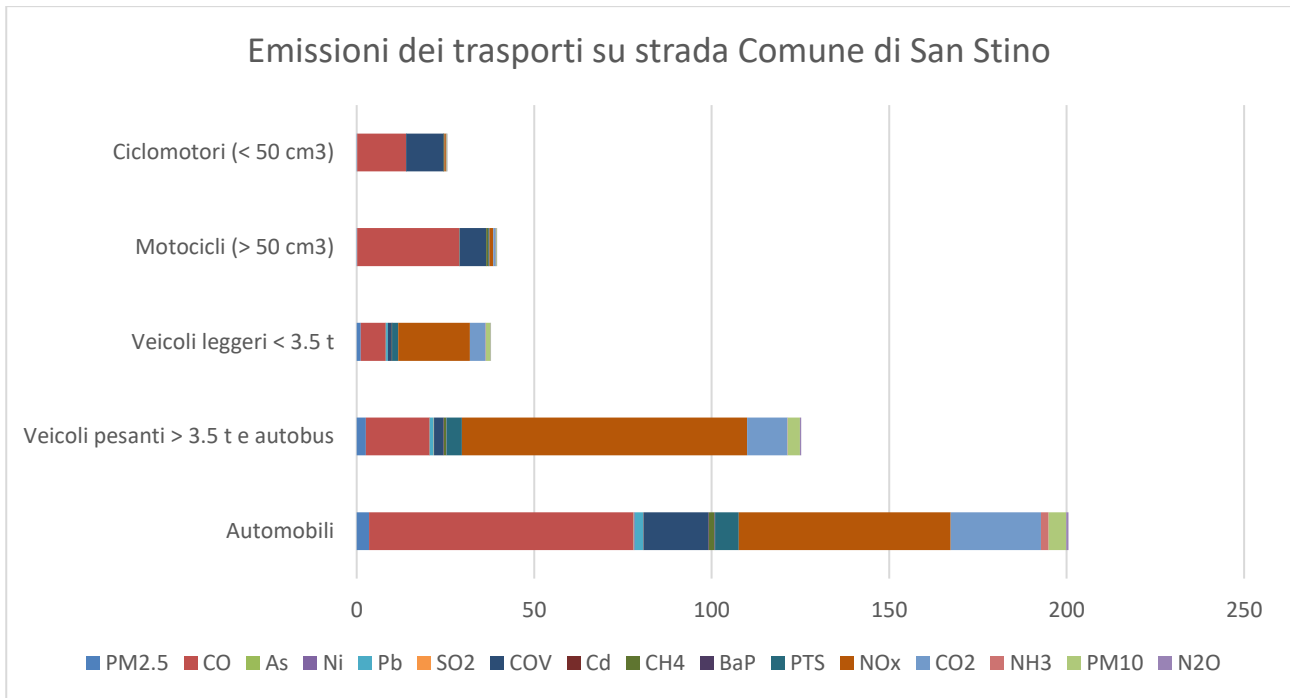
L'inventario della Regione Veneto raccoglie le stime a livello comunale dei principali inquinanti derivanti dalle diverse attività naturali ed antropiche riferite, nella maggioranza dei casi, all'anno 2017.

I macroinquinanti presenti nell'inventario sono: CH<sub>4</sub> (metano), CO (monossido di carbonio), CO<sub>2</sub> (anidride carbonica), COV (composti organici volatili), N<sub>2</sub>O (protossido di azoto), NH<sub>3</sub> (ammoniaca), NO<sub>x</sub> (ossidi di azoto), PTS (polveri totali sospese), PM<sub>10</sub> (polveri fini aventi diametro aerodinamico inferiore a 10 µm), PM<sub>2.5</sub> (polveri fini aventi diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm), SO<sub>2</sub> (biossido di zolfo). Le stime emissive dei microinquinanti sono relative a As (arsenico), Cd (cadmio), Ni (nicel), Pb (piombo), BaP (benzo(a)pirene), inquinanti oggetto di regolamentazione da parte della normativa (rif. D. Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.).

Di seguito si riportano l'inventario delle emissioni per macrosettore relativamente al Comune di San Stino di Livenza tratti da ARPA VENETO (aprile 2021). INEMAR VENETO 2017 - Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera in Regione Veneto, edizione 2017. ARPA Veneto – Dipartimento Regionale Qualità dell'Ambiente – Unità Organizzativa Qualità dell'Aria, Regione del Veneto – Area Tutela e Sicurezza del Territorio, Direzione Ambiente – UO Tutela dell'Atmosfera.



A livello regionale, il trasporto su strada contribuisce principalmente all'emissione dei seguenti inquinanti (in ordine di quantità): NOx, CO, COV, CO2, N2O (gas serra), PM10, PTS. Inoltre focalizzando l'attenzione agli inquinanti relativi al settore trasporti, si dettaglia il contributo alle emissioni per tipologia di veicolo a livello Comunale.



Come evidente il trasporto su strada a livello Comunale contribuisce quantitativamente soprattutto all'emissione di CO, NOX, COv e CO2. Inoltre contribuiscono pure alle polveri sottili.

La presenza di polveri sottili deriva sia da fonti primarie che secondarie, dunque di complessa origine e gestione, ove il contributo del traffico rientra in un contributo complesso di reazioni chimiche primarie e secondarie; diversamente gli ossidi di azoto per il loro legame diretto con i processi di combustione evidenziano in modo diretto e primario l'emissione.

La componente secondaria del PM<sub>10</sub> deriva dalle emissioni dei gas precursori (ossidi di azoto NO<sub>x</sub>, ammoniaca NH<sub>3</sub>, ossidi di zolfo SO<sub>x</sub>, composti organici volatili COV, protossido di azoto N<sub>2</sub>O).

Gli inquinanti maggiormente correlati al traffico veicolare sono dunque gli ossidi di azoto e in particolare NO<sub>2</sub> in relazione alla salute umana, le polveri sottili (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), il benzene e il monossido di carbonio.

Sulla base dei rapporti sulla qualità dell'aria regionali degli ultimi anni, risulta evidente che il monossido di carbonio e il benzene non rappresentano una criticità della matrice aria da alcuni anni. Diversamente le polveri sottili e gli ossidi di azoto permangono come inquinanti critici.

E' proprio rispetto a questi inquinanti critici che si applica la modellistica previsionale di impatto atmosferico dell'opera proposta.

## 6 EFFETTI SULLA SALUTE UMANA DERIVANTI DAGLI INQUINANTI TRAFFICO-CORRELATI

### 6.1 Premessa

L'ambiente urbano è particolarmente importante per la salute della popolazione a causa delle elevate concentrazioni di attività antropiche inquinanti in uno spazio limitato. Negli agglomerati urbani infatti la popolazione è esposta, a miscele di agenti fisici e chimici potenzialmente dannosi per la salute. L'attenzione va rivolta in modo prioritario agli inquinanti atmosferici emessi in prevalenza dal traffico veicolare, dal riscaldamento domestico e dagli insediamenti industriali. La qualità dell'ambiente urbano agisce, infatti, come determinante per qualità della vita della popolazione.

In coerenza con l'Organizzazione Mondiale della Sanità che definisce il concetto di salute non esclusivamente come assenza di malattia ma come stato di "completo benessere, fisico, mentale e sociale", la promozione della salute tende alla modifica positiva dell'ambiente fisico ma anche sociale dove le persone vivono per migliorare la loro salute.

L'inquinamento atmosferico rappresenta uno dei principali fattori di criticità ambientale, in particolar modo nelle aree urbane. La normativa italiana impone il monitoraggio di un certo numero di inquinanti "ubiquitari" quali il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), l'ozono (O<sub>3</sub>), il Monossido di Carbonio (CO), il piombo (Pb), il fluoro (F), gli idrocarburi totali non metanici (COV), PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>. Tutti i composti considerati esercitano seri danni alla salute dell'uomo, ma anche del patrimonio storico/artistico (alterazione chimica più o meno profonda dei materiali), ed agli ecosistemi ed alla vegetazione (ad esempio attraverso il fenomeno delle piogge acide, causate dalla reazione degli ossidi di azoto e di zolfo con l'umidità atmosferica, per cui le precipitazioni assumono un pH acido). Tali danni derivano, in genere, dalla continua esposizione a livelli di inquinamento superiori agli obiettivi di qualità.

L'inquinamento atmosferico è definito dalla normativa italiana D.L. 3 aprile 2006 n. 152 come "ogni modificazione dell'aria atmosferica, dovuta all'introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente". In generale, i fenomeni di inquinamento sono il risultato di una complessa interazione tra vari fattori, alcuni dei quali portano ad un accumulo degli inquinanti, altri determinano la loro rimozione e la loro diluizione in atmosfera. L'entità e le modalità di emissione (sorgenti puntiformi, diffuse, altezza di emissione, temperatura di emissione, ecc.), i tempi di persistenza degli inquinanti e il grado di rimescolamento dell'aria sono alcuni dei principali fattori che producono variazioni nella composizione e qualità dell'aria. I principali inquinanti originati da diverse sorgenti emissive sono gli ossidi di azoto, gli ossidi di zolfo, le polveri, l'ossido di carbonio, i composti organici volatili e i metalli pesanti.

Le fonti responsabili della produzione di sostanze inquinanti sono numerose e di varia natura: alcune fonti emissive sono di origine naturale, altre invece sono strettamente legate alle attività umane. Le cause principali dell'inquinamento dell'aria sono riconducibili alle emissioni in atmosfera di sostanze, derivanti da diverse fonti di origine antropica (trasporto su gomma, processi industriali e per la produzione energetica, impianti per il riscaldamento, uso di solventi, smaltimento e trattamento dei rifiuti); è possibile rilevare che in ambiente urbano il traffico è responsabile, mediamente in un anno, della quasi totalità delle emissioni di monossido di carbonio e di una quota elevata di ossidi di azoto, idrocarburi aromatici e spesso, della frazione inalabile e respirabile delle particelle sospese (particolato).

### 6.2 Effetti sulla salute da esposizione degli inquinanti traffico-correlati

L'inquinamento atmosferico è in grado di determinare molteplici effetti negativi sulla salute dei soggetti esposti. Il problema dell'inquinamento atmosferico e dell'allarme smog rimangono un tema

centrale da affrontare. Ogni anno, solo per l'Italia, causa 60mila morti premature e ingenti costi sanitari.

Per la natura ubiquitaria dell'inquinamento sono interessate fasce molto grandi della popolazione generale. Già nel 2000 l'American Thoracic Society (ATS) aveva elencato in modo esaustivo gli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute, dal più grave al meno grave: mortalità, incremento di prevalenza e incidenza di sintomi/malattie respiratorie e cardiovascolari, riduzione della funzionalità polmonare, irritazione oculare, fino ai semplici disturbi olfattivi per le popolazioni residenti in prossimità di discariche non ben controllate o altre sorgenti locali.

Gli effetti dell'inquinamento atmosferico sulla salute possono essere cronici (a lungo termine) o acuti (a breve termine).

	EFFETTI A BREVE TERMINE	EFFETTI A LUNGO TERMINE
<b>DEFINIZIONE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gli effetti osservabili a pochi giorni di distanza dai picchi di inquinamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gli effetti osservabili dopo esposizioni di lunga durata e a distanza di anni dall'inizio dell'esposizione</li> </ul>
<b>TIPOLOGIE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• insorgenza di sintomi acuti (dispnea, tosse, respiro sibilante, produzione di catarro, infezioni respiratorie)</li> <li>• variazioni della funzione polmonare</li> <li>• aggravamento di patologie cardiovascolari e respiratorie</li> <li>• ospedalizzazioni per patologie cardiovascolari e respiratorie</li> <li>• mortalità respiratoria, cardiovascolare</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aumento di incidenza e prevalenza di malattie respiratorie croniche (asma, BPCO) e malattie cardiovascolari croniche</li> <li>• variazioni permanenti nella funzione respiratoria</li> <li>• problemi di crescita del feto (basso peso alla nascita, ritardo della crescita intrauterina)</li> <li>• tumore polmonare</li> <li>• mortalità respiratoria, cardiovascolare</li> </ul>

La riduzione degli effetti sulla salute può essere raggiunta mediante i seguenti obiettivi:

- a lungo termine: sostanziale riduzione/abbattimento delle fonti d'inquinamento;
- intermedi: riduzione dell'esposizione umana mediante il controllo delle emissioni, le variazioni nei flussi di traffico e la diversa localizzazione dei poli industriali rispetto agli aggregati residenziali; ventilazione più efficiente nei microambienti; campagne di informazione/educazione per le categorie più suscettibili sulle modalità di riduzione dell'esposizione.

Si riportano di seguito le ricadute sulla salute umana dovuta all'esposizione umana a tali inquinanti in atmosfera.

### **Ossidi di azoto**

Tra gli ossidi di azoto, quello direttamente correlato alla salute umana è il biossido di azoto (**NO<sub>2</sub>**) che viene generato in tutti i processi di combustione. È un gas tossico irritante per le mucose ed è responsabile di specifiche patologie a carico dell'apparato respiratorio con diminuzioni delle difese polmonari (bronchiti, allergie, irritazioni). Gli ossidi di azoto contribuiscono alla formazione delle piogge acide e favoriscono l'accumulo di nitrati al suolo che possono provocare alterazione di equilibri ecologici ambientali. Il monossido di azoto (o monossido nitrico), con formula NO, ed il biossido di azoto, NO<sub>2</sub>, vengono normalmente raggruppati, assieme al meno frequente N<sub>2</sub>O, con la sigla NO<sub>x</sub>. Sono tutti gas tossici ed irritanti per gli esseri umani, e derivano da qualsiasi processo di combustione che utilizzi l'aria come comburente (quest'ultima è infatti composta al 78 % da N<sub>2</sub> ed al 21 % da O<sub>2</sub>). Tra le cause della presenza di questo inquinante in atmosfera, vi è il traffico veicolare in quanto, a causa dell'elevata temperatura nella camera di combustione, si ha reazione fra ossigeno ed azoto con formazione di ossidi di azoto. Questi composti tossici, oltre alla formazione di nitrosammine cancerogene, determinano un incremento di nitrati nel suolo e nelle acque. La concentrazione negli scarichi segue l'andamento opposto a quello del CO: si osservano concentrazioni più alte in accelerazione ed in marcia di crociera, e concentrazioni più basse in decelerazione.

Per quanto riguarda l'esposizione esterna al NO<sub>2</sub>, si deve considerare il tipo di traffico; infatti, le emissioni variano notevolmente a seconda del tipo di veicolo. A parte i ciclomotori, tra le autovetture si annoverano: le auto a benzina catalizzate, a benzina non catalizzate, a GPL (gas propano liquido),

a metano, e i diesel che danno il maggior contributo alle concentrazioni di carbone elementare (EC), particolato (PM), ossido di carbonio (CO), ossido di azoto (NO) e biossido di azoto (NO<sub>2</sub>). I veicoli per uso commerciale e pesanti (bus, camion) sono per la stragrande maggioranza veicoli con motore diesel; per questo motivo i flussi di traffico pesante sono stati utilizzati come indicatori di esposizione al particolato diesel.

### **Polveri sottili**

Il problema della qualità dell'aria nei tessuti urbani fa riferimento principalmente alla presenza di polveri sottili (principalmente **PM10 e PM 2.5**) che derivano sia da fonti primarie che secondarie, dunque di complessa origine e gestione. Le ricadute sulla salute di una esposizione anche non elevata ma continuativa di polveri sottili determinano numerose patologie anche mortali.

Per quanto riguarda il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) che può causare asma e altri problemi respiratori nei sistemi urbani si assiste a una diminuzione delle emissioni principalmente imputabile alla sostituzione di veicoli fortemente inquinanti quali i diesel di vecchia generazione.

Permangono però delle situazioni di criticità locali specie in corrispondenza delle abitazioni limitrofe a arterie intensamente trafficate specie in presenza di incroci semaforici.

Il particolato PM<sub>10</sub> è costituito da quella frazione di particolato atmosferico con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm ed è composto dall'insieme di tutto il materiale non gassoso, generalmente solido, in sospensione nell'aria. La natura delle particelle aerodisperse è molto varia, ne fanno parte le polveri sospese, il materiale organico disperso dai vegetali (pollini e frammenti di piante), il materiale inorganico prodotto da agenti naturali (vento e pioggia) e dai processi di combustione.

Nell'ultimo decennio numerosi studi epidemiologici hanno evidenziato che il particolato atmosferico (e soprattutto le frazioni di più piccole dimensioni quali PM10 e PM2,5) risulta l'indicatore di qualità dell'aria più consistentemente associato con una serie di effetti avversi sulla salute. Molti studi epidemiologici e tossicologici hanno confrontato gli effetti dell'esposizione alle polveri sottili sulla mortalità e morbilità di diversi gruppi di persone, evidenziando che questa genera una maggior mortalità a breve termine tra le persone con patologie cardiovascolari e/o respiratorie soprattutto se anziane. Anche i bambini, per l'elevata attività fisica che svolgono all'aperto, per la maggior ventilazione polmonare per unità di peso corporeo e per l'immaturità del loro apparato respiratorio, rientrano tra i gruppi a rischio. In particolare sono a rischio per lo scatenamento di attacchi di asma, l'insorgenza di sintomi quali tosse e catarro, una ridotta funzionalità polmonare.

Alcuni studi epidemiologici suggeriscono che le polveri sottili possono anche avere effetti sulla gravidanza con aumento di nati prematuri e a basso peso ed aumento della mortalità infantile. A questo proposito, uno studio pubblicato da Janet Currie (2010) ha quantificato che la riduzione nella congestione del traffico locale generata dall'introduzioni di sistemi di riscossione elettronica del pedaggio in corrispondenza di caselli autostradali ha ridotto l'incidenza di nascite premature tra le madri che vivevano nelle vicinanze del 6,7- 9,1% e ridotto l'incidenza di basso peso alla nascita dell'8,5-11,3%, con effetti decrescenti all'aumentare della distanza dell'abitazione dal casello considerato.

Anche gli studi sperimentali su animali sembrano corroborare l'ipotesi che alcuni soggetti con preesistenti alterazioni degli apparati cardiovascolare e respiratorio siano più sensibili all'esposizione alle polveri sottili. Infine alcuni studi sperimentali su animali sembrano avallare l'ipotesi che, almeno in parte, la suscettibilità ai diversi inquinanti sia determinata geneticamente.

Gli effetti sulla salute possono essere sia di tipo acuto che cronico.

Gli effetti di tipo acuto, che si manifestano nella popolazione nei giorni in cui la concentrazione degli inquinanti è più elevata, sono:

- aggravamento di sintomi respiratori e cardiaci in soggetti predisposti;
- infezioni respiratorie acute;
- crisi di asma bronchiale
- disturbi circolatori e ischemici.

Tra gli effetti di tipo cronico, che si presentano in seguito a una esposizione di lungo periodo, si possono annoverare:



- sintomi respiratori cronici quali tosse e catarro;
- diminuzione della capacità polmonare;
- bronchite cronica.

### **Monossido di carbonio**

Il Monossido di Carbonio (CO) è un gas inodore ed incolore, esplicando il suo effetto tossico a concentrazioni maggiori rispetto agli altri inquinanti, provoca senso di affaticamento e vertigini fino al coma in quanto si sostituisce all'ossigeno nel legame con l'emoglobina.

Gli effetti sulla salute dell'esposizione a concentrazioni di CO crescenti includono mal di testa, forti mal di testa, capogiri, nausea e mancamenti, problemi cardiaci, perdita dei sensi e morte. Il CO non si accumula nel corpo umano. La sua eliminazione è inizialmente abbastanza veloce, ma per completarsi può richiedere anche due giorni. Donne in attesa e cardiopatici rappresentano le categorie più a rischio di effetti negativi sulla salute generati dall'esposizione al CO.

### **Benzene**

Il benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) è un idrocarburo aromatico strutturato ad anello esagonale ed è costituito da 6 atomi di carbonio e 6 atomi di idrogeno. Anche conosciuto come benzolo, rappresenta la sostanza aromatica con la struttura molecolare più semplice e per questo lo si può definire il composto-base della classe degli idrocarburi aromatici. Il benzene a temperatura ambiente si presenta come un liquido incolore che evapora all'aria molto velocemente. E' caratterizzato da un odore pungente e dolciastro che la maggior parte delle persone può già percepire alla concentrazione di 1,5-4,7 ppm (nell'acqua, dove si dissolve piuttosto lentamente, il sapore inizia a sentirsi a 0,5-4,5 ppm). Il benzene risulta tossico e cancerogeno sia per inspirazione sia per ingestione e, in ambito urbano, deriva principalmente dall'utilizzo dello stesso come antidetonante nelle benzine verdi, nelle quali ha sostituito sin dagli anni cinquanta il piombo.

La normativa internazionale si sta facendo molto rigorosa nei confronti di tale sostanza anche in considerazione del fatto che tale molecola presenta la tendenza ad accumularsi nei luoghi chiusi, tra cui le abitazioni e gli uffici, per cui l'esposizione reale della maggior parte della popolazione risulta essere di alcune volte maggiore rispetto a quanto misurato in esterno.

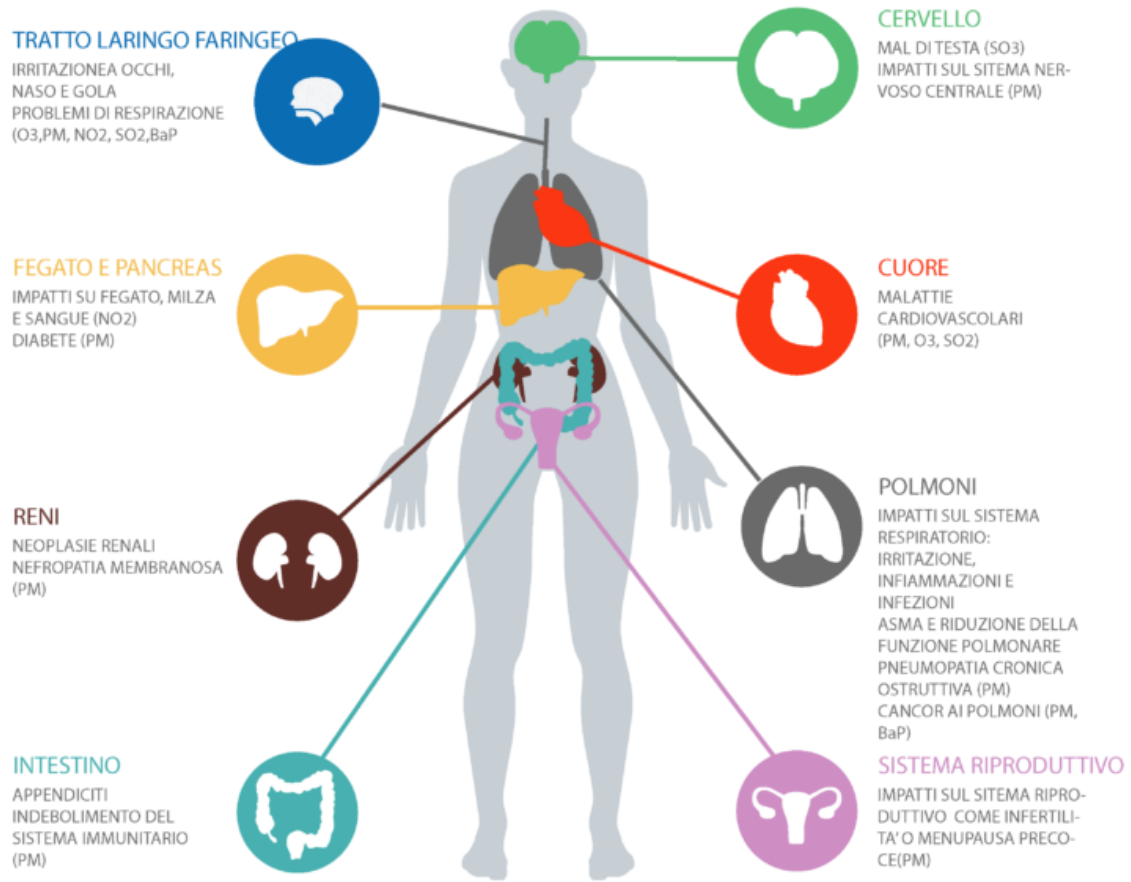
### **Ozono**

Infine c'è l'Ozono che ha origine da reazioni secondarie derivanti anche da inquinanti correlati al traffico veicolare (precursori). La formazione dell'ozono deriva dai precursori: NO<sub>x</sub>, COV ed in parte minore CH<sub>4</sub> e CO; è possibile applicare alle emissioni di ciascuno di essi opportuni fattori peso chiamati Tropospheric Ozone-Forming Potentials (TOFP).

La presenza di livelli estivi di **Ozono** che superano i limiti di qualità e il valore obiettivo determina ricadute sulla salute della popolazione. Concentrazioni relativamente basse di ozono provocano effetti quali irritazioni alla gola, alle vie respiratorie e bruciore agli occhi; concentrazioni superiori possono portare alterazioni delle funzioni respiratorie. L'ozono è un inquinante quasi interamente secondario, cioè non emesso direttamente da sorgenti antropiche o naturali ma che si forma in atmosfera a seguito di complesse reazioni chimiche che avvengono in presenza di forte insolazione. L'ozono (O<sub>3</sub>) è un gas altamente reattivo, di odore pungente, ad elevate concentrazioni di colore blu e dotato di un elevato potere ossidante. L'ozono presente nella troposfera (lo strato atmosferico compreso fra il livello del mare e i 10 km di quota), è un componente dello "smog fotochimico" che si origina soprattutto nei mesi estivi in concomitanza di un intenso irraggiamento solare e di un'elevata temperatura. Concentrazioni relativamente basse di ozono provocano effetti quali irritazioni alla gola, alle vie respiratorie e bruciore agli occhi; concentrazioni superiori possono portare alterazioni delle funzioni respiratorie.

Di seguito si riporta una immagine che correla inquinanti atmosferici ed effetti sulla salute umana.

## IMPATTO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO SULLA SALUTE



### GLI INQUINANTI PIU' CRITICI PER LA NOSTRA SALUTE



Si riportano anche i recenti livelli di concentrazione raccomandati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (Linee Guida 2021) che risultano molto più restrittivi dei limiti della normativa vigente (D. Lgs.155/2010 e s.m.i.).

Livelli raccomandati dall'OMS nelle Linee Guida del 2021 rispetto a quelle del 2005 e ai valori limite dell'Unione Europea (Dir. 2008/50/CE)

Inquinante	Intervallo medio	Linee Guida 2005	Linee Guida 2021	Direttiva 2008/50/CE
PM <sub>2.5</sub> , µg/m <sup>3</sup>	Anno civile	10	5	25
	24 ore <sup>a</sup>	25	15	--
PM <sub>10</sub> , µg/m <sup>3</sup>	Anno civile	20	15	40
	24 ore <sup>a</sup>	50	45	50, da non superare più di 35 volte per anno civile
O <sub>3</sub> , µg/m <sup>3</sup>	Periodo estivo <sup>b</sup>	--	60	--
	8 ore <sup>a</sup>	100	100	--
NO <sub>2</sub> , µg/m <sup>3</sup>	Anno civile	40	10	40
	24 ore <sup>a</sup>	--	25	--
SO <sub>2</sub> , µg/m <sup>3</sup>	24 ore <sup>a</sup>	20	40	125, da non superare più di 3 volte per anno civile
CO, µg/m <sup>3</sup>	24 ore <sup>a</sup>	--	4	--

µg = microgrammi

<sup>a</sup> = 90 percentile (es. 3/4 giorni di superamento all'anno).

<sup>b</sup> = media della concentrazione media massima giornaliera di O<sub>3</sub> su 8 ore nei sei mesi consecutivi con la più alta concentrazione media semestrale di O<sub>3</sub>.

Nota: all'anno civile e al periodo estivo corrisponde un'esposizione a lungo termine, mentre alle 24 ore e alle 8 ore un'esposizione a breve termine.

### 6.3 Conclusioni sulla salute umana

La principale fonte emissiva dell'area è data dall'asse autostradale, il cui incremento di traffico, prefigurato dallo studio trasportistico è di fatto indipendente dalla presenza del nuovo casello.

Nell'area vasta (comprensiva del vecchio casello, del nuovo casello e della maglia stradale circostante), studiata la situazione **post operam** al 2051, il quadro emissivo di esercizio, evidenzia situazioni locali di miglioramento proprio in corrispondenza delle aree più abitate e dunque con il maggior numero di ricettori esposti. Questo evidenzia il beneficio dello spostamento del casello pure a fronte di un importante trend in aumento del traffico stradale al 2051 nelle varie tratte analizzate.

Nei paragrafi a seguire vengono illustrate nel dettaglio, le ipotesi ed i risultati delle simulazioni effettuate per la valutazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Lo studio prudenzialmente non considera la diminuzione dei fattori di emissione medi (grammi/veicolo x km) a seguito dell'evoluzione delle direttive che regolano le emissioni allo scarico.

La composizione del parco veicolare e i fattori di emissioni del post opera sono infatti relativi all'anno 2019 e 2020 e dunque non si considera lo scenario temporale all'anno 2051 risultando questa una scelta comunque cautelativa. Inoltre per una valutazione complessiva dell'impatto sulla salute dovuto alle variazioni della qualità dell'aria generate dall'opera di progetto, bisogna tener presente che l'opera a progetto andrà a spostare dei flussi di traffico e le conseguenti emissioni dall'area dal centro abitato di San Stino di Livenza, area ad alta densità di ricettori, a zone al di fuori dei centri abitati, a densità di ricettori molto più bassa.

Per quanto detto l'impatto sulla salute pubblica dell'opera in progetto generato dall'impatto sulla qualità dell'aria in fase di esercizio è quindi da considerarsi positivo rappresentato dalla riduzione dell'incidenza delle patologie che riconoscono come causa o concausa l'inquinamento da traffico degli ambienti di vita.

Non appare quindi necessaria la previsione di misure di mitigazione in tal senso in fase di esercizio.

Per quanto riguarda la **fase di cantiere**, come riportato nello specifico allegato, l'inquinamento atmosferico va associato alle emissioni di polveri e di ossidi di azoto a causa delle lavorazioni e del traffico indotto dalla cantierizzazione. Prudenzialmente si sono considerate le attività di cantiere continue in tutto l'anno solare, le emissioni inoltre verranno ridotte al minimo indispensabile mediante

l'adozione di opportuni accorgimenti quali la bagnatura delle aree di transito dei mezzi e il lavaggio dei pneumatici, si ritiene che le variazioni della qualità dell'aria indotte dalla realizzazione dell'opera in progetto in fase di cantiere non avranno un impatto sulla salute pubblica essendo rispettose dei limiti di normativa, come evidente dallo studio previsionale effettuato. In ogni caso si è ritenuto per maggior tutela della salute del ricettore più esposto alle attività di cantiere (abitazione R2) un monitoraggio degli ossidi di azoto per accertare il non superamento dei limiti di legge.

## **7 INFLUENZA DEI PARAMETRI METEO CLIMATICI SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO**

L'inquinamento di una certa località dipende molto dalle condizioni meteorologiche, che possono determinare una differente dispersione e quindi una diversa concentrazione al suolo dei contaminanti. Generalmente le concentrazioni di inquinanti che si presentano in un dato luogo sono il risultato di differenti fenomeni che possono accumulare, disperdere o diluire gli inquinanti stessi; infatti, non è solo la localizzazione e la quantità delle fonti emissive a determinare la qualità dell'aria.

Il grado di stabilità dell'atmosfera influisce sulla velocità con cui gli inquinanti diffondono nell'aria, mentre la diffusione verticale può essere influenzata dai moti convettivi riguardanti lo strato dell'aria a contatto col suolo. Questi ultimi, interessano solitamente una quota che va da qualche decina a qualche centinaia di metri. In corrispondenza di basse altezze dello strato di rimescolamento gli inquinanti hanno un volume minore a disposizione per la dispersione, favorendo così un aumento della loro concentrazione al suolo.

Altro fattore da considerare è la variazione dell'altezza di rimescolamento, sia nel corso del giorno sia nel corso delle stagioni; infatti, a parità di quantità di inquinante emessa, il perdurare di condizioni di forte inversione termica, a cui corrisponde una bassa quota dello strato di rimescolamento, fa sì che le sostanze inquinanti non riescano ad allontanarsi e disperdersi verso l'alto causando un aumento di concentrazione al suolo. L'altezza dello strato di rimescolamento permette di quantificare le dimensioni della porzione di atmosfera influenzata dalla presenza di inquinanti. È una grandezza che varia nell'arco della giornata: di giorno cresce per effetto della turbolenza convettiva che si sviluppa in presenza della radiazione solare, di notte diminuisce in seguito allo sviluppo di condizioni stabili.

Vi sono inoltre altri fattori meteo climatici che influenzano la dispersione degli inquinanti in atmosfera quali la piovosità e la velocità del vento. Pioggia e neve abbattono le particelle, il vento le sposta anche sollevandole, mentre le dinamiche verticali connesse ai profili termici e/o eolici le allontanano. Una volta emesse le polveri possono rimanere in sospensione nell'aria per circa dodici ore, mentre le particelle a diametro sottile, ad esempio 1  $\mu\text{m}$ , possono rimanere in circolazione per circa un mese. La frazione fine delle polveri nei centri urbani è prodotta principalmente da fenomeni di combustione derivanti dal traffico veicolare e dagli impianti di riscaldamento.

## 8 ANALISI MODELLISTICA DI RICADUTA AL SUOLO DEGLI INQUINANTI

### 8.1 PREMESSA

La valutazione della dispersione di sostanze inquinanti in atmosfera viene effettuata tramite l'implementazione di un modello di qualità dell'aria, o "modello di dispersione in atmosfera", ossia di un algoritmo matematico che ha come obiettivo il calcolo delle concentrazioni in atmosfera di uno o più inquinanti emessi da un insieme di sorgenti definito. Le due principali categorie di modelli sono:

- Modelli stocastici che non fanno riferimento a relazioni fisiche di causa-effetto ma unicamente a correlazioni statistiche, per cui sono caratterizzati da una serie di limiti intrinseci e vengono utilizzati prevalentemente per formulare previsioni semi-quantitative sull'inquinamento atmosferico;
- Modelli deterministici che sono costituiti da algoritmi matematici che riproducono (in misura più o meno approfondita a seconda della tipologia del modello stesso) i processi di diffusione, trasporto e trasformazione chimica a cui gli inquinanti sono sottoposti una volta emessi nell'atmosfera (Caline, WinDimula, ecc.).

I modelli deterministici forniscono in uscita la distribuzione spaziale di uno o più inquinanti in una determinata area e hanno la necessità di essere alimentati con una serie di dati di ingresso, suddivisibili in tre tipologie generali:

- Dati geografici, che descrivono le caratteristiche del territorio in cui avviene l'emissione, in particolare l'orografia. L'ambito territoriale in cui avviene l'applicazione del modello viene chiamato dominio di calcolo;
- Dati emissivi, che descrivono le caratteristiche delle fonti di inquinamento atmosferico che vengono prese in considerazione, in particolare la quantità e la tipologia degli inquinanti emessi;
- Dati meteorologici, che descrivono le modalità con cui gli inquinanti vengono dispersi nell'atmosfera, in particolare l'anemologia e i fenomeni legati alla turbolenza e alla stabilità atmosferica.

L'utilizzo di modelli diviene quindi una risorsa fondamentale per poter ricostruire, nel modo più aderente alla realtà, lo stato della concentrazione dei diversi inquinanti all'interno di un determinato dominio di calcolo. Ciò tenendo sempre in considerazione che, quale prodotto di simulazione, rappresenta un processo che introduce inevitabilmente un determinato grado di approssimazione rispetto alla realtà. Attualmente esistono diversi software/modelli per lo studio di tale fenomeno che si differenziano principalmente per la loro complessità, per gli ambiti di applicazione e/o per la base teorico-concettuale su cui poggiano: non esiste un unico modello in grado di adattarsi alle varie condizioni ed in grado di simulare tutte le situazioni. Ciò a causa della complessità dell'argomento, delle innumerevoli variabili presenti quali le fonti emissive, il tipo di simulazione che si deve effettuare (nel lungo o breve periodo), per le caratteristiche morfologiche del luogo etc. Un passo fondamentale diventa quindi quello della scelta del modello che si deve basare su fattori quali:

- il grado di approfondimento e la tipologia di analisi richiesti;
- la tipologia di sorgente emissiva che si vuole simulare;
- la morfologia dell'area di studio (area urbana, rurale etc...);
- le informazioni/dati reperibili/disponibili;
- la scala di dettaglio della modellizzazione;
- il livello di accuratezza dei risultati simulati.

Sulla base di quanto indicato l'analisi modellistica è stata effettuata mediante il Maind Model Suite Caline 4, modello gaussiano per il calcolo delle concentrazioni di inquinanti emessi da traffico veicolare consigliato da ISPRA. La simulazione è stata condotta su **base oraria e su un periodo di un anno**.

Per le elaborazioni dei limiti di normativa in corrispondenza dei ricettori è stato utilizzato il software MMS Runanalyzer. Inoltre è stato utilizzato Surfer 15 che è un software in ambiente GIS per la visualizzazione grafica dei dati.

## **8.2 I MODELLI DI CALCOLO**

### **8.2.1 Caline 4**

Per le simulazioni modellistiche delle emissioni da traffico veicolare è stato utilizzato il modello statunitense CALINE4. Si tratta di un modello gaussiano stazionario distribuito dal CALTRANS (California Department of Transportation) per la valutazione della diffusione delle specie chimiche emesse da sorgenti lineari (cioè infrastrutture viabilistiche) quali: NO<sub>2</sub>, particolato, CO e gas inerte. È l'ultima versione dei modelli sviluppati dall'Istituto californiano e rispetto alla terza versione, che rappresenta il modello raccomandato dall'EPA per la stima delle ricadute di inquinanti inerti emessi dal traffico, CALINE4 presenta alcune opzioni più avanzate come:

- ✓ una nuova parametrizzazione del coefficiente di dispersione verticale, basata sul tempo di residenza dell'inquinante sulla carreggiata (mentre il coefficiente di dispersione orizzontale si basa sulle classi di Pasquill);
- ✓ un approccio semplificato per tener conto delle intersezioni fra strade e delle strade a canyon o a bluff.

Il modello suddivide gli archi della strada considerata in una serie finita di elementi emissivi perpendicolari alla direzione del vento (Figura 5.1) che sono trattati con il metodo FLS (Finite Line Source). La concentrazione stimata dal modello in un punto (definito recettore) è data dalla somma dei contributi delle gaussiane generate da ciascuno degli archi del grafo considerato.

Per ogni percorso stradale si è fornito, per quanto riguarda i dati geometrici: il nome dell'arco, le coordinate del nodo iniziale e del nodo finale, la quota dell'arco rispetto al piano di campagna e la larghezza; mentre per quanto riguarda i dati emissivi si è indicato il fattore di emissione per unità di lunghezza e il flusso orario di veicoli.

Infine, essendo l'approccio diffusionale di CALINE4 basato sulle classi di stabilità di Pasquill-Gifford, le variabili meteorologiche richieste sono state la velocità e la direzione del vento, la classe di stabilità, la rugosità, l'altezza dello strato di rimescolamento e la temperatura ambiente.

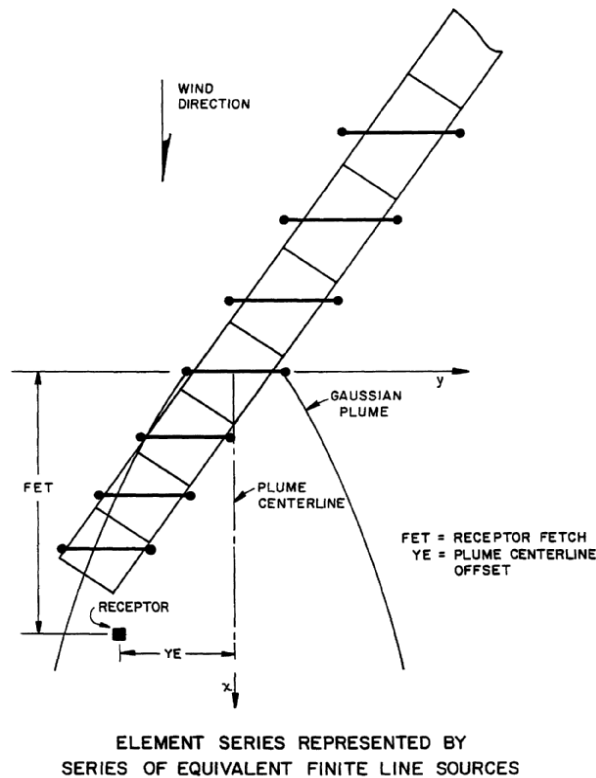


Figura 8.1 - Trattamento della sorgente lineare nel modello CALINE4 con il metodo della suddivisione in numero finito di elementi emissivi perpendicolari alla direzione del vento (Fonte: CALTRANS)

## 8.2.2 Runanalyzer

Il programma MMS RunAnalyzer è il programma MAIND S.r.l per il post-processamento dei risultati calcolati dai principali modelli di calcolo di diffusione di inquinanti in atmosfera.

## 8.2.3 Metodologia di calcolo di NO<sub>2</sub>

Le sorgenti che emettono gas derivanti da combustione emettono Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>) principalmente sotto forma di monossido di Azoto (NO) parte del quale, reagendo per permanenza in atmosfera con Ozono e altri agenti ossidanti, si trasforma in biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>).

Le normative sulla qualità dell'aria sia nazionali (DL 155 del 13/08/2010) che internazionali definiscono limiti di concentrazione su NO<sub>2</sub> quindi, per una corretta stima degli standard di qualità dell'aria, risulta necessario riuscire a stimare il rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> nella valutazione degli indicatori di qualità dell'aria calcolati attraverso simulazioni modellistiche.

Poiché il processo di trasformazione NO - NO<sub>2</sub> per permanenza di NO<sub>x</sub> in atmosfera è piuttosto complesso e soprattutto fortemente legato alle condizioni ambientali sito-specifiche, nello svolgimento degli studi di emissione si adottano delle ipotesi semplificative per la definizione del rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>.

Il tipico approccio di primo livello in uno studio di diffusione modellistico è quello cautelativo cioè assumere che l'NO<sub>x</sub> emesso sia da considerarsi totalmente come NO<sub>2</sub> (cioè NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> = 1); sempre in questo contesto si può inquadrare anche la procedura EPA ARM (Ambient Ratio Method) secondo la quale il rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> è un valore costante pari a 0.8 per la valutazione dei valori orari e 0.75 per la valutazione dei valori annuali. Queste metodologie in genere sovrastimano il valore orario di NO<sub>2</sub> però l'ipotesi cautelativa che ne è alla base, in assenza di superamenti degli indicatori di qualità dell'aria, garantisce la robustezza dell'analisi regolatoria.

## La procedura ARM2

US-EPA ha validato negli ultimi anni una nuova tecnica di valutazione chiamata ARM2 basata sul perfezionamento della metodologia ARM (Ambient Ratio Method) citata in precedenza.

ARM2 permette di definire il rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> utilizzando la seguente funzione polinomiale:

$$y = a*x^6 + b*x^5 + c*x^4 + d*x^3 + e*x^2 + f*x + g$$

dove:

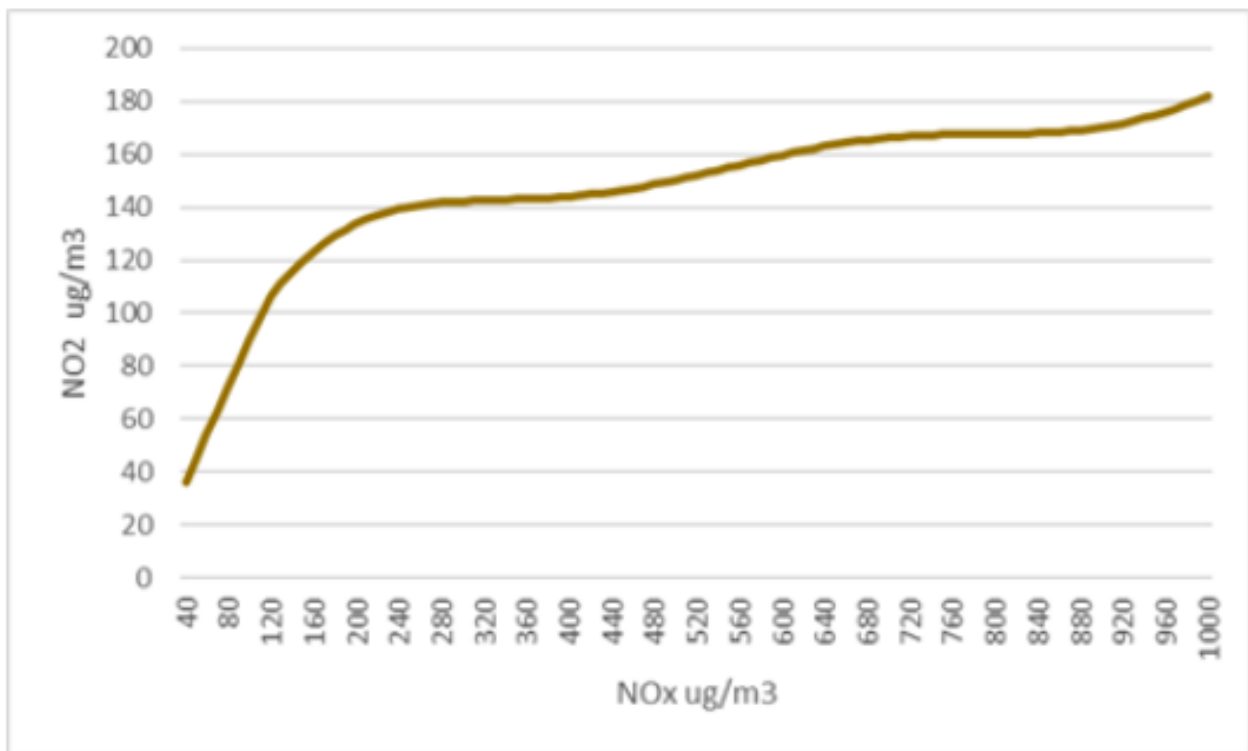
y = rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> da cui NO<sub>2</sub> = y\*NO<sub>x</sub>

x = concentrazione di NO<sub>x</sub> calcolata dal modello

a,b,c,d,e,f,g = coefficienti costanti della funzione interpolante i cui valori sono riportati nella tabella seguente:

La funzione polinomiale interpolante riportata è stata elaborata da EPA attraverso l'analisi delle serie decennali [2001 – 2010] dei dati misurati di NO ed NO<sub>2</sub> in tutte le stazioni del territorio nazionale Americano. L'analisi dettagliata del procedimento che ha portato allo sviluppo della procedura ARM2 è descritta nella pubblicazione Ratio Method Version 2 (ARM2) for use with AERMOD for 1-hr NO<sub>2</sub> Modeling. La procedura ARM2, secondo le indicazioni EPA riportate nella pubblicazione citata, è applicabile per valori del rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> compresi nell'intervallo [0.2 – 0.9].

Nel grafico seguente viene riportata la curva ARM2 dei valori di concentrazione di NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) in funzione dei valori di concentrazione calcolati di NO<sub>x</sub> (µg/m<sup>3</sup>).



Il postprocessore MMS RunAnalyzer supporta la procedura ARM2 elaborata dall'EPA per il calcolo di NO<sub>2</sub> a partire dalle concentrazioni di NO<sub>x</sub>. Per il calcolo di NO<sub>2</sub> si sono utilizzati i dati di fondo orari di NO<sub>2</sub> della stazione di San Donà di Piave forniti da ARPAV e sono stati importati nel software RunAnalyzer per determinare le concentrazioni ai ricettori.



### 8.3 DATI METEO UTILIZZATI

I fattori meteorologici ricoprono un ruolo di primaria importanza nei confronti della componente atmosfera in quanto dettano variabili quali la velocità con cui gli inquinanti vengono trasportati sia in atmosfera che al suolo, influiscono sull'altezza di rimescolamento e determinano la formazione di inquinanti secondari come ad esempio l'ozono. La meteorologia riveste quindi un ruolo fondamentale per la rappresentazione dei fenomeni di trasporto e dispersione degli inquinanti in atmosfera.

Per maggiori dettagli rispetto ai dati meteoroclimatici forniti e utilizzati e a quelli elaborati dai modelli di simulazione si fa riferimento all'All. 0722S992301 "Dati meteoroclimatici".

I dati forniti da ARPAV sono relativi alle classi di stabilità e hmix dell'atmosfera a frequenza oraria per l'anno 2020, anno calcolati sul **punto di griglia** (43\_26) più prossimo alle coordinate Gauss Boaga fuso ovest x: 1792604 Y: 5072676 in Comune di **Portogruaro** inclusi i dati meteo di temperatura aria (in °K), intensità del vento e direzione del vento (come verso nonché le variabili micrometeorologiche: lunghezza di Monin-Obukhov e la velocità di frizione).

I dati forniti da ARPAV - Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Unità Organizzativa Meteorologia e Climatologia (Rif. prot. n. 49008 / 2021) - sono elaborati da Calmet (su grigliato 4kmx4km) per il punto di griglia più prossimo all'area di studio, per l'anno 2020.

Sono stati in particolare forniti:

- 1) data e ora cui si riferisce l'elaborazione (aammgghh);
- 2) direzione verso cui soffia il vento (in gradi);
- 3) intensità del vento (in m/s);
- 4) temperatura a 2 m (in °K);
- 5) classe di Pasquill;
- 6) Hmix;
- 7) Velocità di frizione;
- 8) Lunghezza di Monin-Obukhov

Risoluzione utilizzata nel modello: 4 km.

I dati forniti su base oraria e su un periodo di un anno (2020). Il modello utilizza dati meteorologici valutati su base oraria.

Nel caso di condizioni instabili, gli inquinanti sono facilmente dispersi in atmosfera, per effetto della turbolenza convettiva e/o meccanica. In condizioni stabili, d'altra parte, gli inquinanti tendono a rimanere confinati in uno stretto strato atmosferico, all'altezza della sorgente che li emette, a causa della scarsa capacità di diluizione dell'atmosfera.

Esistono diversi criteri empirici e teorici che permettono di definire il grado di turbolenza atmosferica. L'applicazione di modelli gaussiani come CALINE, richiede generalmente la classificazione della stabilità in 6 classi, secondo lo schema di Pasquill-Gifford:

<i>Classe Pasquill</i>	<i>Classe nei modelli</i>	<i>Descrizione</i>
A	1	instabilità forte
B	2	instabilità moderata
C	3	instabilità debole
D	4	neutralità
E	5	stabilità debole
F	6	stabilità moderata
G		stabilità forte

L'attribuzione della classe di stabilità avviene attraverso diversi schemi analitici; nel seguito vengono citati i più utilizzati.

velocità vento (m/s)	radiazione solare totale (W/m <sup>2</sup> )			cielo coperto	ore di transizion e*	copertura nuvolosa (ottavi)		
	> 600	300-600	< 300			0-3	4-7	8
≤ 2	A	A – B	B	C	D	F o G**	F	D
2 – 3	A - B	B	C	C	D	F	E	D
3 – 5	B	B – C	C	C	D	E	D	D
5- 6	C	C – D	D	D	D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D	D	D	D

\* 1 ora prima del tramonto e 1 ora dopo l'alba

\*\* notte, 0 o 1 ottavi copertura nuvolosa, calma di vento

La classificazione della stabilità secondo lo schema empirico sopra riportato avviene mediante valutazione di alcune grandezze misurate al suolo: copertura nuvolosa, radiazione solare, velocità del vento. I dati di nuvolosità derivano dalle osservazioni effettuate dall'aeronautica militare (dati SYNOP a cadenza tri-oraria).

Scelte operative:

Il metodo ritenuto attualmente più appropriato dal punto di vista operativo per la classificazione della stabilità atmosferica, data la disponibilità dei dati, è il metodo empirico di Pasquill; a tal fine si adotta la seguente tabella di classificazione (derivata da Mohan e Siddiqui, 1998):

		<b>Giorno</b>						<b>Notte</b>			
		Radiazione solare W/m <sup>2</sup>					tramonto-1h alba-1h	Nuvolosità ottavi			
vento(m/s)	>750	600<<750	450<<600	300<<450	150<<300	<150		vento(m/s)	0-3	4-7	8
0<<1	A	A	A	B	B	C	D	<1	F	F	D
1<<2	A	A	B	B	B	C	D	<2	F	F	D
2<<3	A	B	B	B	C	C	D	<3	F	E	D
3<<4	B	B	B	B	C	C	D	<4	E	D	D
4<<5	B	B	C	C	C	C	D	<5	E	D	D
5<<6	C	C	C	D	D	D	D	<6	D	D	D
>6	C	C	D	D	D	D	D	>6	D	D	D

Come si può notare si fa la scelta di imporre classi instabili e al più neutre per il giorno e classi stabili e al più neutre per la notte; questa scelta, pur essendo ragionevole nella maggior parte dei casi, potrebbe avere alcune eccezioni specialmente nella stagione fredda quando sulla pianura sono presenti classi stabili anche di giorno, e in presenza di fronti freddi di notte quando l'irruzione di aria fredda può distruggere la stabilità.

Ad un dato sito viene attribuita la copertura nuvolosa interpolata dalle stazioni sinottiche disponibili a cadenza trioraria, e riportata a cadenza oraria con una ulteriore interpolazione.

**Utilizzo del dato di pioggia**

Data la difficoltà a reperire dati di copertura nuvolosa affidabili si utilizza il dato di precipitazione. Si attribuisce copertura 8/8 se entro le 3 ore almeno un dato di precipitazione è maggiore a 0.4mm.

**Ricoprimento buchi nella copertura nuvolosa (tcc) dalle stazioni sinottiche**

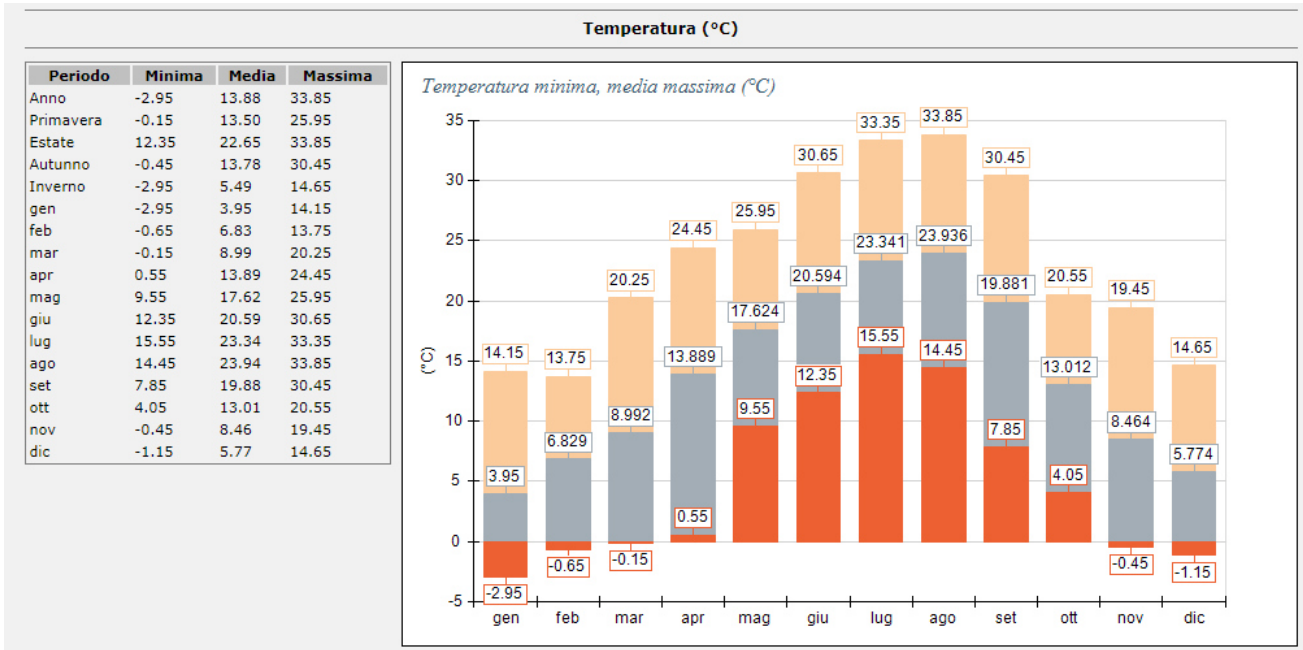
Quando la copertura nuvolosa interpolata dai dati sinottici non è disponibile (buchi nel database), essa viene stimata confrontando la radiazione teoria e la radiazione misurata, integrate su 24 ore per questioni di affidabilità del calcolo.

Nelle ore diurne non cambia nulla nella classificazione di Pasquill mentre l'altezza di rimescolamento può subire delle marginali variazioni.

Nelle ore notturne possono invece essere erroneamente classificate, tipicamente si sovrastima la stabilità perché difficilmente la copertura misurata potrà essere 8/8.

**Temperature**

Dal modello Caline utilizzato si estrae il dato di temperatura.



**Altezza dello strato di rimescolamento e altre variabili micrometeorologiche**

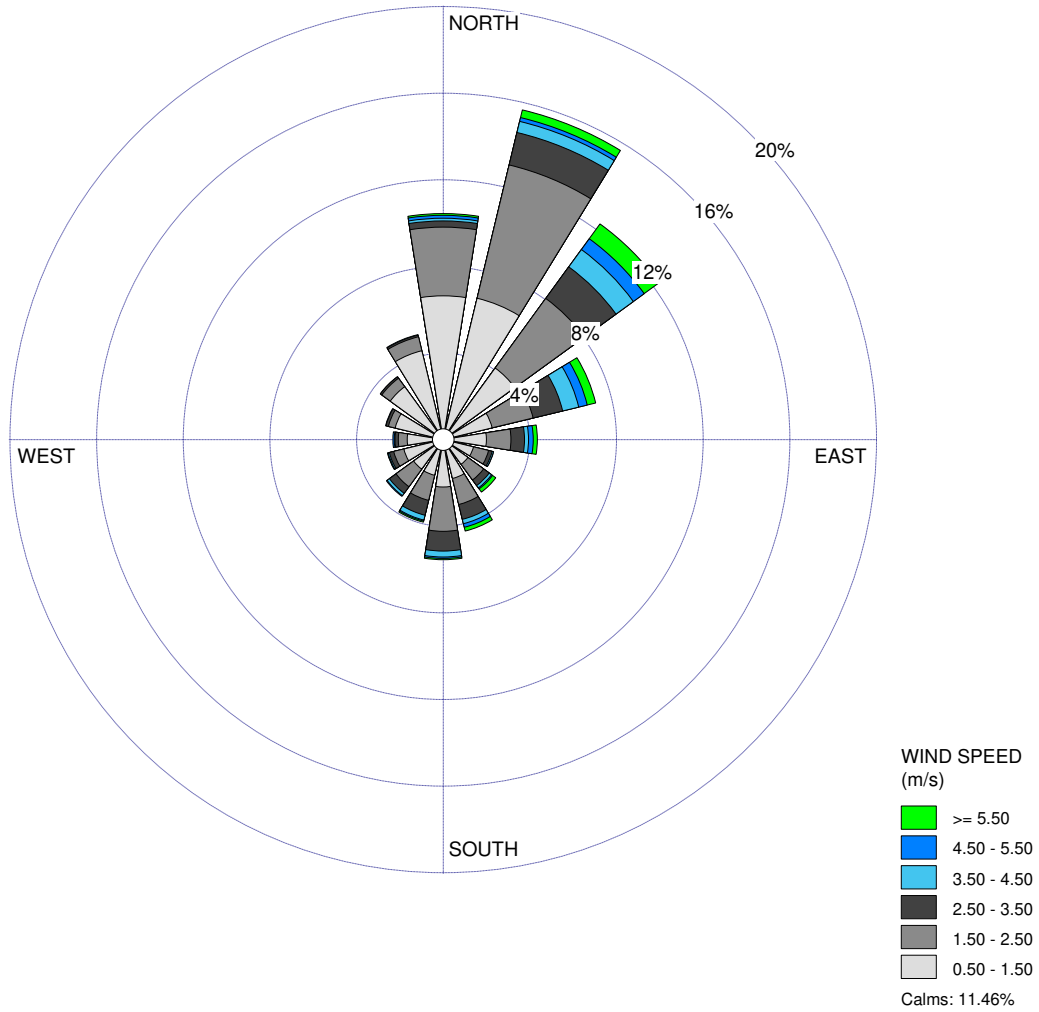
L'altezza dello strato di rimescolamento è stata stimata mediante il metodo del bilancio energetico, utilizzato anche nei processori meteorologici US\_EPA: METRO, AIRMET, CALMET.

Questo metodo passa attraverso la stima del flusso di calore sensibile e il calcolo iterativo della lunghezza di Monin-Obukhov e della velocità di frizione superficiale. A partire da questi parametri si stima mediante due procedimenti diversi l'altezza di rimescolamento rispettivamente diurna e notturna.

Dai dati meteorologici ricevuti da ARPAV si indica che le calme di vento sono pari a 11,46% su base annuale, dunque inferiori a 15-20%, soglia quest'ultima che se viene superata indica che è preferibile l'utilizzo di un modello lagrangiano a "puff". In particolare viene indicato il numero di record che sono esclusi dal calcolo per condizioni di calma o vento debole ( $v < 0.5$  m/s) che non sono supportati dal modello Caline. L'altezza di misura del vento è pari a 10 m. La percentuale ammessa dei dati meteo invalidi è inferiore al 10%, essendo tutti presenti in quanto estrapolati dal punto griglia Calmet.

Si riporta di seguito la Rosa dei venti fornita da ARPAV.

WIND ROSE PLOT: **punto griglia comune Portogruaro da corsa regionale 4 km**      DISPLAY: **Wind Speed  
Direction (blowing from)**



COMMENTS:	DATA PERIOD:	COMPANY NAME:	
	<b>Start Date: 01/01/2020 - 01:00</b> <b>End Date: 01/01/2021 - 00:00</b>	MODELER:	
	CALM WINDS:	TOTAL COUNT:	
	<b>11.46%</b>	<b>8784 hrs.</b>	
	AVG. WIND SPEED:	DATE:	PROJECT NO.:
	<b>1.62 m/s</b>	<b>16/06/2021</b>	

WRPLOT View - Lakes Environmental Software

## 9 SCENARI ANTE OPERAM (AO) E POST OPERAM (PO)

### 9.1.1 Valori di fondo e inquinanti analizzati

Al fine di valutare gli scenari Ante Operam (AO) e Post Operam (PO) e di caratterizzarne gli aspetti nel modo corretto è necessario fare riferimento alla situazione attuale relativa alla qualità dell'aria, in particolare allo stato degli inquinanti presi in considerazione, ovvero PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> (polveri sottili), e NO<sub>x</sub> (ossidi di azoto).

A questo fine sono state prese in considerazione le seguenti stazioni più vicine e rappresentative appartenenti alla rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria che da confronto con ARPAV sono risultate:

- San Donà di Piave (stazione di fondo) più vicina e rappresentativa per PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>x</sub> e NO<sub>2</sub>
- Parco Bissuola a Mestre (stazione di fondo) usata per i parametri mancanti, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> e PM<sub>10</sub>

Si prendono per il caso in esame le due stazioni di Mestre Parco Bissuola e San Donà in quanto dispongono di più parametri disponibili al fine del calcolo di ricaduta al suolo degli inquinanti.

I **valori medi relativi agli ultimi 5 anni**, per gli inquinanti PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>x</sub>, e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> sono stati considerati come valori di fondo per l'area territoriale comprendente l'intero tracciato in esame, fase AO e PO. Di seguito si riporta una tabella che sintetizza i dati di fondo relativi agli inquinanti considerati.

I valori medi sono stati presi dalle relazioni annuali del DAP Venezia (Documenti dei Dipartimenti Provinciali) dal 2019 a 2016. I valori del 2020 sono stati presi dalla Relazione Regionale Qualità dell'aria - Anno 2020 e dai dati richiesti e ricevuti da ARPAV (Rif. 40ATM21 del 22.06.2021) con riferimento a:

- concentrazioni orarie di biossido di azoto e ossidi di azoto rilevate dal 1° gennaio 2016 al 31 dicembre 2020 a San Donà di Piave (file ARPAV\_SanDona\_1h.xls);
- concentrazioni giornaliere di PM10 e PM2.5 rilevate, rispettivamente, dal 1° gennaio 2020 al 31 dicembre 2020 e dal 1° gennaio 2016 al 31 dicembre 2020 a San Donà di Piave (file ARPAV\_SanDona\_24h.xls).
- concentrazioni orarie di benzene rilevate dal 1° gennaio 2016 al 31 dicembre 2020 a Mestre – Parco Bissuola (file ARPAV\_Bissuola\_1h.xls);
- concentrazioni giornaliere di PM10 rilevate dal 1° gennaio 2016 al 31 dicembre 2020 a Mestre – Parco Bissuola (file ARPAV\_Bissuola\_24h.xls).

In grigio quelli inseriti nel modello.

San Donà di Piave (VE)						
	2016	2017	2018	2019	2020	Totale media 5 anni (media annuale 2016-2020)
PM <sub>10</sub>	-	-	30	30	32	-
PM <sub>2.5</sub>	21	24	18	18	25	21,2 µg/m <sup>3</sup>
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	-	-	-	-	-	-
NO <sub>2</sub>	32	29	27	35	25	29,6 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	64	52	43	51	44	50,8 µg/m <sup>3</sup>
Mestre Parco Bissuola (VE)						
	2016	2017	2018	2019	2020	Totale media 5 anni (media annuale 2016-2020)

<b>PM<sub>10</sub></b>	32	35	30	30	32	<b>31,8 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	25	27	24	22	25	24,6 µg/m <sup>3</sup>
<b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>	1.4	1.3	1.0	1.0	1.2	<b>1,18 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>NO<sub>2</sub></b>	30	32	27	28	24	28,2 µg/m <sup>3</sup>
<b>NO<sub>x</sub></b>	58	59	45	47	-	

### 9.1.2 Dominio di calcolo

Per la realizzazione della simulazione modellistica finalizzata all'analisi della distribuzione degli inquinanti PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>x</sub>, è stato considerato un unico dominio con estensione pari a 4.500 m (asse x) e 4.687 m (asse y). Le coordinate del punto posizionato a Sud Ovest sono:

X	Y
2338901	5065013

Il calcolo delle concentrazioni per gli inquinanti è avvenuto su ricettori stradali posti lungo quattro linee posizionate parallelamente alla strada distanti tra di loro 25 metri, con un fattore moltiplicativo pari a 1,5. Complessivamente sono stati considerati 2067 ricettori, posti a una distanza orizzontale fissa di 80 m ciascuno.

Considerando la morfologia dell'area di tipo urbano, al dominio è stata attribuita una rugosità superficiale pari a 1 m (zone urbanizzate). Le mappe si riferiscono al livello del suolo (pari a zero), l'altezza media sul livello m.m. è pari a 6.

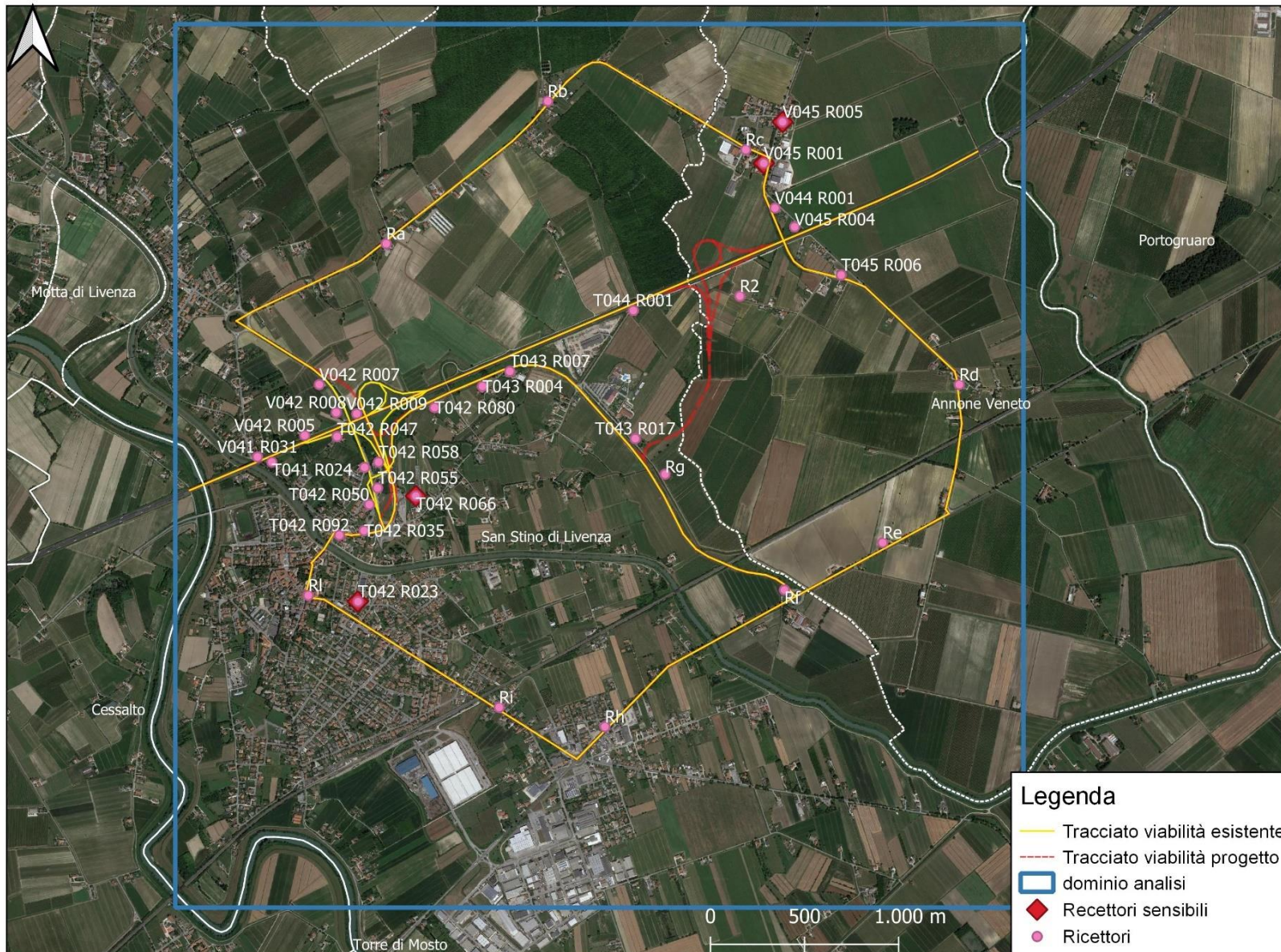


Figura 9.1 - Dominio di calcolo (Fonte: ns. elaborazione mediante software Qgis)

### 9.1.3 Sorgenti emissive lineari

Lo studio della qualità dell'aria, la cui finalità principale è la valutazione della ricaduta al suolo degli inquinanti traffico-correlati, si è basato sullo Studio del traffico allegato allo SIA.

In particolare per effettuare le valutazioni di impatto atmosferico si sono considerati i seguenti scenari:

- **Scenario 1:** situazione dello stato di fatto, Ante Operam (AO), al 2020
- **Scenario 2:** situazione dello stato di progetto, Post Operam (PO), al 2051.
- **Scenario 1a:** situazione dello stato di fatto Ante Operam (AO) con flussi di traffico al 2051. Tale scenario, pur non essendo realistico in quanto il casello attuale non sarà mantenuto, viene utilizzato a supporto di valutazioni previsionali di confronto relative agli NO<sub>2</sub>.

Lo scenario 1 fotografa la situazione emissiva dello stato di fatto con i flussi veicolari relativi all'anno 2020 come riportati in tabella 7 nello studio del traffico.

Lo scenario 2 definisce la situazione emissiva dello stato di progetto con terza corsia ultimata e nuovo casello di San Stino di Livenza, con flussi veicolari proiettati al 2051; i valori dei flussi veicolari sono desunti dalla tabella 8 dello studio del traffico e moltiplicati per i coefficienti di cui alla tabella "Stima dell'evoluzione del traffico" in fondo al medesimo studio.

Lo scenario 1a rappresenta il quadro emissivo che si avrebbe al 2051 in uno scenario ipotetico in cui l'assetto infrastrutturale fosse rimasto invariato (A4 a due corsie e casello di San Stino di Livenza nella posizione attuale).

Tra questi tre scenari risulta utile il confronto tra scenario 1a e scenario 2 in quanto permette di effettuare un confronto tra due scenari infrastrutturali diversi (attuale e di progetto), collocandoli nello stesso istante temporale (anno 2051).

Diversamente il confronto tra Scenario 1 e Scenario 2 non avrebbe valore ai fini dell'analisi, in quanto evidenzerebbe degli incrementi dello stato di progetto (scenario 2) condizionati dall'importante incremento veicolare dovuto all'evoluzione della domanda di traffico, che si sarebbe manifestata a prescindere dalla realizzazione del progetto in esame.

È opportuno ribadire che **lo scenario 1a è puramente ipotetico e unicamente finalizzato a valutare gli impatti sull'atmosfera generati dalle opere in progetto**. Si ricorda, infatti, che l'ipotesi di mantenere attivo l'attuale casello non è perseguibile per le motivazioni già espresse in precedenza.

Sono stati esaminati i dati di traffico disponibili, articolati in veicoli leggeri e mezzi pesanti.

Di seguito si riportano le immagini dei flussi di traffico considerati che rappresentano i veicoli associati ad ogni arco per le due direzioni. I dati inseriti nel modello sono relativi al TGM 24 da cui sono stati determinati i veicoli ora.

Il traffico veicolare non deve essere comunque considerato l'unico contributo che caratterizza la matrice emissiva considerata, ma di certo fornisce un apporto significativo in relazione agli inquinanti traffico-correlati.



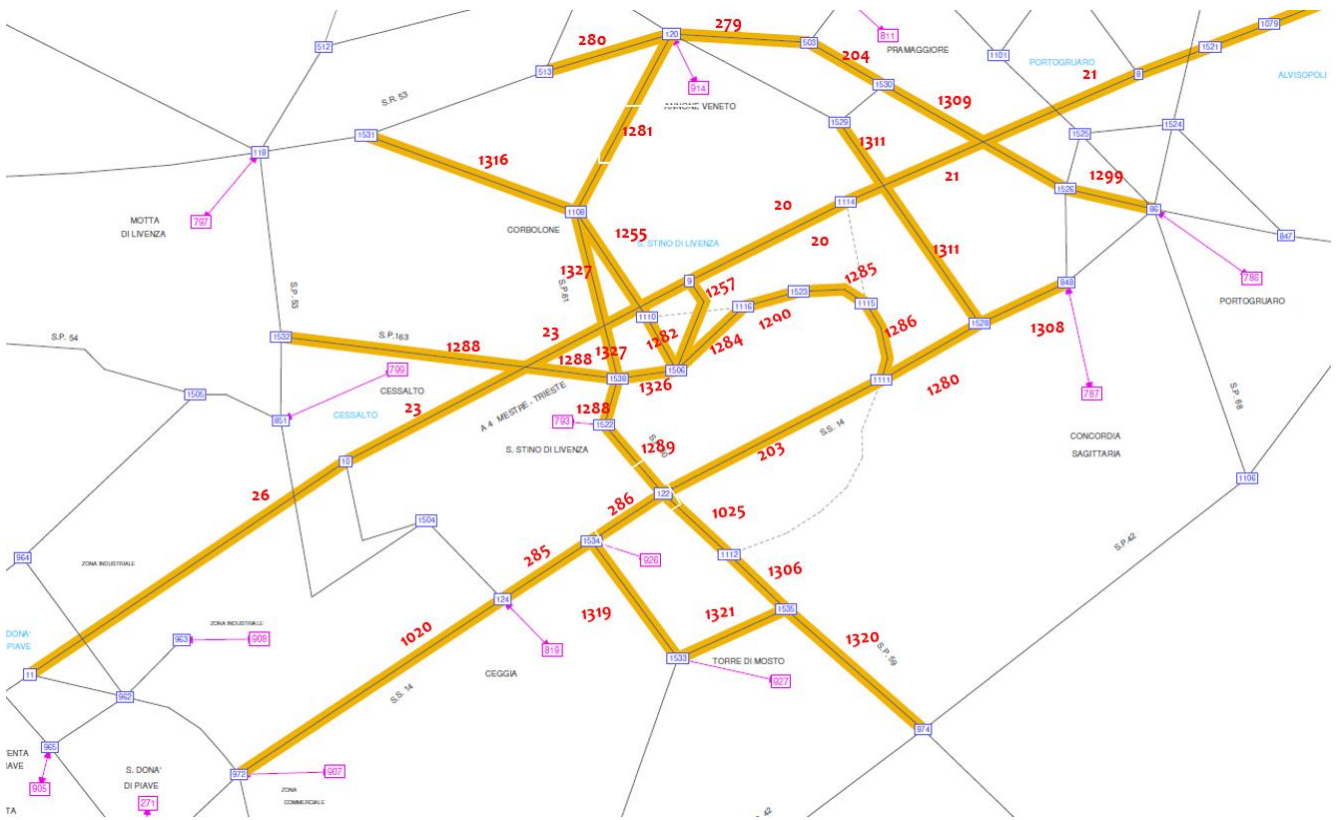


Figura 9.2 Situazione esistente (Fonte: studio del traffico Ing. Honsell)

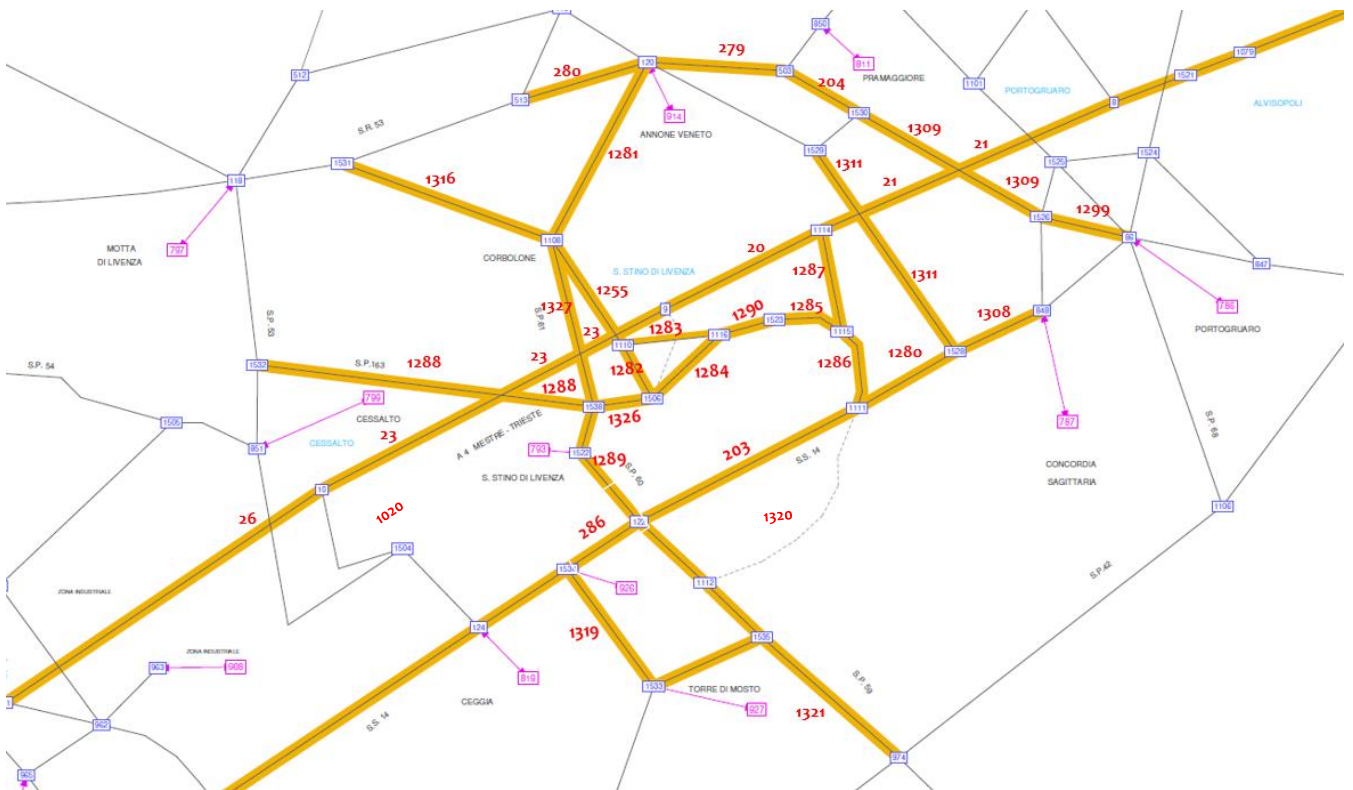


Figura 9.3 Situazione di progetto (Fonte: studio del traffico Ing. Honsell)

Per determinare i valori dello stato di fatto (Scenario 1) si sono utilizzati i dati della Tab. 7 studio del traffico dell'Ing. Fiorella Honsell.

Per determinare i valori di progetto (Scenario 2) si sono proiettati al 2051 i valori riportati nello studio del traffico nello scenario di progetto al 2028 (Tab. 8 studio del traffico dell'Ing. Fiorella Honsell) mediante l'utilizzo di indici di progressione di incremento annuale forniti dai progettisti.

Lo Scenario 1a utilizza i flussi di traffico della situazione al 2051 con terza corsia ultimata (situazione di progetto rif. Tab. 8 studio del traffico dell'Ing. Fiorella Honsell) ma riportati nel tracciato viario esistente senza opere previste.

Il dato di traffico di input per le stime modellistiche è rappresentato dall'ora media giornaliera, in quanto ritenuto più esaustivo per descrivere le condizioni traffico più rappresentative presenti sulle infrastrutture.

Di seguito si riportano i veicoli/ora utilizzati nel modello di simulazione relativi ai sopra richiamati scenari.

FLUSSI DI TRAFFICO SCENARIO 1 - STATO DI FATTO							
NOME ARCO	Nuovo da nodo a nodo	TGM (TGM L) leggeri monodirez.	TGM (TGM P) pesanti	TGM L bidirez	TGM P bidirez	TGM 24 tot	TGM/24
1326	1506-1538	560	232	781	420	1201	50,041667
1326	1538-1506	221	188				
203	122-1111	4090	1244	8280	2437	10717	446,54167
203	1111-122	4190	1193				
1255	1108 -1110	987	340	1891	907	2798	116,58333
1255	1110-1108	904	567				
1282	1110-1506	987	340	1891	907	2798	116,58333
1282	1506-1110	904	567				
20	9-1114	9770	9912	19997	19800	39797	1658,2083
20	1114-9	10227	9888				
21	1114-8	9770	9912	19997	19800	39797	1658,2083
21	8-1114	10227	9888				
1311	1528-1529	282	30	836	61	897	37,375
1311	1529-1528	554	31				
1280	1528-1111	5162	1377	9969	2822	12791	532,95833
1280	1111-1528	4807	1445				
1288	1538-1522	3541	722	6399	1526	7925	330,20833
1288	1522-1538	2858	804				
1289	1522-122	6593	549	12076	1188	13264	552,66667
1289	122-1522	5483	639				
1290	1523-1116	866	160	1526	409	1935	80,625
1290	1116-1523	660	249				
1286	1111-1115	810	199	1515	398	1913	79,708333
1286	1115-1111	705	199				
1285	1115-1523	866	160	1526	409	1935	80,625
1285	1523-1115	660	249				
1284	1116-1506	866	160	1526	409	1935	80,625
1284	1506-1116	660	249				
1327	1538-1108	2160	457	4766	832	5598	233,25

1327	1108-1538	2606	375				
23	9--110	11291	10812	22148	21679	43827	1826,125
23	10--9	10857	10867				
Via Loncon	1108-0	98,7	34	189,1	90,7	279,8	11,658333
Via Loncon	0-1108	90,4	56,7				
Rampa E	10-9-1505	1503	608			2111	87,958333
Rampa C	114-9-1506	90	293			383	15,958333
Rampa D	1506 - 9 - 10	1254	509			1763	73,458333
Rampa B	1506 - 9 - 1114	183	312			495	20,625
Rampa CD		1344	802			2146	89,416667
<b>Rampa BCDE</b>		3030	1722			4752	198

**FLUSSI TRAFFICO SCENARIO 2 (STATO DI PROGETTO) E SCENARIO 1a**

NOME ARCO	Nuovo da nodo a nodo	TGM (TGM L) leggeri monodirez.	TGM (TGM P) pesanti	TGM L bidirez	TGM P bidirez	TGM 24 tot bidirez	TGM/24
1326	1506-1538	537	183	577	231	808	33,6666667
1326	1538-1506	40	48				
203	122-1111	5228	1291	10164	2947	13111	546,291667
203	1111-122	4936	1656				
1255	1108 -1110	251	245	512	398	910	37,9166667
1255	1110-1108	261	153				
1282	1110-1506	261	153	261	153	414	17,25
1282	1506-1110	0	0				
1283	1116-1110	195	212	195	212	407	16,95833333
1287	114-1115	1852	1057	3744	2106	5850	243,75
1287	115-114	1892	1049				
20	9-1114	14667	24217	29848	36350	66198	2758,25
20	1114-9	15181	12133				
21	1114-8	13937	12597	28272	25486	53758	2239,91667
21	8-1114	14335	12889				
1311	1528-1529	368	73	1176	107	1283	53,45833333
1311	1529-1528	808	34				
1280	1528-1111	6678	1188	12405	2721	15126	630,25
1280	1111-1528	5727	1533				
1288	1538-1522	4514	783	8023	1566	9589	399,541667
1288	1522-1538	3509	783				
1289	1522-122	8708	650	15823	1314	17137	714,041667
1289	122-1522	7115	664				
1290	1523-1116	576	375	798	614	1412	58,83333333
1290	1116-1523	222	239				
1286	1111-1115	1927	810	3485	1491	4976	207,3333333
1286	1115-1111	1558	681				
1285	1115-1523	576	375	798	614	1412	58,83333333
1285	1523-1115	222	239				

1284	1116-1506	381	165	603	404	1007	41,9583333
1284	1506-1116	222	239				
1327	1538-1108	2821	550	6224	1001	7225	301,041667
1327	1108-1538	3403	451				
23	9--110	14895	13042	29060	25548	54608	2275,3
23	10--9	14165	12506				
Via Loncon	1108-0	25,1	24,5	51,2	39,8	91	3,79166667
Via Loncon	0-1108	26,1	15,3				
Rampa E	9-114-115	1493	353			1846	76,9166667
Rampa C	8-1114-115	359	704			1063	44,2916667
Rampa D	1506 - 9 - 10	1092	306			1398	58,25
Rampa B	115-1114-8	800	744			1544	64,3333333
Rampa CD		1451	1010			2461	102,541667
Rampa BCDE		3744	2107			5851	243,791667

#### 9.1.4 Calcolo fattori di emissione

Le sorgenti lineari considerate dal modello sono costituite dai veicoli che circolano nella rete stradale in studio. Per la valutazione del carico inquinante indotto dal flusso veicolare nell'area di pertinenza, è stata utilizzata la metodologia COPERT IV, metodologia di riferimento per la stima delle emissioni da trasporto stradale in ambito europeo. Tale metodologia fornisce i fattori di emissione medi di numerosi inquinanti, in funzione della velocità dei veicoli, per più di 100 classi veicolari.

Le emissioni da traffico sono costituite dalla somma di quattro contributi:

- ✓ emissioni a caldo, ovvero le emissioni dai veicoli i cui motori hanno raggiunto la loro temperatura di esercizio;
- ✓ emissioni a freddo, ovvero le emissioni durante il riscaldamento del veicolo;
- ✓ emissioni evaporative, costituite dai soli COVNM (composti organici volatili non metanici);
- ✓ emissioni da abrasione di freni, pneumatici e manto stradale (sono una frazione molto rilevante delle emissioni di particolato primario dei veicoli più recenti, in particolare per i veicoli a benzina e per i diesel con tecnologia FAP).

Le emissioni dipendono essenzialmente dal carburante, dal tipo di veicolo e dalla sua anzianità, nonché dalle condizioni di guida. I fattori di emissione sono disponibili per diversi livelli di aggregazione:

- ✓ per tipo di veicolo, detto settore (automobili, veicoli leggeri, veicoli pesanti e autobus, ciclomotori e motocicli);
- ✓ per tipo di strada, detto attività (autostrade, strade extraurbane, strade urbane);
- ✓ per carburante (benzina, diesel, GPL, metano);
- ✓ per tipo legislativo, ossia categoria Euro (da Euro 0 a Euro VI).

**Il modello adottato prevede esplicitamente le sorgenti lineari individuate come tipologia di sorgente.**

## Parco veicolare

Al fine di caratterizzare le tipologie di veicoli presenti all'interno dell'area di studio si è fatto riferimento alla composizione del parco veicoli della Provincia di Venezia ricavabile dalle tabelle ACI, in cui i dati sono suddivisi per differenti livelli di aggregazione e sono relativi all'anno 2019 (ultimo aggiornamento disponibile al momento dell'elaborazione dello studio).

## Calcolo dei fattori medi di emissione

I fattori di emissione COPERT sono stati associati alle percentuali di ogni categoria di veicoli rilevata nel parco circolante nella Provincia di Venezia più aggiornato che fa riferimento all'anno 2019. Quindi, a partire dai singoli fattori di emissione, è stata fatta un'operazione di aggregazione sulla base della composizione del parco veicoli provinciale (Fonte: Autoritratto ACI 2019, con dati aggiornati al 31-12-2019).

AUTO BUS	AUTOCA RRI TRASPOR TO MERCI	AUTOVEI COLI SPECIALI / SPECIFIC I	AUTOVET TURE	MOTOCARRI E QUADRI CICLI TRASPOR TO MERCI	MOTOC ICLI	MOTOVEI COLI E QUADRI CICLI SPECIALI / SPECIFIC I	NON DEFIN ITO	RIMORCHI E SEMIRIMO RCHI SPECIALI / SPECIFICI	RIMORCHI E SEMIRIMO RCHI TRASPOR TO MERCI	TRATT ORI STRAD ALI O MOTRI CI	Totale complesso
1421	42955	10306	475869	869	71974	528	1	2275	5219	3034	614450

Per la determinazione delle emissioni si sono utilizzati i fattori di emissione (g/km\*veh) definiti da ISPRA sul portale della rete Sinanet - FETransp (Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale) con riferimento alle tipologie di mezzi sopra indicati.

La metodologia elaborata ed applicata alla stima delle emissioni degli inquinanti atmosferici è basata sull'EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 ed è coerente con le Guidelines IPCC 2006 relativamente ai gas serra.

I fattori di emissione più aggiornati allo stato della elaborazione della presente relazione sono **relativi all'anno 2019**; sono riportati fattori di emissione rispetto ai veic\*km con riferimento all'aggregazione per settori.

Di seguito si riporta la descrizione del database utilizzato.

Il database dei fattori di emissione è stato aggiornato coerentemente con l'aggiornamento al 2019 dell'Inventario nazionale delle emissioni, sulla base del modello di stima COPERT version 5.2.2.

La classificazione del parco veicoli è coerente con la classificazione di riferimento del modello di stima COPERT. La suddivisione in classi di cilindrata si basa sulla seguente corrispondenza dei segmenti: Mini (<0,8 l); Small (0,8 - 1,4 l); Medium (1,4 - 2,0 l); Large-SUV-Executive (>2,0 l).

Il database è basato sui dati utilizzati per l'inventario delle emissioni comunicato nel 2020. In particolare i fattori di emissione e consumo delle autovetture GPL Euro 6 di piccola e media cilindrata sono aggiornati sulla base delle misure effettuate da Innovhub nel 2019. I fattori di emissione del PM exhaust per le autovetture ibride, imputabile al funzionamento a benzina, sono stati cautelativamente uguali a quelli delle corrispondenti categorie veicolari alimentate a benzina.

I fattori medi stimati per categoria e combustibile sono espressione delle caratteristiche medie del parco circolante e quindi anche della distribuzione effettiva in funzione della cilindrata.

Si prendono come riferimento i cicli di guida in ambito autostradale H (highway), U (urbano) e R (extraurbano):

Sector	PM10 2019 g/km H	PM10 2019 g/km U	PM10 2019 g/km R
Passenger Cars	0,0219	0,0436	0,0311
Light commercialeVehicles	0,0475	0,0697	0,0440
Heavy Duty Trucks	0,1301	0,2340	0,1551
Buses	0,1027	0,2175	0,1612
Motorcycles	0,0230	0,0297	0,0261

Sector	PM2.5 2019 g/km H	PM2.5 2019 g/km U	PM2.5 2019 g/km R
Passenger Cars	0,0159	0,0301	0,0209
Light commercialeVehicles	0,04	0,0505	0,0301
Heavy Duty Trucks	0,0934	0,1748	0,1074
Buses	0,0776	0,161	0,1165
Motorcycles	0,02047	0,0301	0,0218

Sector	NOx 2019 g/km H	NOx 2019 g/km U	NOx 2019 g/km R
Passenger Cars	0,3010	0,4284	0,271
Light commercialeVehicles	1,4064	1,0595	0,8018
Heavy Duty Trucks	2,3298	5,9838	2,8392
Buses	2,5858	6,9319	3,8863
Motorcycles	0,1948	0,0864	0,1188

Partendo dai dati di traffico rilevati e riportati nello studio del traffico per ogni tratta considerata (TGM leggeri e pesanti), si sono distribuiti tali mezzi sulla base del parco veicolare ACI del 2019. Tali dati sono stati poi riaggregati secondo le cinque tipologie Copert indicate.

A questo punto in base alla percentuale di ognuna di queste cinque categorie presenti nella tratta analizzata, è stato possibile determinare il fattore di emissione “pesato”, che sarà in Caline moltiplicato per i veicoli ora. Quindi ai fini del calcolo dei fattori emissivi suddetti si è effettuato il calcolo della media pesata dei fattori di emissione sulla percentuale di ogni categoria di veicoli.

Il fattore di emissione che poi viene pesato è determinato in base alla tipologia modalità di guida della tratta considerata in autostradale H (highway), U (urbano) e R (extraurbano).

Si è considerato un ciclo di guida di tipo autostradale per l'A4, un ciclo di guida extraurbano per tutte le restanti viabilità, ad eccezione di quella compresa tra il nodo 9 ed il nodo 122, per la quale è stato considerato un ciclo di tipo urbano; in riferimento agli svincoli è stato considerato un ciclo di tipo extraurbano, in relazione alle minori velocità rispetto al tratto dell'A4, ed in corrispondenza del casello un ciclo di tipo urbano per tenere in considerazioni dei fenomeni di rallentamento ed accelerazione. Per ogni tratta stradale a partire dai fattori medi di emissione Copert è stato dedotto, in base alla composizione del traffico veicolare circolante sulle viabilità indagate, il fattore medio di emissione composito per ciascun inquinante.

STATO AO	FE PM10 H	FE PM10 U	FE PM10 R	PM2.5 H	PM2.5 U	PM2.5 R	NOX H	NOX U	NOX R
1326	0,037	0,064	0,044	0,029	0,046	0,030	0,752	1,010	0,611
1289	0,026	0,048	0,034	0,020	0,034	0,023	0,406	0,545	0,343
203	0,032	0,056	0,039	0,024	0,040	0,027	0,590	0,791	0,485
1255	0,036	0,063	0,043	0,028	0,045	0,030	0,719	0,965	0,585
Loncon	0,036	0,063	0,043	0,028	0,045	0,030	0,719	0,965	0,585
1282	0,036	0,063	0,043	0,028	0,045	0,030	0,719	0,965	0,585
20	0,043	0,074	0,049	0,034	0,053	0,034	0,949	1,275	0,763
21	0,043	0,074	0,049	0,034	0,053	0,034	0,949	1,275	0,763
1311	0,025	0,046	0,033	0,019	0,033	0,023	0,378	0,506	0,321
1288	0,030	0,054	0,038	0,023	0,039	0,026	0,543	0,729	0,449
1280	0,032	0,056	0,039	0,024	0,040	0,027	0,581	0,779	0,478
1286	0,031	0,055	0,038	0,024	0,039	0,027	0,564	0,757	0,465
1285	0,031	0,055	0,039	0,024	0,039	0,027	0,568	0,763	0,469
1290	0,031	0,055	0,039	0,024	0,039	0,027	0,568	0,763	0,469
1284	0,031	0,055	0,039	0,024	0,039	0,027	0,568	0,763	0,469
1327	0,028	0,051	0,036	0,022	0,036	0,025	0,485	0,650	0,404
23	0,043	0,073	0,049	0,034	0,053	0,034	0,945	1,270	0,760
Rampa E	0,034	0,060	0,041	0,027	0,043	0,029	0,670	0,900	0,548
Rampa C	0,055	0,091	0,060	0,043	0,066	0,041	1,305	1,754	1,038
Rampa D	0,035	0,060	0,041	0,027	0,043	0,029	0,671	0,901	0,548
Rampa B	0,049	0,082	0,055	0,039	0,060	0,038	1,126	1,513	0,900
Rampa CD	0,038	0,066	0,045	0,030	0,047	0,031	0,784	1,053	0,636
Rampa BCDE	0,038	0,065	0,044	0,029	0,047	0,031	0,769	1,033	0,624

Figura 9.4 Fattori di emissione stato di fatto (Scenario 1)

STATO PO	FE PM10 H	FE PM10 U	FE PM10 R	PM2.5 H	PM2.5 U	PM2.5 R	NOX H	NOX U	NOX R
1326	0,034	0,060	0,041	0,026	0,043	0,029	0,668	0,896	0,545
203	0,032	0,056	0,039	0,024	0,040	0,027	0,586	0,787	0,483
1283	0,032	0,056	0,039	0,024	0,040	0,027	0,586	0,787	0,483
1255	0,041	0,070	0,047	0,032	0,050	0,033	0,869	1,167	0,701
via Loncon	0,041	0,070	0,047	0,032	0,050	0,033	0,869	1,167	0,701
1282	0,038	0,065	0,045	0,029	0,047	0,031	0,779	1,046	0,631
1287	0,038	0,065	0,044	0,029	0,047	0,031	0,766	1,029	0,622
1289	0,025	0,047	0,033	0,019	0,033	0,023	0,389	0,522	0,330
20	0,046	0,077	0,051	0,036	0,056	0,036	1,018	1,367	0,816
21	0,042	0,072	0,049	0,033	0,052	0,034	0,918	1,233	0,739
1311	0,026	0,047	0,034	0,019	0,033	0,023	0,398	0,534	0,337
1288	0,029	0,052	0,037	0,022	0,037	0,025	0,505	0,677	0,419
1280	0,030	0,053	0,037	0,023	0,038	0,026	0,527	0,706	0,436
1286	0,035	0,061	0,042	0,027	0,044	0,029	0,686	0,921	0,560
1285	0,041	0,070	0,047	0,032	0,050	0,033	0,866	1,163	0,699
1290	0,041	0,070	0,047	0,032	0,050	0,033	0,866	1,163	0,699
1284	0,039	0,067	0,046	0,031	0,049	0,032	0,821	1,103	0,664
1327	0,028	0,051	0,036	0,021	0,036	0,025	0,472	0,632	0,394
23	0,042	0,072	0,048	0,033	0,052	0,033	0,910	1,222	0,732
Rampa E	0,030	0,054	0,038	0,023	0,039	0,026	0,542	0,727	0,448
Rampa C	0,051	0,084	0,056	0,040	0,061	0,039	1,168	1,570	0,932
Rampa D	0,032	0,056	0,039	0,024	0,040	0,027	0,578	0,776	0,476
Rampa B	0,043	0,073	0,049	0,033	0,053	0,034	0,928	1,247	0,747
Rampa CD	0,040	0,068	0,046	0,031	0,049	0,032	0,833	1,119	0,673
Rampa BCDE	0,038	0,065	0,044	0,029	0,047	0,031	0,766	1,029	0,622

Figura 9.5 Fattori di emissione stato di progetto Scenario 2 e Scenario 1a (Situazione invariata al 2051)



### 9.1.5 Esportazione dei risultati

Il programma MMS RunAnalyzer è stato utilizzato per il post-processamento dei risultati calcolati di Caline. I risultati ottenuti mediante il software di simulazione Runanalyzer sono stati successivamente esportati ed elaborati tramite il software GIS Surfer 15.

### 9.1.6 Individuazione ricettori sensibili

Nel presente studio modellistico sono stati anche individuati i seguenti ricettori sensibili (casa di riposo e scuole) presenti all'interno del dominio di analisi, indicati nelle mappe di ricaduta al suolo degli inquinanti.

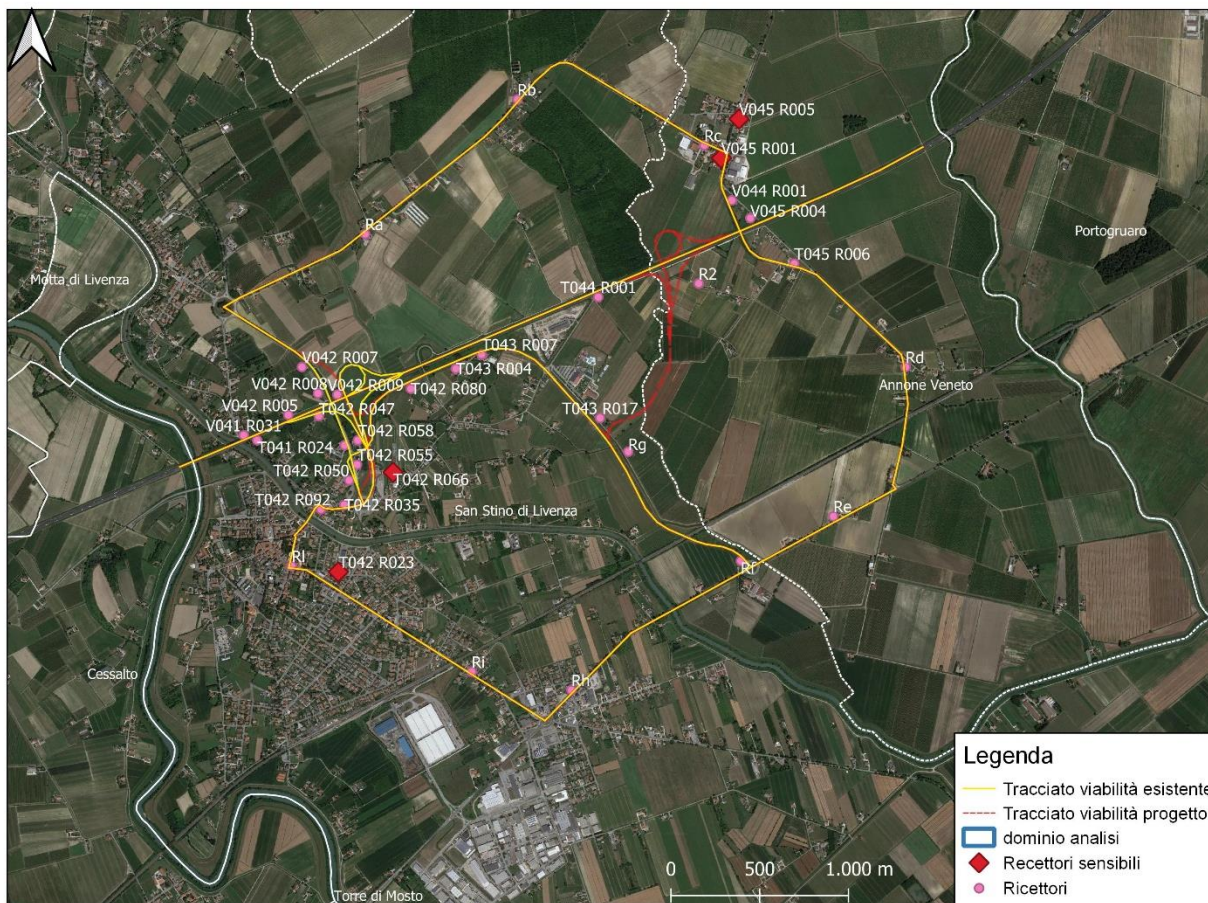


Figura 9.6 Localizzazione ricettori considerati nello studio (Elaborazione con Software QGis)

CODICE	X	Y
Rb	2340884	5069290
Ra	2340026	5068533
Rc	2341936	5069032
Rd	2343071	5067784
Rf	2342142	5066693
Re	2342664	5066944
Rh	2341188	5065966
Ri	2340626	5066069
Rl	2339612	5066664
Rg	2341508	5067308

V042 R009	2339869	5067629
V042 R008	2339760	5067636
V042 R005	2339593	5067514
T042 R047	2339765	5067508
T042 R058	2339985	5067372
T042 R054	2339911	5067344
<b>T042 R066</b>	<b>2340183</b>	<b>5067192</b>
T042 R055	2339980	5067235
T042 R050	2339936	5067147
T042 R035	2339908	5067008
T042 R092	2339777	5066984
<b>T042 R023</b>	<b>2339876</b>	<b>5066631</b>
T042 R080	2340283	5067662
T043 R004	2340537	5067775
T043 R007	2340682	5067855
T043 R017	2341349	5067497
T044 R001	2341339	5068178
V044 R001	2342091	5068722
V045 R004	2342196	5068622
T045 R006	2342443	5068366
<b>V045 R001</b>	<b>2342032</b>	<b>5068960</b>
<b>V045 R005</b>	<b>2342132</b>	<b>5069180</b>
V042 R007	2339670	5067784
V041 R031	2339342	5067400
T041 R024	2339418	5067372
R2	2341905	5068254

In particolare in rosso sono evidenziati i ricettori sensibili: T042R66 casa di riposo Fondazione Fratelli Zulianello Onlus, T042R23 Scuola, Istituto Scarpa Mattei sede di san Stino di Livenza, V045R005 scuola materna statale Alice guarda il mondo e V45R001 chiesa.

### 9.1.7 Risultati delle simulazioni

I risultati delle simulazioni vengono riportati sia sotto forma di mappature di impatto (concentrazioni), sia tabellare in corrispondenza dei ricettori ritenuti più esposti alle emissioni da traffico veicolare.

#### **DATI TABELLARI**

Per le stime puntuali sono stati ripresi i ricettori maggiormente esposti in tutti i quattro quadranti del dominio di calcolo. Nel Fig. 9.6 è riportata l'ubicazione dei punti bersaglio con tabella di codifica dei punti bersaglio e delle loro coordinate geografiche.

Nei valori di concentrazione degli inquinanti nei punti ricettori sono riportati i risultati delle simulazioni con i valori di concentrazione degli inquinanti PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub> in corrispondenza dei ricettori analizzati.

Per l'**inquinante PM10** sono riportati i seguenti valori di concentrazione:

- Media annuale, da confrontarsi con il limite di 40 µg/m<sup>3</sup> previsto dal D.Lgs. 155/2010
- Percentile 36°m<sup>24</sup>h (corrispondente al 90,41° percentile delle concentrazioni giornaliere su base annuale)
- Superamenti della soglia giornaliera di 50 µg/m<sup>3</sup>
- % Dati validati

Per l'**inquinante PM<sub>2.5</sub>** sono riportati i seguenti valori di concentrazione:

- Media annuale, da confrontarsi con il limite di 25 µg/m<sup>3</sup> previsto dal D.Lgs. 155/2010
- % Dati validati

Per l'**inquinante NO<sub>2</sub>** sono riportati i seguenti valori di concentrazione:

- Media annuale, da confrontarsi con il limite di 40 µg/m<sup>3</sup> previsto dal D.Lgs. 155/2010
- Percentile 19°m<sup>1</sup>h (corrispondente al 99,79° percentile delle concentrazioni orarie su base annuale).
- Superamenti soglia oraria di 200µg/m<sup>3</sup> numero massimo di 18 superamenti/anno consentiti)
- % Dati validati

Come indicato anche nelle linee guida di ARPAV un **impatto si ritiene significativo** se supera il 5% del limite di normativa, quindi per NO<sub>2</sub> essendo il limite pari a 40 µg/m<sup>3</sup>, il 5% di tale limite è pari a 2 µg/m<sup>3</sup> (percentile pari a 10 µg/m<sup>3</sup>). Per il PM<sub>10</sub> tale valore è pari a 2 µg/m<sup>3</sup> mentre per il PM<sub>2.5</sub> tale valore è pari a 1.25 µg/m<sup>3</sup> (percentile pari a 2.5 µg/m<sup>3</sup>).

## **MAPPATURE CURVE DI ISOCONCENTRAZIONE**

Le mappe di impatto si riferiscono alla concentrazione media annuale e ai percentili per il PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> e per le medie annuali di PM<sub>2.5</sub>, riportate nell'Allegato C "Mappe di ricaduta al suolo degli inquinanti atmosferici".

Dall'analisi delle mappe di impatto si nota chiaramente come il contributo predominante sia quello legato al traffico veicolare circolante sul tratto autostradale dell'A4.

Le restanti viabilità hanno un contributo decisamente più contenuto e in alcuni tratti addirittura trascurabile. Si nota come, in concordanza con la rosa dei venti annuale rappresentativa dell'area di indagine, le curve di iso-concentrazione si estendano maggiormente a Sud del tracciato autostradale.

### **9.1.7.1 VALORI DI CONCENTRAZIONE DEGLI INQUINANTI NEI PUNTI RICETTORI**

Si riporta di seguito lo specifico report delle concentrazioni ai ricettori in output dal modello Runanalyzer per tutte le simulazioni eseguite.

Si evidenziano i ricettori sensibili (arancione), in rosso sono evidenziati gli incrementi che superano i limiti di legge e in arancio i superamenti già presenti in ante operam. In verde i miglioramenti di cui in grassetto i miglioramenti significativi o quelli che poi rientrano nei limiti di legge.

Nei punti bersaglio scelti per le stime descritti nel paragrafo precedente sono state effettuate le simulazioni per i tre scenari: Scenario 1, Scenario 1a e Scenario 2.

Si sono poi confrontati i valori di incremento/decremento tra Scenario 1a e Scenario 2 per gli ossidi di azoto, inquinante più critico risultante dalle simulazioni eseguite.

Di seguito sono riportati i risultati delle simulazioni.

**Tab.1 Concentrazioni SCENARIO 1 (Ante Operam) PM10**

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valori medi	90.41 Percentile media 24h	Superamenti della soglia giornaliera	Percentuale dati validi
Rb	2340884	5069290	3,19E+01	3,20E+01	0	100.0%
Ra	2340026	5068533	3,20E+01	3,21E+01	0	100.0%
Rc	2341936	5069032	3,20E+01	3,21E+01	0	100.0%
Rd	2343071	5067784	3,20E+01	3,24E+01	0	100.0%
Rf	2342142	5066693	3,23E+01	3,25E+01	0	100.0%
Re	2342664	5066944	3,22E+01	3,25E+01	0	100.0%
Rh	2341188	5065966	3,25E+01	3,28E+01	0	100.0%
Ri	2340626	5066069	3,27E+01	3,34E+01	0	100.0%
RI	2339612	5066664	3,31E+01	3,37E+01	0	100.0%
Rg	2341508	5067308	3,22E+01	3,25E+01	0	100.0%
V042 R009	2339869	5067629	3,32E+01	3,40E+01	0	100.0%
V042 R008	2339760	5067636	3,25E+01	3,30E+01	0	100.0%
V042 R005	2339593	5067514	3,31E+01	3,39E+01	0	100.0%
T042 R047	2339765	5067508	3,39E+01	3,50E+01	0	100.0%
T042 R058	2339985	5067372	3,27E+01	3,32E+01	0	100.0%
T042 R054	2339911	5067344	3,27E+01	3,31E+01	0	100.0%
<b>T042 R066</b>	<b>2340183</b>	<b>5067192</b>	<b>3,23E+01</b>	<b>3,27E+01</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>
T042 R055	2339980	5067235	3,26E+01	3,30E+01	0	100.0%
T042 R050	2339936	5067147	3,25E+01	3,29E+01	0	100.0%
T042 R035	2339908	5067008	3,24E+01	3,27E+01	0	100.0%
T042 R092	2339777	5066984	3,25E+01	3,30E+01	0	100.0%
<b>T042 R023</b>	<b>2339876</b>	<b>5066631</b>	<b>3,23E+01</b>	<b>3,26E+01</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>
T042 R080	2340283	5067662	3,29E+01	3,35E+01	0	100.0%
T043 R004	2340537	5067775	3,29E+01	3,36E+01	0	100.0%
T043 R007	2340682	5067855	3,31E+01	3,38E+01	0	100.0%
T043 R017	2341349	5067497	3,22E+01	3,25E+01	0	100.0%
<b>T044 R001</b>	<b>2341339</b>	<b>5068178</b>	<b>3,39E+01</b>	3,50E+01	0	100.0%
V044 R001	2342091	5068722	3,21E+01	3,24E+01	0	100.0%
V045 R004	2342196	5068622	3,26E+01	3,32E+01	0	100.0%
T045 R006	2342443	5068366	3,23E+01	3,27E+01	0	100.0%
<b>V045 R001</b>	<b>2342032</b>	<b>5068960</b>	<b>3,20E+01</b>	<b>3,22E+01</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>
<b>V045 R005</b>	<b>2342132</b>	<b>5069180</b>	<b>3,19E+01</b>	<b>3,21E+01</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>
V042 R007	2339670	5067784	3,22E+01	3,25E+01	0	100.0%
V041 R031	2339342	5067400	3,33E+01	3,42E+01	0	100.0%
T041 R024	2339418	5067372	3,41E+01	3,53E+01	0	100.0%
R2	2341905	5068254	3,25E+01	3,29E+01	0	100.0%

**Tab. 2 Concentrazioni SCENARIO 2 (Post Opera) PM10**

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valori medi	90.41 Percentile	Superamenti della soglia	Percentuale dati validi
Rb	2340884	5069290	3,19E+01	3,21E+01	0	100.0%
Ra	2340026	5068533	3,20E+01	3,22E+01	0	100.0%
Rc	2341936	5069032	3,20E+01	3,22E+01	0	100.0%
Rd	2343071	5067784	3,21E+01	3,26E+01	0	100.0%
Rf	2342142	5066693	3,26E+01	3,30E+01	0	100.0%
Re	2342664	5066944	3,23E+01	3,27E+01	0	100.0%
Rh	2341188	5065966	3,27E+01	3,31E+01	0	100.0%
Ri	2340626	5066069	3,29E+01	3,38E+01	0	100.0%
Rl	2339612	5066664	3,33E+01	3,41E+01	0	100.0%
Rg	2341508	5067308	3,24E+01	3,30E+01	0	100.0%
V042 R009	2339869	5067629	3,33E+01	3,43E+01	0	100.0%
V042 R008	2339760	5067636	3,26E+01	3,31E+01	0	100.0%
V042 R005	2339593	5067514	3,32E+01	3,40E+01	0	100.0%
T042 R047	2339765	5067508	3,40E+01	3,51E+01	0	100.0%
T042 R058	2339985	5067372	3,27E+01	3,32E+01	0	100.0%
T042 R054	2339911	5067344	3,27E+01	3,31E+01	0	100.0%
<b>T042 R066</b>	<b>2340183</b>	<b>5067192</b>	<b>3,25E+01</b>	<b>3,29E+01</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>
T042 R055	2339980	5067235	3,26E+01	3,30E+01	0	100.0%
T042 R050	2339936	5067147	3,25E+01	3,28E+01	0	100.0%
T042 R035	2339908	5067008	3,25E+01	3,28E+01	0	100.0%
T042 R092	2339777	5066984	3,26E+01	3,31E+01	0	100.0%
<b>T042 R023</b>	<b>2339876</b>	<b>5066631</b>	<b>3,24E+01</b>	<b>3,28E+01</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>
T042 R080	2340283	5067662	3,35E+01	3,44E+01	0	100.0%
T043 R004	2340537	5067775	3,35E+01	3,45E+01	0	100.0%
T043 R007	2340682	5067855	3,38E+01	3,49E+01	0	100.0%
T043 R017	2341349	5067497	3,24E+01	3,29E+01	0	100.0%
<b>T044 R001</b>	<b>2341339</b>	<b>5068178</b>	<b>3,53E+01</b>	<b>3,71E+01</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>
V044 R001	2342091	5068722	3,22E+01	3,26E+01	0	100.0%
V045 R004	2342196	5068622	3,29E+01	3,37E+01	0	100.0%
T045 R006	2342443	5068366	3,25E+01	3,30E+01	0	100.0%
<b>V045 R001</b>	<b>2342032</b>	<b>5068960</b>	<b>3,21E+01</b>	<b>3,23E+01</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>
<b>V045 R005</b>	<b>2342132</b>	<b>5069180</b>	<b>3,20E+01</b>	<b>3,22E+01</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>
V042 R007	2339670	5067784	3,22E+01	3,25E+01	0	100.0%
V041 R031	2339342	5067400	3,34E+01	3,45E+01	0	100.0%
T041 R024	2339418	5067372	3,43E+01	3,56E+01	0	100.0%
R2	2341905	5068254	3,28E+01	3,34E+01	0	100.0%

**Tab. 3 Concentrazioni SCENARIO 1 (Ante Operam) PM2.5**

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valori medi	Percentuale dati validi
Rb	2340884	5069290	2,13E+01	100.0%
Ra	2340026	5068533	2,13E+01	100.0%
Rc	2341936	5069032	2,13E+01	100.0%
Rd	2343071	5067784	2,13E+01	100.0%
Rf	2342142	5066693	2,15E+01	100.0%
Re	2342664	5066944	2,15E+01	100.0%
Rh	2341188	5065966	2,16E+01	100.0%
Ri	2340626	5066069	2,18E+01	100.0%
Rl	2339612	5066664	2,21E+01	100.0%
Rg	2341508	5067308	2,14E+01	100.0%
V042 R009	2339869	5067629	2,22E+01	100.0%
V042 R008	2339760	5067636	2,17E+01	100.0%
V042 R005	2339593	5067514	2,21E+01	100.0%
T042 R047	2339765	5067508	2,27E+01	100.0%
T042 R058	2339985	5067372	2,18E+01	100.0%
T042 R054	2339911	5067344	2,18E+01	100.0%
<b>T042 R066</b>	<b>2340183</b>	<b>5067192</b>	<b>2,15E+01</b>	<b>100.0%</b>
T042 R055	2339980	5067235	2,17E+01	100.0%
T042 R050	2339936	5067147	2,17E+01	100.0%
T042 R035	2339908	5067008	2,18E+01	100.0%
T042 R092	2339777	5066984	2,20E+01	100.0%
<b>T042 R023</b>	<b>2339876</b>	<b>5066631</b>	<b>2,15E+01</b>	<b>100.0%</b>
T042 R080	2340283	5067662	2,20E+01	100.0%
T043 R004	2340537	5067775	2,20E+01	100.0%
T043 R007	2340682	5067855	2,21E+01	100.0%
T043 R017	2341349	5067497	2,14E+01	100.0%
T044 R001	2341339	5068178	2,27E+01	100.0%
V044 R001	2342091	5068722	2,14E+01	100.0%
V045 R004	2342196	5068622	2,18E+01	100.0%
T045 R006	2342443	5068366	2,15E+01	100.0%
<b>V045 R001</b>	<b>2342032</b>	<b>5068960</b>	<b>2,13E+01</b>	<b>100.0%</b>
<b>V045 R005</b>	<b>2342132</b>	<b>5069180</b>	<b>2,13E+01</b>	<b>100.0%</b>
V042 R007	2339670	5067784	2,15E+01	100.0%
V041 R031	2339342	5067400	2,23E+01	100.0%
T041 R024	2339418	5067372	2,29E+01	100.0%
R2	2341905	5068254	2,17E+01	100.0%

**Tab. 4 Concentrazioni SCENARIO 2 (Post Operam) PM2.5**

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valori medi	Percentuale dati validi
Rb	2340884	5069290	2,13E+01	100.0%
Ra	2340026	5068533	2,13E+01	100.0%
Rc	2341936	5069032	2,13E+01	100.0%
Rd	2343071	5067784	2,14E+01	100.0%
Rf	2342142	5066693	2,16E+01	100.0%
Re	2342664	5066944	2,15E+01	100.0%
Rh	2341188	5065966	2,17E+01	100.0%
Ri	2340626	5066069	2,19E+01	100.0%
Rl	2339612	5066664	2,22E+01	100.0%
Rg	2341508	5067308	2,15E+01	100.0%
V042 R009	2339869	5067629	2,23E+01	100.0%
V042 R008	2339760	5067636	2,17E+01	100.0%
V042 R005	2339593	5067514	2,22E+01	100.0%
T042 R047	2339765	5067508	2,28E+01	100.0%
T042 R058	2339985	5067372	2,18E+01	100.0%
T042 R054	2339911	5067344	2,18E+01	100.0%
<b>T042 R066</b>	<b>2340183</b>	<b>5067192</b>	<b>2,16E+01</b>	<b>100.0%</b>
T042 R055	2339980	5067235	2,17E+01	100.0%
T042 R050	2339936	5067147	2,16E+01	100.0%
T042 R035	2339908	5067008	2,16E+01	100.0%
T042 R092	2339777	5066984	2,17E+01	100.0%
<b>T042 R023</b>	<b>2339876</b>	<b>5066631</b>	<b>2,16E+01</b>	<b>100.0%</b>
T042 R080	2340283	5067662	2,23E+01	100.0%
T043 R004	2340537	5067775	2,24E+01	100.0%
T043 R007	2340682	5067855	2,26E+01	100.0%
T043 R017	2341349	5067497	2,16E+01	100.0%
<b>T044 R001</b>	2341339	5068178	<b>2,37E+01</b>	100.0%
V044 R001	2342091	5068722	2,15E+01	100.0%
V045 R004	2342196	5068622	2,20E+01	100.0%
T045 R006	2342443	5068366	2,16E+01	100.0%
<b>V045 R001</b>	<b>2342032</b>	<b>5068960</b>	<b>2,14E+01</b>	<b>100.0%</b>
<b>V045 R005</b>	<b>2342132</b>	<b>5069180</b>	<b>2,13E+01</b>	<b>100.0%</b>
V042 R007	2339670	5067784	2,14E+01	100.0%
V041 R031	2339342	5067400	2,24E+01	100.0%
T041 R024	2339418	5067372	2,30E+01	100.0%
R2	2341905	5068254	2,18E+01	100.0%

**Tab. 5 Concentrazioni SCENARIO 1 (Ante Operam) NO2 ARM2**

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valori medi	99.79 Percentile	Superamenti della soglia	Percentuale dati validi
Rb	2340884	5069290	3.09E+001	8.38E+001	0	100.0%
Ra	2340026	5068533	3.15E+001	8.70E+001	0	100.0%
Rc	2341936	5069032	3.19E+001	9.25E+001	0	100.0%
Rd	2343071	5067784	3.24E+001	9.17E+001	0	100.0%
Rf	2342142	5066693	3.48 E+001	9.04E+001	0	100.0%
Re	2342664	5066944	3.44E+001	9.06E+001	0	100.0%
Rh	2341188	5065966	3.74E+001	9.13E+001	0	100.0%
Ri	2340626	5066069	3.88E+001	1.07E+002	0	100.0%
Rl	2339612	5066664	4.47E+001	1.10E+002	0	100.0%
Rg	2341508	5067308	3.44E+001	9.23E+001	0	100.0%
V042 R009	2339869	5067629	5.29E+001	1.76E+002	0	100.0%
V042 R008	2339760	5067636	4.13E+001	1.32E+002	0	100.0%
V042 R005	2339593	5067514	5.15E+001	1.72E+002	0	100.0%
T042 R047	2339765	5067508	6.65E+001	1.71E+002	0	100.0%
T042 R058	2339985	5067372	4.31E+001	1.10E+002	0	100.0%
T042 R054	2339911	5067344	4.33E+001	1.12E+002	0	100.0%
<b>T042 R066</b>	<b>2340183</b>	<b>5067192</b>	<b>3.72E+001</b>	<b>1.00E+002</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>
T042 R055	2339980	5067235	4.09E+001	1.04E+002	0	100.0%
T042 R050	2339936	5067147	4.00E+001	1.02E+002	0	100.0%
T042 R035	2339908	5067008	3.79E+001	9.78E+001	0	100.0%
T042 R092	2339777	5066984	3.93E+001	1.02E+002	0	100.0%
<b>T042 R023</b>	<b>2339876</b>	<b>5066631</b>	<b>3.60E+001</b>	<b>9.29E+001</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>
T042 R080	2340283	5067662	4.78E+001	1.32E+002	0	100.0%
T043 R004	2340537	5067775	4.83E+001	1.34E+002	0	100.0%
T043 R007	2340682	5067855	5.14E+001	1.44E+002	0	100.0%
T043 R017	2341349	5067497	3.53E+001	9.44E+001	0	100.0%
<b>T044 R001</b>	2341339	5068178	6.69E+001	1.75E+002	0	100.0%
V044 R001	2342091	5068722	3.48E+001	1.10E+002	0	100.0%
V045 R004	2342196	5068622	4.45E+001	1.58E+002	0	100.0%
T045 R006	2342443	5068366	3.78E+001	1.03E+002	0	100.0%
<b>V045 R001</b>	<b>2342032</b>	<b>5068960</b>	<b>3.23E+001</b>	<b>9.43E+001</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>
<b>V045 R005</b>	<b>2342132</b>	<b>5069180</b>	<b>3.14E+001</b>	<b>9.20E+001</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>
V042 R007	2339670	5067784	3.51E+001	1.01E+002	0	100.0%
V041 R031	2339342	5067400	5.59E+001	1.82E+002	0	100.0%
T041 R024	2339418	5067372	7.14E+001	1.78E+002	0	100.0%
R2	2341905	5068254	4.10E+001	1.13E+002	0	100.0%

Nota: In **arancio** i superamenti dei limiti di legge presenti in ante operam.



**Tab. 6 Concentrazioni SCENARIO 1a (Situazione di non intervento al 2051) NO2 ARM2**

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valori medi	99.79 Percentile	Superamenti della soglia	Percentuale dati validi
Rb	2340884	5069290	3,14E+01	9,08E+01	0	100.0%
Ra	2340026	5068533	3,21E+01	9,39E+01	0	100.0%
Rc	2341936	5069032	3,27E+01	1,05E+02	0	100.0%
Rd	2343071	5067784	3,36E+01	1,07E+02	0	100.0%
Rf	2342142	5066693	3,83E+01	1,02E+02	0	100.0%
Re	2342664	5066944	3,56E+01	9,70E+01	0	100.0%
Rh	2341188	5065966	4,00E+01	9,63E+01	0	100.0%
Ri	2340626	5066069	4,18E+01	1,15E+02	0	100.0%
RI	2339612	5066664	4,81E+01	1,17E+02	0	100.0%
Rg	2341508	5067308	3,70E+01	1,04E+02	0	100.0%
V042 R009	2339869	5067629	5,88E+01	1,90E+02	1	100.0%
V042 R008	2339760	5067636	4,38E+01	1,62E+02	0	100.0%
V042 R005	2339593	5067514	5,55E+01	1,83E+02	0	100.0%
T042 R047	2339765	5067508	7,30E+01	1,84E+02	1	100.0%
<b>T042 R058</b>	2339985	5067372	4,80E+01	1,33E+02	0	100.0%
<b>T042 R054</b>	2339911	5067344	4,66E+01	1,32E+02	0	100.0%
<b>T042 R066</b>	<b>2340183</b>	<b>5067192</b>	<b>4,08E+01</b>	<b>1,08E+02</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>
<b>T042 R055</b>	2339980	5067235	4,43E+01	1,19E+02	0	100.0%
<b>T042 R050</b>	2339936	5067147	4,28E+01	1,18E+02	0	100.0%
<b>T042 R035</b>	2339908	5067008	4,07E+01	1,12E+02	0	100.0%
T042 R092	2339777	5066984	4,22E+01	1,12E+02	0	100.0%
<b>T042 R023</b>	<b>2339876</b>	<b>5066631</b>	<b>3,84E+01</b>	<b>1,04E+02</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>
T042 R080	2340283	5067662	5,91E+01	1,64E+02	0	100.0%
T043 R004	2340537	5067775	6,00E+01	1,65E+02	0	100.0%
T043 R007	2340682	5067855	6,49E+01	1,74E+02	1	100.0%
T043 R017	2341349	5067497	3,83E+01	1,08E+02	0	100.0%
<b>T044 R001</b>	2341339	5068178	8,95E+01	2,00E+02	<b>17</b>	100.0%
V044 R001	2342091	5068722	3,66E+01	1,38E+02	0	100.0%
V045 R004	2342196	5068622	4,88E+01	1,82E+02	2	100.0%
T045 R006	2342443	5068366	4,04E+01	1,27E+02	0	100.0%
<b>V045 R001</b>	<b>2342032</b>	<b>5068960</b>	<b>3,33E+01</b>	<b>1,12E+02</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>
<b>V045 R005</b>	<b>2342132</b>	<b>5069180</b>	<b>3,21E+01</b>	<b>1,04E+02</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>
V042 R007	2339670	5067784	3,60E+01	1,25E+02	0	100.0%
V041 R031	2339342	5067400	6,04E+01	1,90E+02	2	100.0%
T041 R024	2339418	5067372	7,88E+01	1,88E+02	3	100.0%
R2	2341905	5068254	4,49E+01	1,40E+02	0	100.0%

Nota: In **arancio** i superamenti dei limiti di legge già presenti in ante operam, in **rosso** i limiti di legge superati nello stato di progetto (come pure nell'alternativa zero).

Tab. 7 Concentrazioni SCENARIO 2 (Post Operam) NO2 ARM2

Descrizione	X (m)	Y (m)	Valori medi	99.79 Percentile	Superamenti della soglia	Percentuale dati validi	Diff.Scenario 2-Scenario 1a (medie)
Rb	2340884	5069290	3.14E+01	9,06E+01	0	100.0%	0
Ra	2340026	5068533	3.21E+01	9,35E+01	0	100.0%	0
Rc	2341936	5069032	3.27E+01	1,06E+02	0	100.0%	0
Rd	2343071	5067784	3.36E+01	1,08E+02	0	100.0%	0
Rf	2342142	5066693	3.84E+01	1,03E+02	0	100.0%	0,1
Re	2342664	5066944	3.57E+01	9,70E+01	0	100.0%	0,1
Rh	2341188	5065966	4.01E+01	9,63E+01	0	100.0%	0,1
Ri	2340626	5066069	4.18E+01	1,15E+02	0	100.0%	0
RI	2339612	5066664	4,78E+01	1,16E+02	0	100.0%	-0,3
Rg	2341508	5067308	3.82E+01	1,06E+02	0	100.0%	1,2
V042 R009	2339869	5067629	5.77E+01	1,90E+02	1	100.0%	-1,1
V042 R008	2339760	5067636	4.32E+01	1,60E+02	0	100.0%	-0,6
V042 R005	2339593	5067514	5.52E+01	1,82E+02	0	100.0%	-0,3
T042 R047	2339765	5067508	7.15E+01	1,82E+02	1	100.0%	-1,5
<b>T042 R058</b>	2339985	5067372	4.50E+01	1,25E+02	0	100.0%	-3
<b>T042 R054</b>	2339911	5067344	4.43E+01	1,26E+02	0	100.0%	-2,3
<b>T042 R066</b>	<b>2340183</b>	<b>5067192</b>	<b>4.01E+01</b>	<b>1,08E+02</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>	<b>-0,7</b>
<b>T042 R055</b>	2339980	5067235	4.17E+01	1,13E+02	0	100.0%	-2,6
<b>T042 R050</b>	2339936	5067147	4.04E+01	1,10E+02	0	100.0%	-2,4
<b>T042 R035</b>	2339908	5067008	3.95E+01	1,07E+02	0	100.0%	-1,2
T042 R092	2339777	5066984	4.16E+01	1,10E+02	0	100.0%	-0,6
<b>T042 R023</b>	<b>2339876</b>	<b>5066631</b>	<b>3.80E+01</b>	<b>1,02E+02</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>	<b>-0,4</b>
T042 R080	2340283	5067662	5.87E+01	1,62E+02	0	100.0%	-0,4
T043 R004	2340537	5067775	5.99E+01	1,65E+02	0	100.0%	-0,1
T043 R007	2340682	5067855	6.49E+01	1,75E+02	1	100.0%	0
T043 R017	2341349	5067497	3.91E+01	1,07E+02	0	100.0%	0,8
<b>T044 R001</b>	2341339	5068178	8.98E+01	2,00E+02	<b>17</b>	100.0%	0,3
V044 R001	2342091	5068722	3.67E+01	1,39E+02	0	100.0%	0,1
V045 R004	2342196	5068622	4.89E+01	1,85E+02	2	100.0%	0,1
T045 R006	2342443	5068366	4.05E+01	1,28E+02	0	100.0%	0,1
<b>V045 R001</b>	<b>2342032</b>	<b>5068960</b>	<b>3.34E+01</b>	<b>1,12E+02</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>	<b>0</b>
<b>V045 R005</b>	<b>2342132</b>	<b>5069180</b>	<b>3.22E+01</b>	<b>1,04E+02</b>	<b>0</b>	<b>100.0%</b>	<b>0,1</b>
V042 R007	2339670	5067784	3,58E+01	1,22E+02	0	100.0%	-0,2
V041 R031	2339342	5067400	6,03E+01	1,90E+02	2	100.0%	-0,1
T041 R024	2339418	5067372	7,87E+01	1,88E+02	3	100.0%	-0,1
R2	2341905	5068254	4,57E+01	1,45E+02	0	100.0%	0,8

Nota: In **arancio** i superamenti dei limiti di legge già presenti in ante operam, in **rosso** i limiti di legge superati nello stato di progetto (rientro di un ricettore che sfiorava nell'alternativa zero).

Nell'ultima colonna il confronto tra Scenario 2 e Scenario 1a: peggioramenti in **rosso**, miglioramenti in **verde**, in **grassetto** i miglioramenti significativi o miglioramenti che poi rientrano nei limiti di legge. Non ci sono peggioramenti significativi dovuti al progetto (Scenario 2) rispetto alla situazione di non intervento proiettata al 2051 (Scenario 1°) ma solo miglioramenti tra cui alcuni significativi.

### 9.1.8 Conclusioni

Dall'analisi delle mappe di impatto si nota chiaramente come il contributo predominante sia quello legato al traffico veicolare circolante sul tratto autostradale dell'A4.

Con riferimento alle polveri sottili ( $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$ ) i valori di concentrazione riportati nelle tab. 1,2 e tab. 3,4 evidenziano il rispetto dei limiti di legge per entrambi gli inquinanti considerati con riferimento alle medie annue e ai percentili. Dunque sia lo Scenario 1 (stato di fatto, 2020) che lo Scenario 2 (stato di progetto, 2051) non evidenziano superamenti dei limiti di legge e gli incrementi tra i due scenari sono comunque contenuti e non significativi.

Con riferimento all'inquinante  $NO_2$ , dai valori di concentrazione riportati nella tabella n. 5 riferiti allo stato di fatto (Scenario 1) si notano alcuni superamenti dei limiti di legge (medie annue). Tali valori di concentrazione tengono già conto del fondo relativo alla stazione di monitoraggio di ARPAV di San Donà di Piave.

Il ricettore più critico, che evidenzia tale criticità già in ante operam, è un'abitazione posta a ridosso dell'asse autostradale e posizionata sottovento (T044 R001). Tuttavia, la concessionaria Autovie Venete si è già attivata per la delocalizzazione dell'edificio nell'ambito delle procedure espropriative relative al II lotto dell'allargamento della A4 con la terza corsia.

Le simulazioni relative agli scenari 2 (stato di progetto al 2051) e 1a (situazione infrastrutturale esistente con flussi di traffico proiettati al 2051) evidenziano entrambe numerosi superamenti dei limiti di legge per le medie annuali e alcuni superamenti della soglia oraria. La maggior parte di questi superamenti sono presenti già nello stato di fatto (Scenario 1 – crf. tab. 5), ma in alcuni recettori si nota un peggioramento della qualità dell'aria. Tuttavia, come emerge chiaramente dal confronto tra i due scenari (2 e 1a), i peggioramenti non dipendono dal progetto proposto ma dal generale incremento dei flussi veicolari previsto per il 2051. Inoltre, rispetto allo Scenario 1a, lo Scenario 2 (configurazione di progetto con svincolo nella nuova posizione) è associato a dei miglioramenti anche significativi dei valori di concentrazione in corrispondenza dei ricettori posti nell'area urbana di San Stino. Alcuni di questi miglioramenti sono significativi e rilevanti, e al contempo non ci sono peggioramenti significativi. Tali valutazioni, quindi, confermano il miglioramento dovuto alle scelte progettuali proposte.

Dunque si può concludere che lo spostamento più a est del casello di San Stino determina, a livello di emissioni in atmosfera, miglioramenti anche significativi nell'area urbana di S. Stino rispetto alla situazione infrastrutturale esistente. Infatti, i superamenti evidenziati nello scenario 2 sono dovuti esclusivamente alla crescita di traffico prevista per il 2051, con incrementi anche superiore al 65% in corrispondenza degli assi autostradali. Tale previsione condiziona l'intero quadro emissivo, visto il legame diretto tra emissione di ossidi di azoto e combustione dovuta al traffico stradale, anche in relazione alle variabili meteorologiche.

Risulta necessario precisare di aver adottato, cautelativamente, dei fattori di emissione riferiti all'anno 2019 anche in dette proiezioni al 2051: un arco temporale molto ampio per non supporre quel progresso tecnologico che permetterebbe un netto miglioramento dei fattori emissivi e del parco veicolare (incremento veicoli elettrici, a idrogeno) e, quindi, significative riduzioni delle emissioni, pur nella prospettiva di aumento del traffico.

In sintesi, i risultati ottenuti permettono di avallare il Progetto in esame con lo svincolo nella sua nuova posizione. Le simulazioni evidenziano, infatti, che il centro abitato di San Stino di Livenza sarà sgravato (come da obiettivi progettuali) da buona parte del traffico associato alla rete autostradale (anche dai picchi estivi del traffico turistico) beneficiando, quindi, di un miglioramento della qualità dell'aria.

## **10 MITIGAZIONI**

Le stime effettuate con il modello gaussiano di dispersione da sorgente lineare CALINE 4 per la Fase di Esercizio (anno 2051) hanno evidenziato come gli incrementi di concentrazione e le criticità individuate non sono determinati dalle scelte progettuali previste, che anzi producono dei miglioramenti locali in corrispondenza del casello che viene eliminato, ma sono determinati dall'importante incremento di traffico veicolare previsto per lo scenario al 2051 in tutte le tratte e in particolar modo in corrispondenza dell'asse autostradale.

Tale risultato viene raggiunto assumendo un approccio cautelativo adottato nella definizione dei fattori di emissione (anno 2019) ipotizzata per lo scenario temporale all'anno 2051.

A seguito di quanto sopra esposto non si ritiene necessario predisporre interventi di mitigazione per la componente ambientale atmosfera.

## 11 FONTI

- ACI – Ufficio Statistica. “Autoritratto 2019” <http://www.aci.it/>
- SINANET ISPRA [http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp/index\\_html](http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp/index_html)
- ARPA Veneto “Indicazioni per l’utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti in atmosfera”
- ISPRA La redazione di linee guida per la modellistica: le attività del CTN-ACE
- ARPAV Relazioni annuali del DAP Venezia (Documenti dei Dipartimenti Provinciali) dal 2019 a 2016.
- Arpa Lombardia, 2018: Indicazioni relative all’utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti negli studi di impatto sulla componente atmosfera.
- Linea guida US-EPA: Applicability of Appendix W Modeling Guidance for the 1-hour NO2 National Ambient Air Quality Standard.
- WHO. Air Quality Guidelines for Europe-Second Edition. WHO Regional Publications, European Series, No. 91. World Health Organization, 2000.
- Linee guida VIA Parte Generale, ANPA Ministero dell’Ambiente e della tutela del territorio, 18 giugno 2001
- ARPAV Relazione Regionale Qualità dell'aria - Anno 2020
- CORINAIR (1988). “European Inventory of Emissions of Pollutants into the Atmosphere”, Commission of the European Communities – Corinair project, DG XI, 30/3/1988.
- Ratio Method Version 2 (ARM2) for use with AERMOD for 1-hr NO2 Modeling
- Regione Veneto (2004). Piano di Tutela e Risanamento dell’Atmosfera della Regione del Veneto approvato con Deliberazione C. R. del 11 novembre 2004 n° 57, <http://www.regione.veneto.it>;
- D.G.R.V. 3195 del 17.10.2006 “Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell’Atmosfera Nuova Zonizzazione del Territorio Regionale”.
- Caline, Runalyzer, Maird model suite manuali
- Modelli di diffusione degli inquinanti in atmosfera – DIIAR – Sez. Ambiente Politecnico Milano
- EMEP/CORINAIR (1999). Atmospheric emission inventory guidebook Technical Report European Environment Agency. Copenhagen