



## COMUNE DI PORDENONE

# STUDIO DELL'INQUINAMENTO DELLA S.S.13 "PONTEBBANA" E DI ULTERIORI VIABILITÀ DI 1° LIVELLO FINALIZZATO ALL'INDIVIDUAZIONE DI AREE IDONEE ALLA COLLOCAZIONE DI FASCE VERDI DI PROTEZIONE

## Relazione tecnica

### COMMITTENTE

Comune di Pordenone  
Settore IV "Gestione territorio, Infrastrutture, Ambiente"  
U.O.C. "Politiche del territorio"  
C.so V. Emanuele II, 64 - 33170 Pordenone



**GAIA ENGINEERING S.r.l.**  
Via Benedetto Cairoli, 1  
33170 Pordenone  
gaia@gaiaeng.it  
[www.gaiaeng.it](http://www.gaiaeng.it)  
tel.0434 030631

### Professionisti

Dott. Ing. Germana BODI  
Dott. Geol. Enzo DE BIASIO

### Collaboratori

Dott. Ing. Angela RUGGIERO  
Dott. ssa Caterina BENVENUTO



In collaborazione con

Dott. Forestale Michele MARCHESINI  
ARCADIA Via Piave, 25  
31045 Motta di Livenza (TV)



Dicembre 2017

Rif. 17\_55

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>AMBITO DI INDAGINE</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA</b> .....	<b>5</b>
<b>3.1</b>	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO E LIMITI DI LEGGE</b> .....	<b>5</b>
<b>3.2</b>	<b>QUALITÀ DELL'ARIA</b> .....	<b>6</b>
3.2.1	Materiale particolato PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub> .....	9
3.2.2	Biossido di azoto NO <sub>2</sub> .....	10
3.2.3	Monossido di carbonio CO.....	11
3.2.4	Benzene C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	12
<b>3.3</b>	<b>INFLUENZA DEI PARAMETRI METEO CLIMATICI SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO</b> .....	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>CARTA DELLE PRESSIONI</b> .....	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>CARTA DELLA SENSIBILITÀ</b> .....	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>ANALISI MODELLISTICA DI RICADUTA AL SUOLO DEGLI INQUINANTI</b> .....	<b>18</b>
<b>6.1</b>	<b>I MODELLI DI CALCOLO</b> .....	<b>18</b>
6.1.1	Caline 4 .....	19
<b>6.2</b>	<b>DATI METEO UTILIZZATI</b> .....	<b>20</b>
<b>6.3</b>	<b>SCENARI EMISSIVI</b> .....	<b>24</b>
6.3.1	Valori di fondo e inquinanti analizzati.....	24
6.3.2	Dominio di calcolo .....	26
6.3.3	Sorgenti emissive .....	27
6.3.4	Sorgenti lineari.....	30
6.3.5	Esportazione dei Risultati in software GIS.....	31
6.3.6	Risultati.....	31
6.3.7	Grado di incidenza del contributo emissivo delle Polveri Sottili (PM <sub>10</sub> ).....	32
<b>7</b>	<b>CARTA DELLA PRIORITA'</b> .....	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>LINEE GUIDA PER L'UTILIZZO DELLO STUDIO</b> .....	<b>38</b>
<b>9</b>	<b>SCHEDE TIPOLOGICHE CON SOLUZIONI DI OPERE A VERDE</b> .....	<b>40</b>
<b>10</b>	<b>ELENCO ELABORATI</b> .....	<b>41</b>
<b>11</b>	<b>LEGENDA CARTA DELLA SENSIBILITÀ</b> .....	<b>42</b>

## 1 PREMESSA

Il presente “Studio dell'inquinamento della S.S.13 “Pontebbana” e di ulteriori viabilità di 1° livello finalizzato all'individuazione di aree idonee alla collocazione di fasce verdi di protezione” è stato commissionato dal Comune di Pordenone alla società Gaia Engineering srl con sede legale a Pordenone in via Cairoli n.1.

Lo studio costituisce un documento tecnico scientifico per l'individuazione delle aree più idonee alla realizzazione di fasce verdi di mitigazione/compensazione, con lo scopo di attenuare l'esposizione dei recettori agli inquinanti in atmosfera.

Lo studio si compone di due fasi differenti. Nella prima fase è stata svolta l'analisi attraverso l'utilizzo di un modello specifico di simulazione della ricaduta al suolo delle emissioni gassose e delle polveri sottili (PM<sub>10</sub>) lungo l'area di indagine individuata. Parallelamente è stata elaborata la cartografia finalizzata alla valutazione delle fonti di pressione e della sensibilità dei recettori. Relazionando sensibilità dei recettori e mappe di concentrazione degli inquinanti è stata elaborata una carta di sintesi finalizzata all'individuazione delle aree a diversa priorità di intervento.

L'analisi modellistica di cui sopra è stata condotta utilizzando il software MMS CALINE 4 applicato nella situazione attuale, valutando come inquinanti le polveri sottili (PM<sub>10</sub>), gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), il monossido di carbonio (CO) e il benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>).

Nella seconda fase lo studio è stato reso efficace individuando alcuni casi reali di riferimento per l'elaborazione di schede tipologiche con alcune proposte specifiche di interventi finalizzati alla attenuazione all'esposizione agli inquinanti in atmosfera. Tali schede possono determinare un riferimento tipologico per la proposta di interventi in situazioni similari in considerazione al contesto specifico analizzato.

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area urbana di Pordenone si trova al confine tra la pianura Veneta e quella Friulana ad un'altezza sul livello del mare compresa tra i 14 e gli 86 m. Pordenone dista una quindicina di km dalle Prealpi pordenonesi e una cinquantina di km dall'Adriatico. Il territorio comunale è collocato nella parte occidentale dell'alta pianura friulana e si sviluppa su una superficie di 38,23 km<sup>2</sup>. Al 31.12.2016 la popolazione ammontava a 51.139 residenti, mentre la densità abitativa era pari a 1.339 ab/km<sup>2</sup>.

### 2.1 AMBITO DI INDAGINE

La viabilità oggetto del presente studio è situata nella Regione Friuli Venezia Giulia, nel Comune di Pordenone. Il tracciato in esame interessa delle infrastrutture esistenti. In particolare l'area di indagine riguarda un congruo intorno della SS13 “Pontebbana” e altre viabilità di primo livello individuate (SP 35 “Opitergina” e SR251) all'interno del territorio comunale.

L'ambito di indagine analizzato ha tenuto in considerazione un buffer di 250 m di distanza dalle infrastrutture oggetto di studio (figura 2.1). La fascia di studio considera l'esposizione dei recettori agli inquinanti traffico-correlati, con una più alta esposizione per i recettori che si trovano più in prossimità delle infrastrutture analizzate.

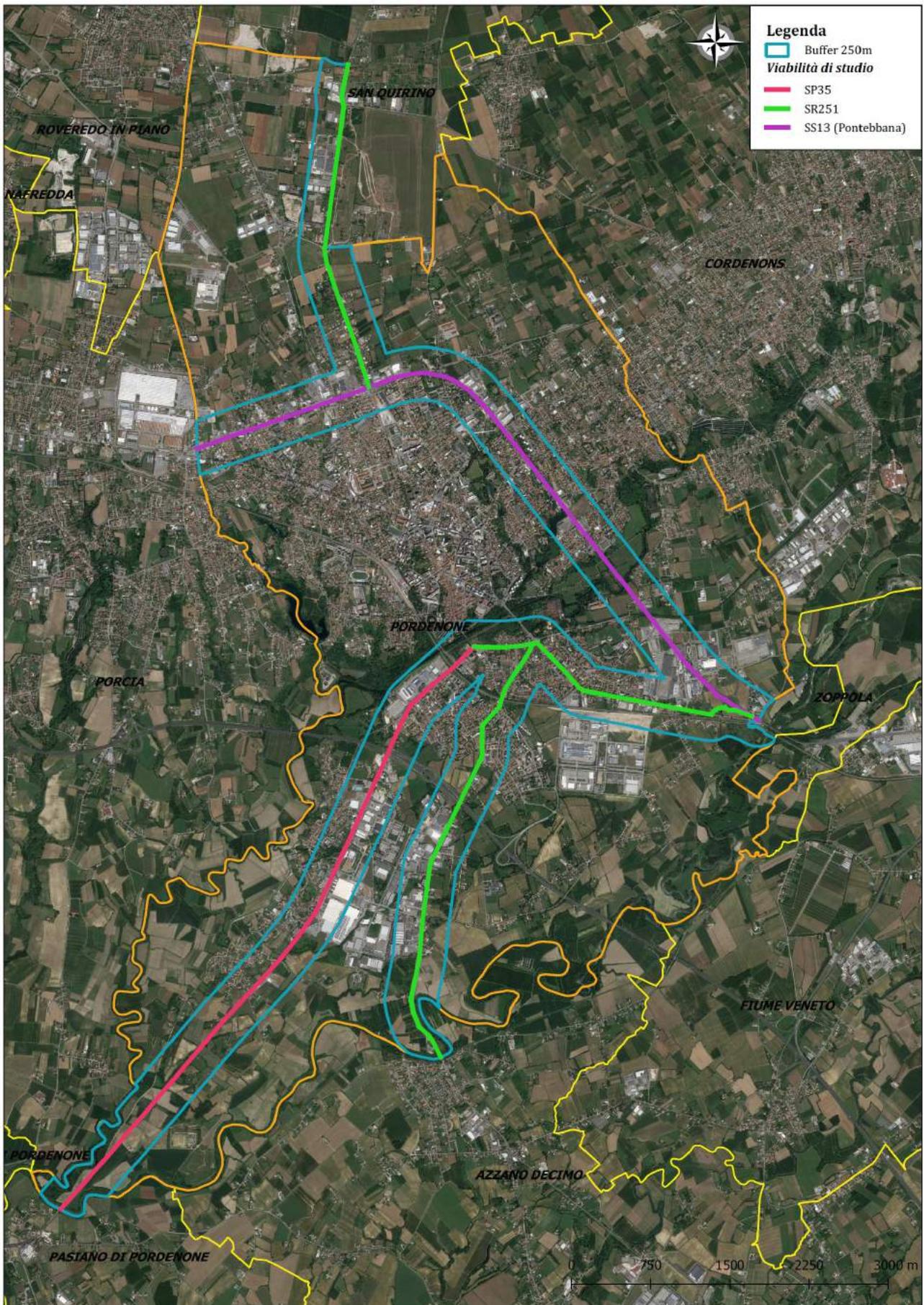


Figura 2.1- Inquadramento territoriale dell'ambito di indagine all'interno del Comune di Pordenone

(FONTE: carta di nostra elaborazione mediante software QGis)

### 3 STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

#### 3.1 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 determinato 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). Il D.Lgs. n. 155/2010 è stato integrato e aggiornato dal Decreto Legislativo n. 250/2012 che ha fissato, recependo quanto espresso dalla decisione n. 850/2011, il margine di tolleranza (MDT) da applicare, ogni anno, al valore limite annuale per il PM<sub>2.5</sub> (25 µg/m<sup>3</sup>, in vigore dal 1° gennaio 2015).

Nella tabella seguente sono riportati i valori limite degli inquinanti considerati nel presente studio secondo la normativa vigente.

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

Tabella 3.1 – Valori limite per la protezione della salute umana, degli ecosistemi, della vegetazione e valori obiettivo secondo la normativa vigente – Allegato XI, D.Lgs. 155/2010 s.m.i.

Di seguito si riportano anche le soglie di valutazione superiore ed inferiore definite dal D.Lgs 155/10 e s.m.i.. Questi valori, calcolati come percentuale rispetto al valore limite di ogni inquinante che varia dal 40 al 65 % del limite per la soglia di valutazione inferiore e dal 60 al 80 % del limite per la soglia di valutazione superiore, definiscono quelli che debbono essere gli strumenti utilizzabili per la valutazione della qualità dell'aria in una zona.

<b>Soglie di valutazione superiore e inferiore relative alle concentrazioni in aria ambiente del particolato atmosferico (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>)</b>			
	<b>Media su 24 ore PM<sub>10</sub></b>	<b>Media annuale PM<sub>10</sub></b>	<b>Media annuale PM<sub>2,5</sub>(*)</b>
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (35 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile)	70% del valore limite (28 µg/m <sup>3</sup> )	70% del valore limite (17 µg/m <sup>3</sup> )
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (25 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 35 volte per anno civile)	50% del valore limite (20 µg/m <sup>3</sup> )	50% del valore limite (12 µg/m <sup>3</sup> )
<i>(*) La soglia di valutazione superiore e la soglia di valutazione inferiore del PM<sub>2,5</sub> non si applicano alle misurazioni effettuate per valutare la conformità all'obiettivo di riduzione dell'esposizione al PM<sub>2,5</sub> per la protezione della salute umana</i>			

<b>Soglia di valutazione superiore e inferiore relative alle concentrazioni in aria ambiente del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</b>		
	<b>Media oraria NO<sub>2</sub></b>	<b>Media annua NO<sub>2</sub></b>
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite orario (140 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile)	80% del valore limite annuale (32 µg/m <sup>3</sup> )
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite orario (100 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 18 volte per anno civile)	65% del valore limite annuale (26 µg/m <sup>3</sup> )

<b>Soglia di valutazione superiore e inferiore relative alle concentrazioni in aria ambiente del monossido di carbonio (CO) calcolate sulla media su 8 ore</b>	
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite (7 mg/m <sup>3</sup> )
Soglia di valutazione inferiore	50% del valore limite (5 mg/m <sup>3</sup> )

<b>Soglia di valutazione superiore e inferiore relative alle concentrazioni in aria ambiente del benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)</b>	
Soglia di valutazione superiore	70% del valore limite annuale (3.5 µg/m <sup>3</sup> )
Soglia di valutazione inferiore	40% del valore limite annuale (2 µg/m <sup>3</sup> )

### 3.2 QUALITÀ DELL'ARIA

Lo studio dell'inquinamento atmosferico è stato condotto attraverso l'analisi della "Relazione della qualità dell'aria FVG dell'anno 2016" redatta da Arpa FVG e realizzata in base alla zonizzazione del territorio regionale in base ai criteri del D. Lgs 155/2010, suddividendolo in "zona montana", "zona di pianura" e "zona triestina".

Nel 2016 la qualità dell'aria della Regione Friuli Venezia Giulia è stata complessivamente analoga a quella osservata nel corso del 2015 sia in termini di materiale particolato che di ozono. Questo comportamento è sostanzialmente spiegabile ricorrendo ai determinanti meteorologici, che hanno favorito il ristagno atmosferico, in particolare a cavallo tra gennaio e febbraio, e con diverse ondate di calore nel periodo estivo.

Per quanto riguarda il PM<sub>10</sub>, la tendenza al ristagno atmosferico ha favorito il superamento dei limiti di legge fissati per le medie concentrazioni giornaliere in particolare nel pordenonese e sulla bassa pianura occidentale, mentre le zone orientali della nostra regione sono risultate maggiormente ventilate e meno inquinate. Decisamente migliori sono risultate le concentrazioni medie annue del materiale particolato, sempre inferiori ai limiti di legge e, per quanto riguarda il PM<sub>2,5</sub>, inferiori anche al valore obiettivo a lungo termine che dovrebbe entrare in vigore dopo il 2020.

Per quanto riguarda invece il biossido di azoto, questo è sempre inferiore ai limiti di legge, mentre il monossido di carbonio risulta prossimo alla soglia di rilevabilità strumentale.

Si riportano di seguito i risultati riportati nel suddetto documento per ciascun inquinante. Sono state prese in considerazione le seguenti centraline:

- Pordenone Centro 1: stazione di traffico
- Porcia: stazione di fondo suburbano

Si riporta di seguito la localizzazione delle centraline poste a distanza pari rispettivamente a 1,15 Km e 1,4 Km dal punto più vicino della viabilità analizzata.

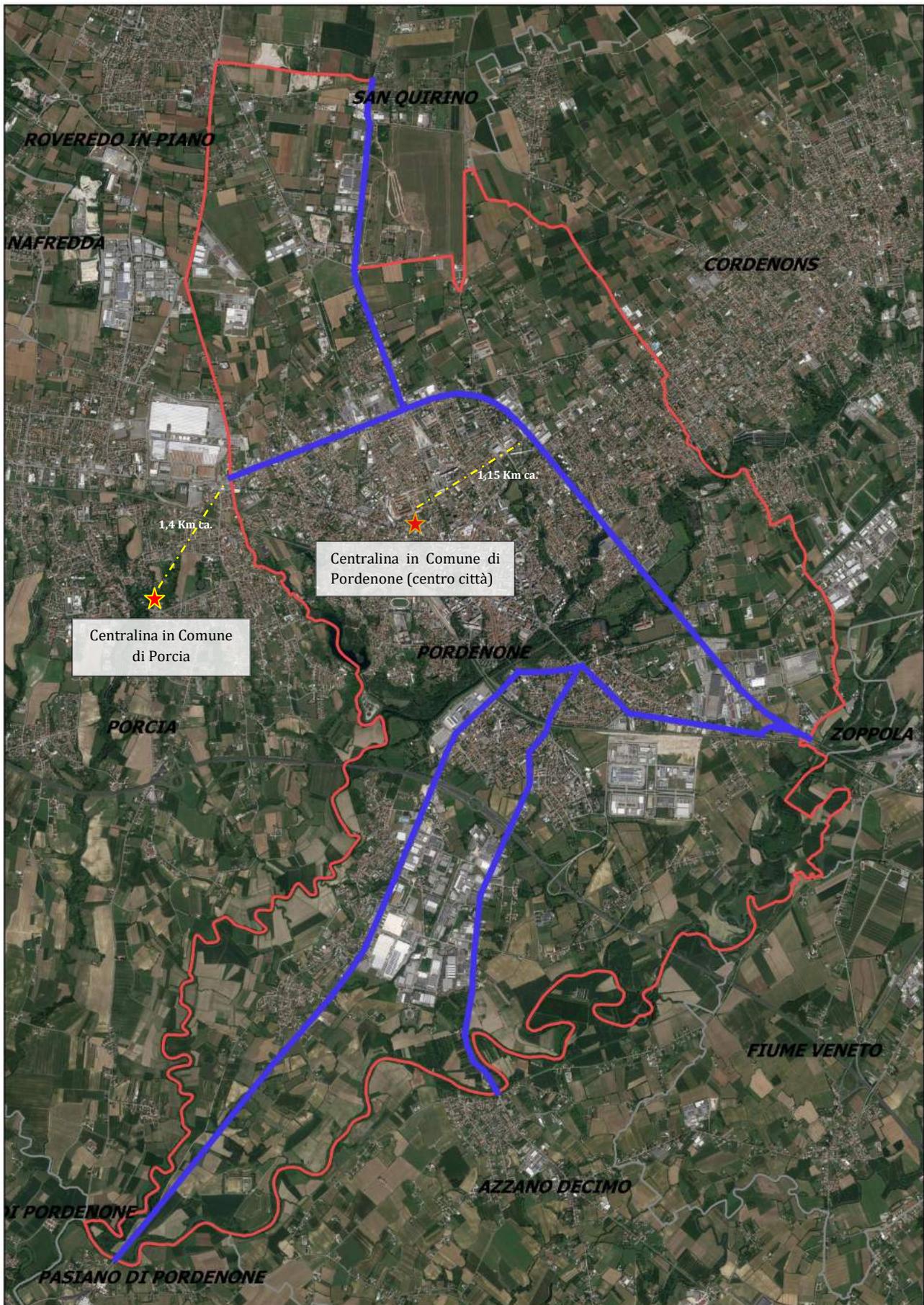


Figura 3.1 – Localizzazione delle centraline ARPA di Porcia e Pordenone  
(FONTE: carta di nostra elaborazione mediante software QGis)

### 3.2.1 Materiale particolato PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>

Il particolato PM<sub>10</sub> è costituito da quella frazione di particolato atmosferico con diametro aerodinamico inferiore a 10 µm e comprende un sottogruppo di polveri più sottili denominato PM<sub>2,5</sub> aventi diametro inferiore a 2,5 µm. Le polveri PM<sub>10</sub> sono costituite per circa il 60% dalla frazione più sottile PM<sub>2,5</sub>.

Le polveri PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> sono prodotte da un'ampia varietà di sorgenti sia naturali che antropiche. Mentre le particelle più grossolane derivano principalmente dal suolo e da altri materiali, le particelle più fini sono prodotte, in misura prevalente, dalla combustione di combustibili fossili utilizzati nei trasporti, nell'industria e nella produzione di energia.

Le più importanti sorgenti naturali di materiale particolato sono l'aerosol marino, il suolo risollevato e trasportato dal vento, l'aerosol biogenico (spore, pollini, frammenti vegetali, ecc.), le emissioni vulcaniche e gli incendi boschivi, mentre quelle antropiche sono le emissioni prodotte dal traffico veicolare (auto, moto, attrezzature agricole, treni, navi, ecc), i processi di combustione di legno, rifiuti, carbone ed oli (centrali termoelettriche, riscaldamenti civili, ecc.), i processi industriali (cementifici, fonderie, miniere, ecc.) e la combustione di residui agricoli.

Il particolato atmosferico, proprio a seguito delle ridotte dimensioni, penetra agevolmente nel sistema respiratorio umano e, nel caso del particolato più fine, passando attraverso i polmoni penetra anche nel sistema circolatorio. Le polveri possono pertanto agire sulla salute sia direttamente, mediante un'azione irritante ed infiammatoria, sia come vettori di sostanze nocive che su di esse si depositano. La concentrazione delle polveri misurate nella zona di pianura, in linea generale, è diminuita nel corso del 2016 riportandosi ai livelli degli anni precedenti, dopo l'incremento riferito all'anno 2015.

Per quanto riguarda i valori di concentrazione media annuale, entrambe le stazioni di Porcia e di Pordenone registrano un trend in discesa rispetto all'anno precedente per la media annuale, come la maggior parte della zona di pianura. Nel 2016 hanno entrambe registrato valori medi pari a 25 µg/m<sup>3</sup>, che risultano comunque superiore al limite di valutazione inferiore (20 µg/m<sup>3</sup>).

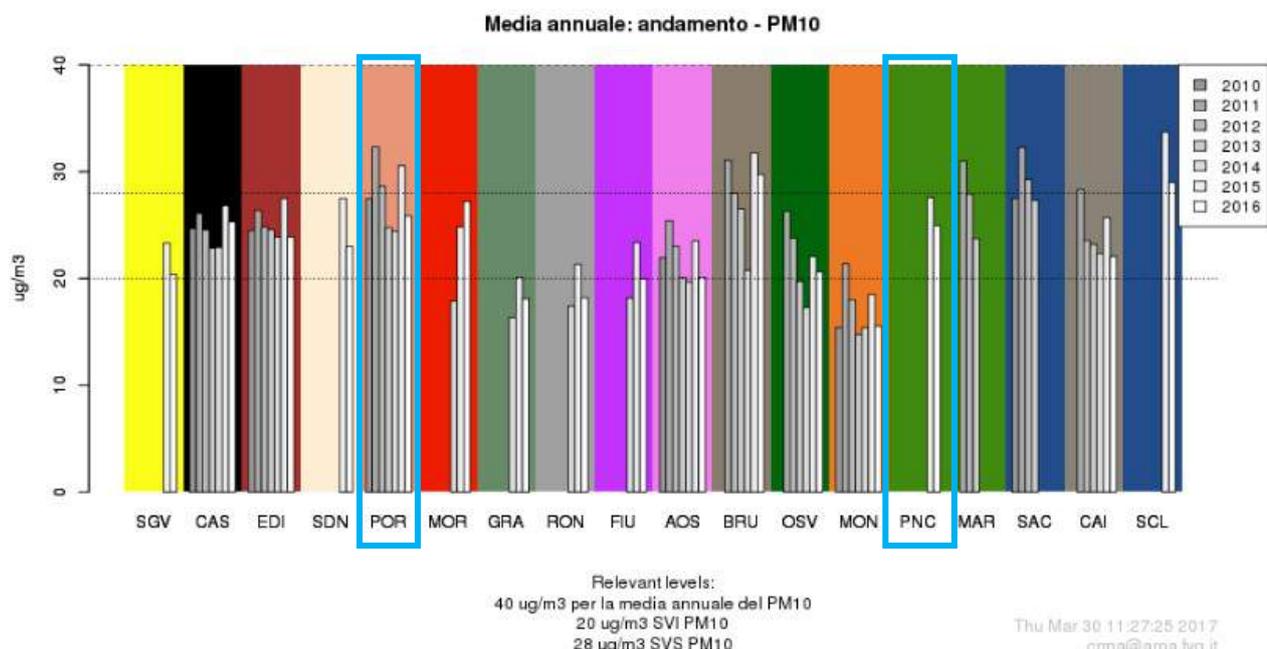


Figura 3.2 - Andamento della concentrazione media annuale del PM<sub>10</sub> sulla zona di pianura nelle stazioni di tipo fondo (FIU= Papariano, Fiumicello A2A; CAI = Udine, via Cairoli; OSV = Udine, San Osvaldo; BRU = Brugnera; CAS = Torviscosa, Castions delle Mura Edison; EDI = Torviscosa Edison; MON = Monfalcone; SGV = San Giovanni al Natisone; MOR = Morsano al Tagliamento; RON = Vermeigliano, Ronchi dei Legionari, A2A; GRA = Fossalton di Grado A2A; POR = Porcia) e di tipo traffico (PNC = Pordenone Centro; MAR = Pordenone, Viale Marconi (non più in uso); SDN = Udine, Via San Daniele; SCL = Sacile; AOS = Gorizia, via Duca d'Aosta)

Per quanto riguarda invece il numero di superamenti annui della soglia di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , entrambe le stazioni in esame hanno registrato valori in diminuzione rispetto all'anno precedente. La stazione di fondo di Porcia ha registrato complessivamente, per l'anno 2016, 36 superamenti, uno in più rispetto il valore limite (35 gg), mentre la stazione di Pordenone 28, mantenendosi quindi al di sotto della soglia limite.

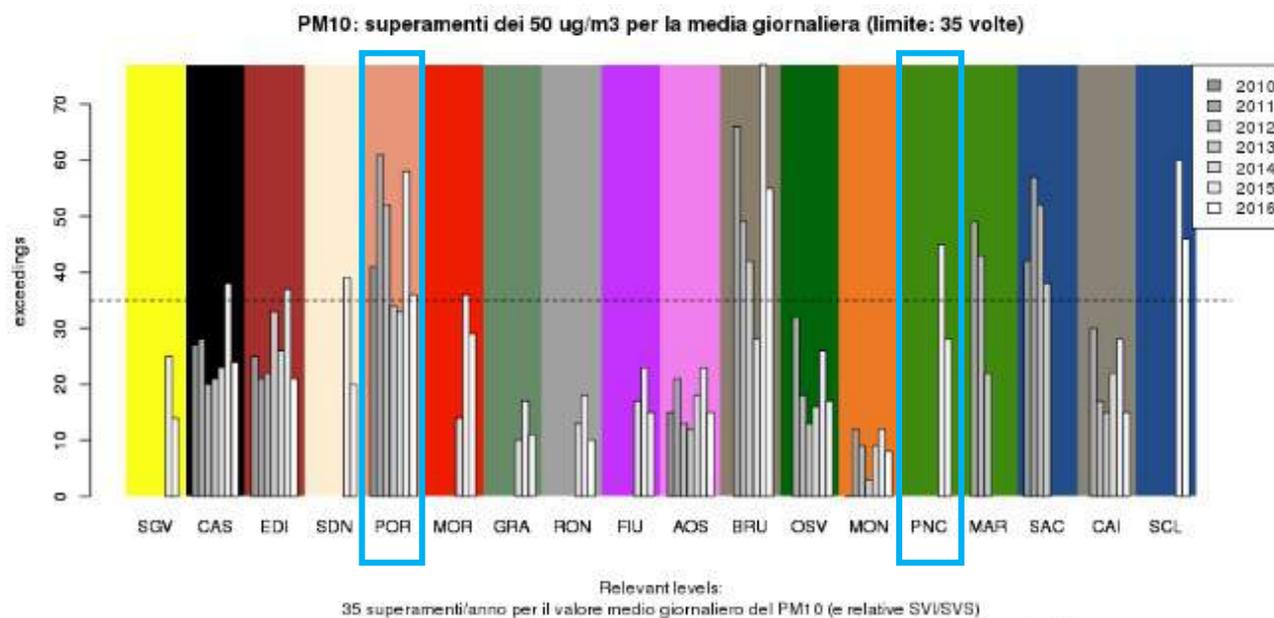


Figura 3.3 - Andamento del numero di superamenti giornalieri del PM<sub>10</sub> sulla zona di pianura nelle stazioni di tipo fondo

(FIU= Papariano, Fiumicello A2A; CAI = Udine, via Cairoli; OSV = Udine, San Osvaldo; BRU = Brugnera; CAS = Torviscosa, Castions delle Mura Edison; EDI = Torviscosa Edison; MON = Monfalcone; SGV = San Giovanni al Natisone; MOR = Morsano al Tagliamento; RON = Vermeigliano, Ronchi dei Legionari, A2A; GRA = Fossalò di Grado A2A; POR = Porcia) e di tipo traffico (PNC = Pordenone Centro; MAR = Pordenone, Viale Marconi (non più in uso); SDN = Udine, Via San Daniele; SCL = Sacile; AOS = Gorizia, via Duca d'Aosta)

### 3.2.2 Biossido di azoto NO<sub>2</sub>

Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) è una molecola fortemente reattiva composta da un atomo di azoto e da due atomi di ossigeno. Proprio in quanto fortemente reattiva entra in numerose reazioni chimiche che portano alla formazione di altri inquinanti, tra i quali l'ozono. Il biossido di azoto si forma in ambienti ad alta densità energetica (alte temperature), come ad esempio nelle combustioni di origine antropica, ma anche all'interno dei fulmini. Per quanto riguarda la combustione, in particolare, il biossido di azoto si forma soprattutto in condizioni di alta disponibilità di ossigeno rispetto alla disponibilità di combustibile. In queste condizioni l'ossigeno disponibile, favorito dalle alte temperature, si lega alle molecole di azoto, abbondantemente presenti nell'aria, dando origine prima al monossido di azoto e, in seguito, al biossido di azoto. Proprio per queste sue caratteristiche, il biossido di azoto viene prodotto soprattutto dal traffico, in particolare dai motori Diesel, e dalle centrali di produzione di energia elettrica. Dato che la maggior parte del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) nasce come monossido di azoto (NO), un rapporto NO/NO<sub>2</sub> alto è un indicatore di vicinanza alle sorgenti che lo emettono. Proprio in quanto fortemente reattiva, la molecola di biossido di azoto è un agente irritante. Esplica questa azione a livello delle mucose delle vie respiratorie, sia a livello nasale che bronchiale ed è inoltre precursore, in presenza di forte irraggiamento solare, di una serie di reazioni secondarie che determinano la formazione di tutta quella serie di sostanze inquinanti note con il termine di "smog fotochimico". Il biossido di azoto può anche dare origine ad acido nitrico (HNO<sub>3</sub>) e, sotto questa forma, contribuire all'acidificazione delle piogge e degli specchi d'acqua.

L'andamento delle concentrazioni del biossido di azoto sulla zona di pianura mostra valori generalmente in lieve diminuzione rispetto all'anno precedente, salvo per la porzione di pianura orientale al di sopra del goriziano. La stazione di Pordenone ha registrato un valore medio pari a  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valore quindi inferiore al limite di legge

(40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Per quanto riguarda la stazione di Porcia, non sono disponibili dati relativi alla concentrazione di l' $\text{NO}_2$ .

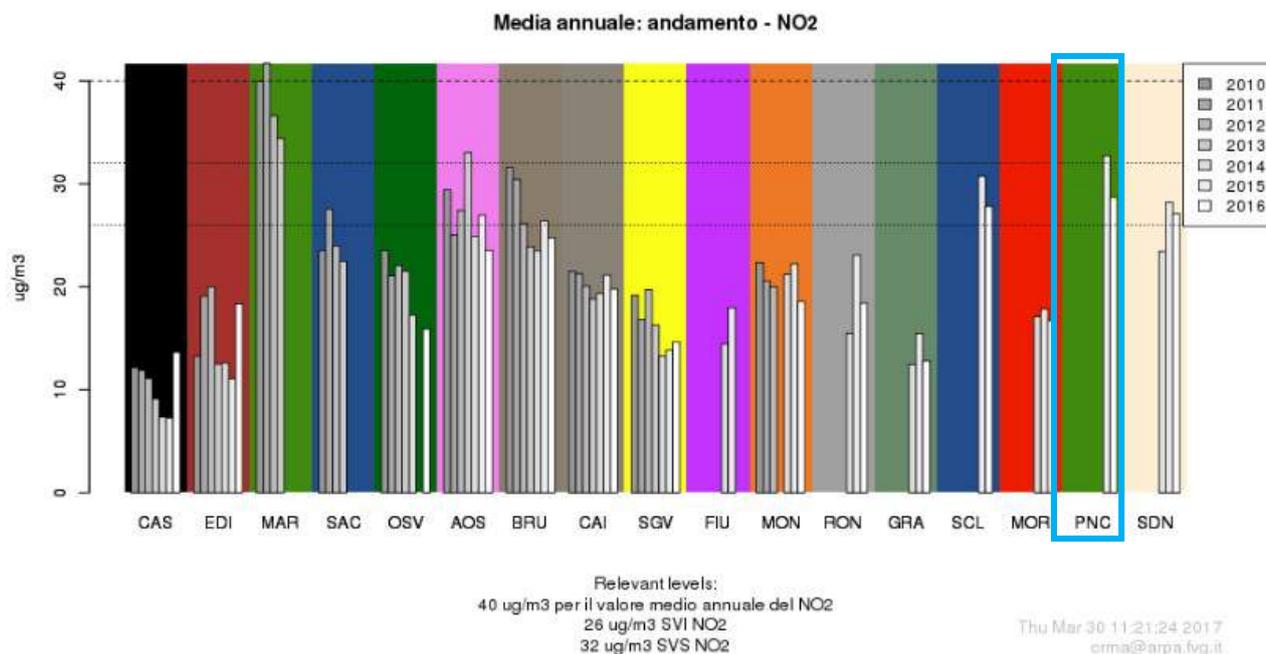


Figura 3.4 - Andamento delle concentrazioni medie annue di biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ ) sulla zona di pianura nelle stazioni di tipo fondo (FIU= Papariano, Fiumicello A2A; CAI = Udine, via Cairoli; OSV = Udine, San Osvaldo; BRU = Brugnera; CAS = Torviscosa, Castions delle Mura Edison; EDI = Torviscosa Edison; MON = Monfalcone; SGV = San Giovanni al Natisone; MOR = Morsano al Tagliamento; RON = Vermeigliano, Ronchi dei Legionari, A2A; GRA = Fossalon di Grado A2A) e di tipo traffico (PNC = Pordenone Centro; MAR = Pordenone, Viale Marconi (non più in uso); SDN = Udine, Via San Daniele; SCL = Sacile; AOS = Gorizia, via Duca d'Aosta)

### 3.2.3 Monossido di carbonio CO

Il Monossido di Carbonio (CO) è un gas inodore ed incolore, la cui presenza è legata ai processi di combustione che utilizzano combustibili organici. In ambito urbano la sorgente principale è rappresentata dal traffico veicolare per cui le concentrazioni più elevate si riscontrano nelle ore di punta del traffico. Il principale apporto di questo gas (fino al 90% della produzione complessiva) è determinato dagli scarichi dei veicoli a benzina in condizioni tipiche di traffico urbano rallentato (motore al minimo, fasi di decelerazione, ecc.): per questi motivi viene riconosciuto come tracciante di inquinamento veicolare. Tra i motori degli autoveicoli, quelli a ciclo Diesel ne emettono quantità minime, in quanto la combustione del gasolio avviene in eccesso di aria.

Mentre gli effetti sull'ambiente sono da ritenersi sostanzialmente scarsi o trascurabili, relativamente agli aspetti igienico-sanitari è da rimarcare l'elevata affinità (circa 240 volte superiore a quella per l'ossigeno) che questo gas dimostra nei confronti dell'emoglobina con formazione di un complesso estremamente stabile (carbossi-emoglobina). Considerando che l'emoglobina è la molecola organica deputata nell'uomo al trasporto dell'ossigeno ai vari organi e tessuti, è evidente come in presenza di elevate concentrazioni di CO, alcune fasce di popolazioni quali neonati, cardiopatici, asmatici e più in generale le persone anziane possano incorrere in alterazioni delle funzioni polmonari, cardiache e nervose, effetti questi conseguenti ad una verosimile azione tossica del composto sugli enzimi cellulari che inibiscono, per questa via, la respirazione.

Cefalea e vertigini sono generalmente riconosciuti come i primi sintomi di avvelenamento da tale composto chimico: ulteriori e successivi effetti fisiopatologici sono le alterazioni psicomotorie con diminuzione della vigilanza, dell'acuità visiva, della capacità di apprendimento e dell'esecuzione di test manuali.

A livello regionale, questo inquinante da diversi anni non rappresenta più un problema, dato che le concentrazioni osservate sono sempre abbondantemente inferiori alle soglie previste dalla vigente normativa.

Generalmente i valori più elevati si osservano nei pressi delle aree maggiormente urbanizzate o di aree con un'elevata densità industriale.

Nel corso del 2016 nessuna stazione di monitoraggio della rete gestita da Arpa ha fatto registrare superamenti della soglia di valutazione inferiore. In generale, comunque, i valori più elevati si osservano nei pressi delle aree maggiormente urbanizzate o di aree con un'elevata densità industriale.

### 3.2.4 Benzene C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Questo inquinante è tipicamente emesso durante il trasporto e rifornimento di combustibile per autotrazione, dal trasporto su gomma e in alcuni processi produttivi. Tra i vari elementi presenti in atmosfera, questo idrocarburo rappresenta probabilmente uno di quelli a più elevato rischio sanitario. Esso viene infatti classificato come cancerogeno di categoria 1, R45 dalla C.E., nel Gruppo 1 (sostanze per le quali esiste una accertata evidenza in relazione all'induzione di tumori nell'uomo) dalla International Agency for Research on Cancer (I.A.R.C) che lo definisce probabile ed importante causa nell'uomo di leucemia mielogena acuta e forse anche di leucemia di altro tipo ed anche l'Associazione Americana degli Igienisti Industriali lo riconosce cancerogeno accertato per l'uomo.

In questi anni, soprattutto grazie al miglioramento tecnologico nei motori (motori ad iniezione elettronica) e ai sistemi di abbattimento catalitico, le concentrazioni in aria ambiente del benzene sono in generale molto diminuite. A tutt'oggi, pertanto, si può affermare che questo inquinante in generale non sia più problematico anche se, su alcune aree circoscritte, in particolare a seguito di specifici processi produttivi, le concentrazioni del benzene rimangono ancora relativamente elevate e prossime ai limiti di legge.

I valori registrati in pianura nel corso del 2016 sono sostanzialmente coerenti con quelli degli anni precedenti, per quanto più bassi rispetto al 2015 e su valori vicini a quelli del 2014. La concentrazione media per l'anno 2016 registrata dalla stazione di Pordenone è pari a 1,2 µg/m<sup>3</sup>, valore nettamente inferiore al limite di legge (5 µg/m<sup>3</sup>) mentre per la stazione di Porcia non sono disponibili dati riguardanti questo inquinante.

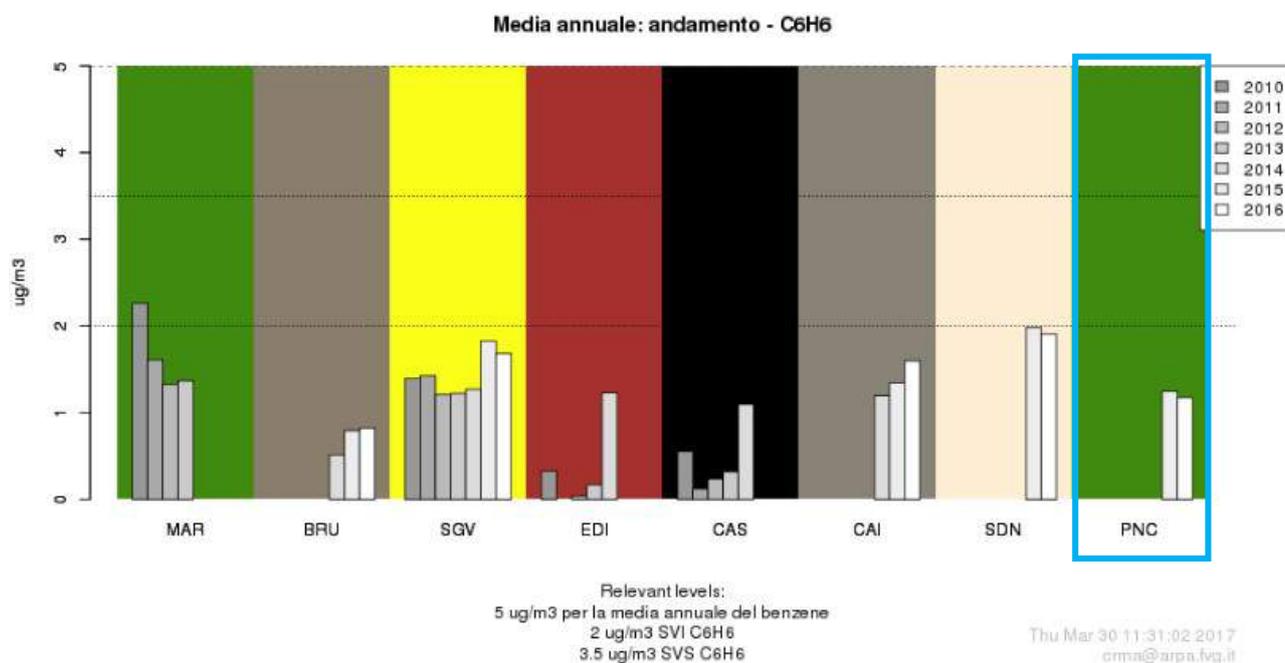


Figura 3.5 - Andamento delle concentrazioni medie annue di benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) sulla zona di pianura nelle stazioni di tipo fondo (CAI = Udine, via Cairoli; BRU = Brugnera; CAS = Torviscosa, Castions delle Mura Edison; EDI = Torviscosa Edison; SGV = San Giovanni al Natisone) e di tipo traffico (PNC = Pordenone Centro; MAR = Pordenone, Viale Marconi (non più in uso); SDN = Udine, Via San Daniele)

### 3.3 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 degli inquinanti. 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 della 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 abbattano 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 (fonte ARPA).

## 4 CARTA DELLE PRESSIONI

Nella carta delle pressioni sono individuate le viabilità (sorgenti lineari) che costituiscono le fonti di pressione che verranno successivamente considerate per la rappresentazione dello scenario emissivo dello stato di fatto.

Al fine dello studio, sono state quindi prese in considerazione la SS n.13 "Pontebbana" e la rete viaria di primo livello, qui di seguito indicata:

- SP Strada Provinciale 35 "Opitergina";
- SR Strada Regionale 251 della Val di Zoldo e Val Cellina.

La carta delle pressioni permette inoltre di individuare l'area di indagine sulla base della quale verranno effettuate le successive analisi. Queste ultime infatti interessano un buffer individuato nei primi 250 m per lato di distanza dagli assi stradali considerati.

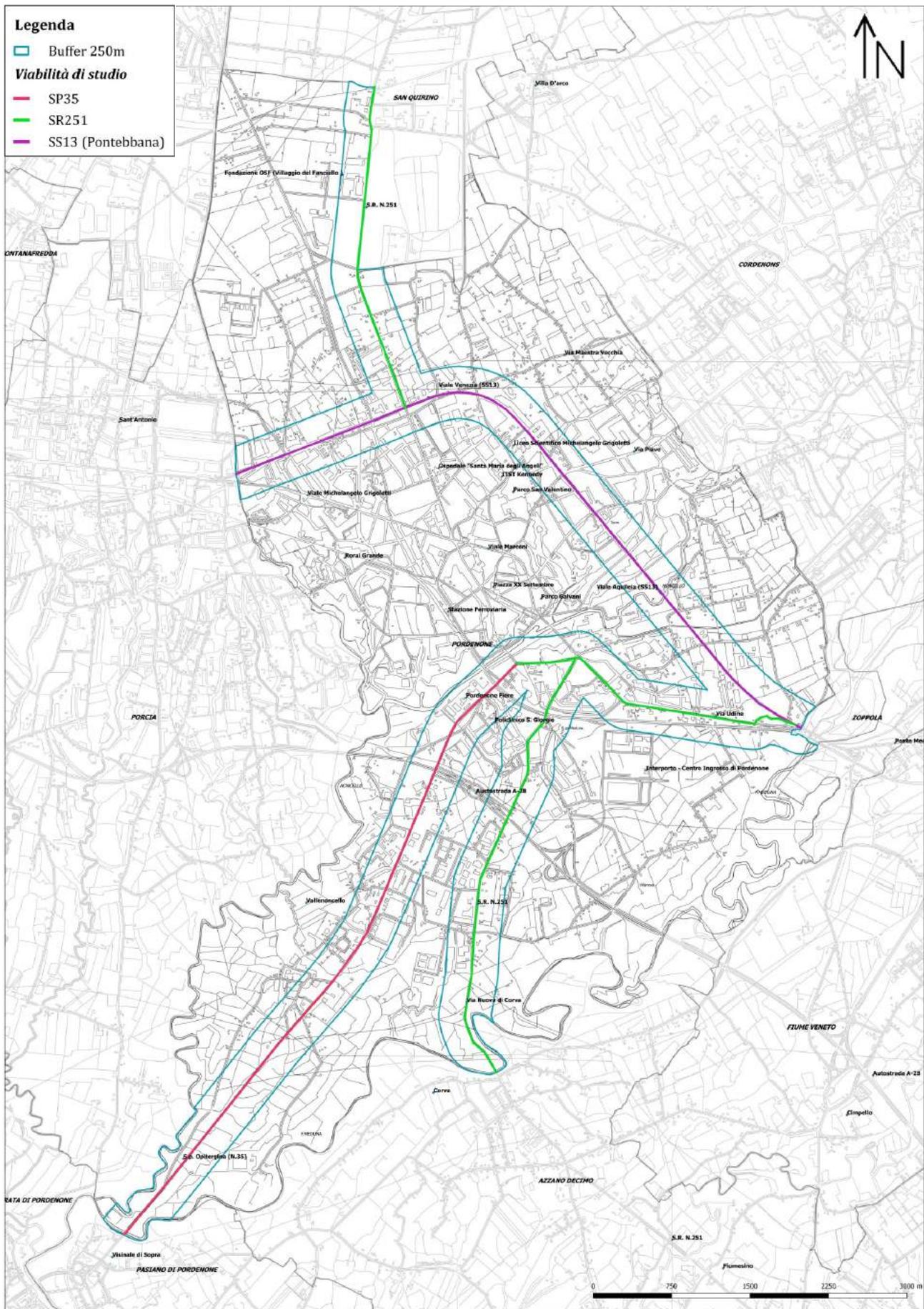


Figura 4.1 – Carta delle pressioni (FONTE: carta di nostra elaborazione mediante software QGis)

## 5 CARTA DELLA SENSIBILITÀ

La carta della sensibilità nasce da un'attenta lettura degli usi e delle condizioni del suolo al fine di definire, all'interno dell'area di indagine, quali aree risultano più sensibili all'inquinamento atmosferico. A tal fine, l'analisi è stata effettuata considerando la zonizzazione del territorio comunale da PRGC e la presenza di zone soggette a vincoli ambientali e paesaggistici.

A queste aree è stato assegnato un grado di sensibilità basato sulle potenziali ricadute/effetti sui ricettori umani dovuti all'esposizione all'inquinamento atmosferico prodotto dalla rete viaria. Le aree sensibili all'inquinamento atmosferico possono quindi essere catalogate, fondamentalmente, in tre categorie:

- *aree urbanizzate*: presenza saltuaria o continua dell'uomo;
- *aree agricole*: coltivazione di prodotti destinati all'alimentazione umana/animale.
- *aree industriali/servizi*: aree a destinazione industriale, terziario con presenza saltuaria

Considerando inoltre che la sensibilità aumenta all'aumentare dei tempi di permanenza e alla presenza di soggetti potenzialmente a rischio, le aree sono state classificate all'interno delle seguenti classi in ordine di sensibilità decrescente:

<b>SENSIBILITÀ</b>	<b>DEFINIZIONE</b>
<b>Molto alta</b>	Aree per le attrezzature sanitarie ed ospedaliere Aree per l'istruzione fino all'obbligo e superiore
<b>Alta</b>	Aree residenziali con presenza continua dell'uomo
<b>Media</b>	Spazi pubblici e per attrezzature di interesse comune (servizi, turismo, gioco, sport, ecc.) Piste pedonali e ciclabili (presenza non continua) Aree agricole non residenziali (coltivazione di prodotti destinati all'alimentazione umana/animale) Aree protette e verde di pregio (aree di particolare pregio e protezione ambientale, artistica ed urbanistica)
<b>Bassa</b>	Aree urbanizzate non residenziali con presenza dell'uomo limitata (aree servizi, industriali, terziario)
<b>Nulla</b>	Servizi a verde (verde di arredo urbano, verde di connettivo) Viabilità ferroviaria e di galleria

La Tavola 5 allegata al presente studio mostra la zonizzazione dell'intera area di studio in base alla sensibilità attribuita a ciascuna zona. E' possibile osservare che le aree a sensibilità alta, complessivamente 20, di cui la maggior parte adibite all'istruzione (Tabella 5.1), sono localizzate lungo la S.S.13 e nell'area in cui la S.S.251 e la S.P.35 si intersecano.

<i>Tipologia aree a <b>SENSIBILITÀ ALTA</b></i>		<i>numero</i>
<b>Aree per l'istruzione</b>	Nidi di infanzia	2
	Scuole per l'infanzia	5
	Scuole primarie	3
	Scuola secondaria di I° grado	1
	Scuola secondaria di II° grado	1

<b>Aree per le attrezzature sanitarie ed ospedaliere</b>	Università	1
	Poli ospedalieri	1
	Attrezzature per l'assistenza	3
	Attrezzature per l'assistenza agli anziani	3

Tabella 5.1 - Tipologie aree a sensibilità alta

Le Tavole 5a, 5b, 5c e 5d, allegate alla presente, rappresentano la carta della sensibilità a scala di dettaglio. L'intera area di studio è stata infatti suddivisa in quattro quadranti (figura 5.1) all'interno dei quali a ogni zona è stato assegnato un codice/etichetta in base alla zonizzazione definita dal PRGC (capitolo 10). Questa stessa suddivisione in quadranti è stata utilizzata successivamente anche per la realizzazione della Carta delle Priorità.

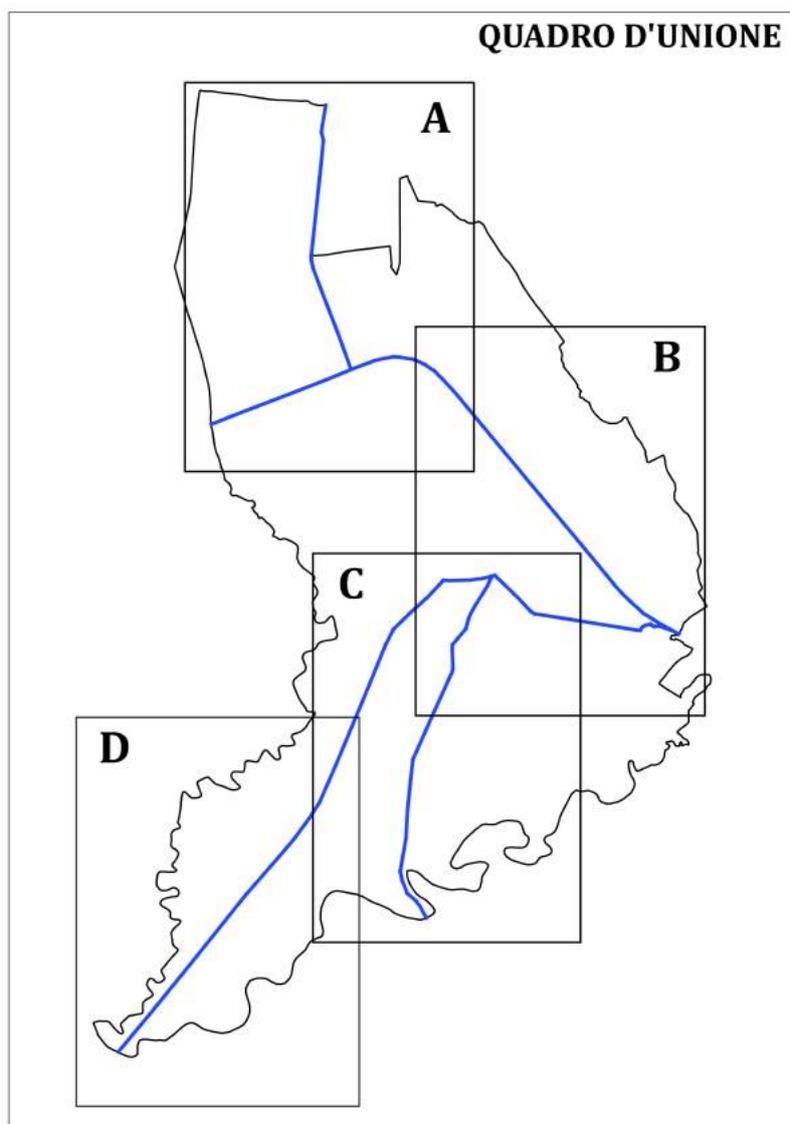


Figura 5.1 - Quadro d'unione Tavola della sensibilità

(FONTE: carta di nostra elaborazione mediante software QGis)

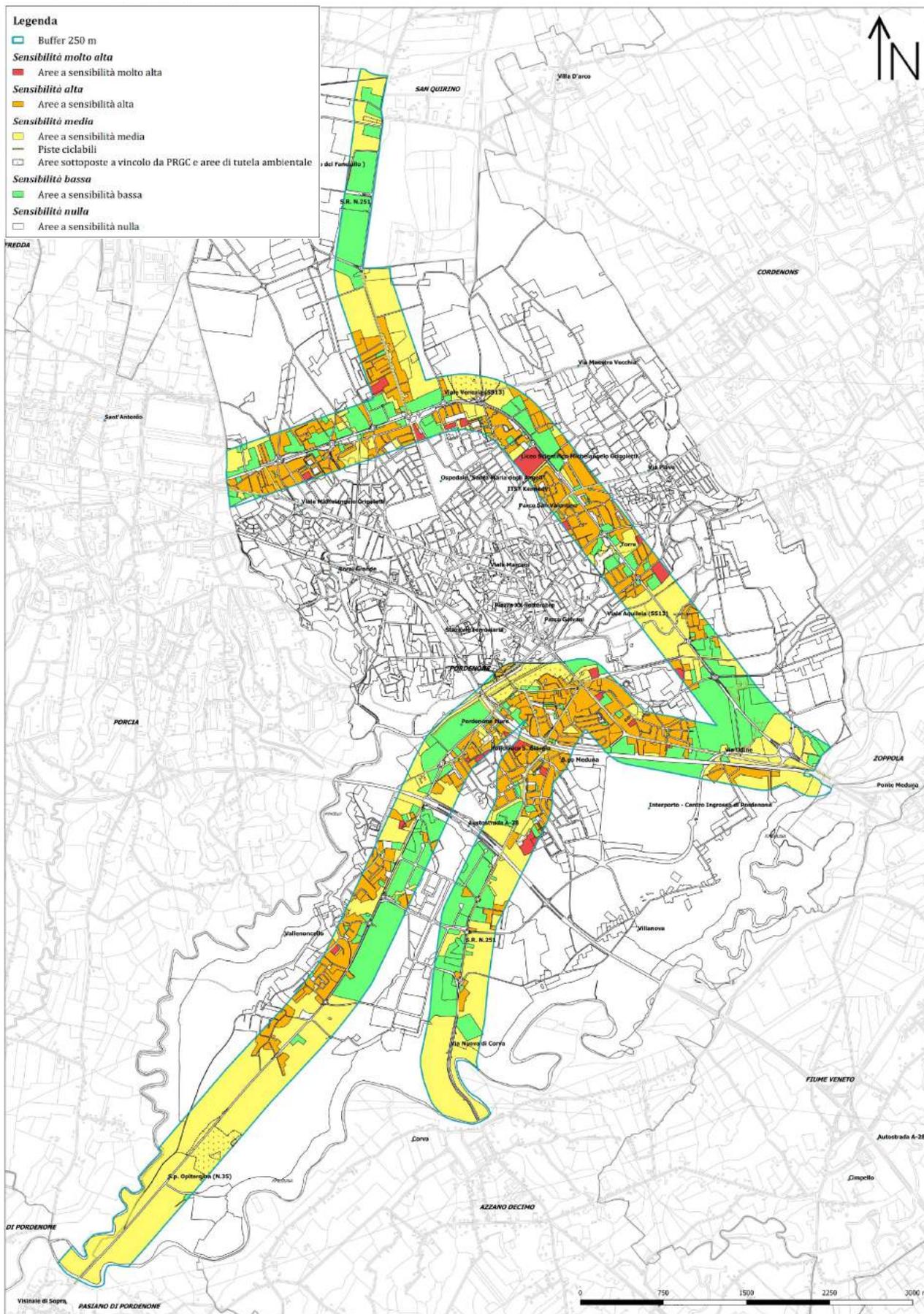


Figura 5.2 - Carta della Sensibilità (FONTE: carta di nostra elaborazione mediante software QGis)

## 6 ANALISI MODELLISTICA DI RICADUTA AL SUOLO DEGLI INQUINANTI

Al fine di valutare il contributo emissivo della viabilità oggetto del presente studio, è stata svolta un'analisi modellistica utilizzando il software MMS CALINE 4, modello stazionario gaussiano che simula le ricadute degli inquinanti da traffico (sorgenti lineari). La migliore rappresentatività del modello gaussiano utilizzato è all'interno di un'area di analisi di 500 m (scala spaziale).

L'analisi atmosferica è partita dalla stima dei flussi di traffico forniti dall'amministrazione comunale (dati del PUMS, anno 2016) e da dati pubblici, resi disponibili da ACI, sulla composizione media del parco veicolare attualmente circolante nella provincia interessata. Oltre a ciò, si è resa necessaria l'acquisizione dei dati meteorologici dell'area di studio, della localizzazione delle fonti di emissione e dei fattori di emissione per ciascuna sorgente. 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.

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 dall'esercizio della viabilità analizzata. Il modello è stato applicato, ora per ora, ad un intero anno solare 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 si è pervenuti alla stesura delle mappe di distribuzione delle concentrazioni degli inquinanti considerati nei domini di calcolo.

Sono stati presi in considerazione i seguenti inquinanti: polveri sottili ( $PM_{10}$ ), ossidi di azoto ( $NO_x$ ), monossido di carbonio (CO) e benzene ( $C_6H_6$ ). Per questi è stato quindi valutato il contributo esclusivo derivante dalla viabilità oggetto di studio. Per le polveri sottili è stata inoltre analizzata la ricaduta degli inquinanti considerando il valore di fondo, ovvero un valore di *background* rappresentante la concentrazione media nel territorio.

I risultati ottenuti sono stati confrontati con quanto disposto dal D.Lgs. 155/2010 e s.m.i., che definisce gli standard di qualità ambientale.

### 6.1 I MODELLI DI CALCOLO

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 geografiche 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 mantenendo 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"; in particolare è stato utilizzato il software MMS Caline. Quest'ultimo è un modello gaussiano per il calcolo delle concentrazioni di inquinanti emessi da traffico autoveicolare consigliato da ISPRA. È stato inoltre utilizzato Surfer 14, software per la visualizzazione grafica dei dati in 3D.

### 6.1.1 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:

- la stima (con approccio chimico semplificato) della formazione di NO<sub>2</sub>;
- 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 (si definisce strada a canyon una strada caratterizzata da due file di edifici continui alti rispetto alla larghezza della strada che la configurano come una sorta di canyon; si parla di bluff, quando solo uno dei due lati degli edifici adiacenti la strada ha le caratteristiche di altezza e continuità precedentemente descritti).

Il modello suddivide gli archi della strada considerata in una serie finita di elementi emissivi perpendicolari alla direzione del vento (Figura 6.1) che sono trattati con il metodo FLS (Finite Line Source). La concentrazione stimata dal modello in un punto (definito ricettore) 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.

Il modello implementa il concetto della “mixing zone” per la valutazione della diffusione di inquinanti inerti e considera lo schema “Discrete Parcel Method” per il calcolo dell'NO<sub>2</sub>.

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 roughness, l'altezza dello strato di rimescolamento e la temperatura ambiente.

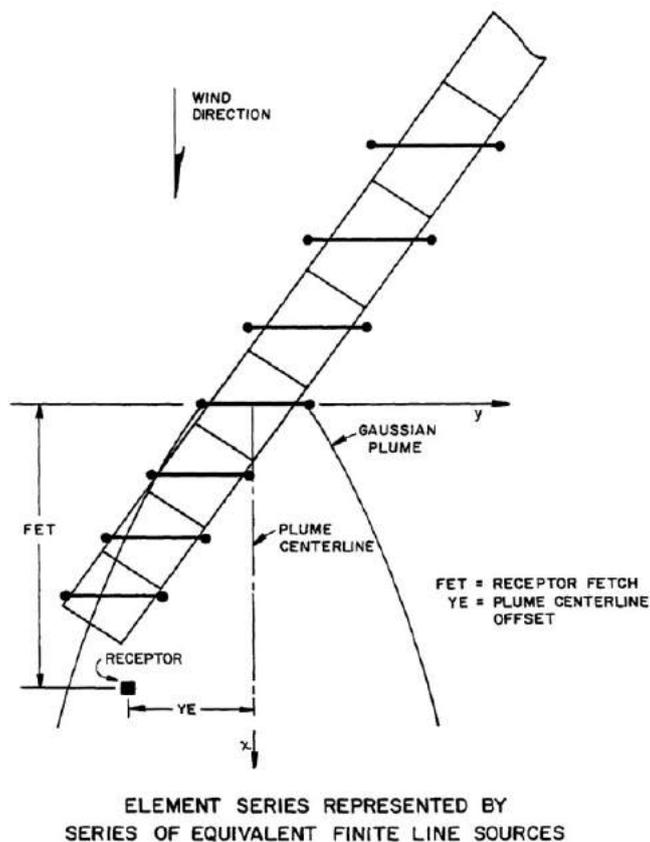


Figura 6.1 - Trattamento della sorgente lineare nel modello CALINE4 con il metodo della suddivisione in numero finito di elementi emissivi perpendicolari alla direzione del vento (Fonte: CALTRANS)

L'input meteorologico del presente studio è rappresentato dai dati meteo forniti da ARPA FVG e riferiti all'anno 2015, anno di riferimento. I dati indicano velocità e direzione del vento, temperatura, classe di stabilità e altezza di rimescolamento nell'atmosfera presso la stazione di Pordenone della rete ARPA FVG.

## 6.2 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.

Il modello utilizza dati meteorologici di base valutati su base oraria. I dati minimi necessari per effettuare un calcolo sono i seguenti:

- classe di stabilità atmosferica (A,B,C,D,E,F+G)
- temperatura dell'aria (K)
- velocità del vento (m/s)

- direzione di provenienza del vento (gradi da Nord).

Altri dati possono essere utilizzati come valori tipici legati alle varie classi di stabilità:

- altezza di inversione in quota per le classi A, B, C, D (m)
- deviazione standard della direzione del vento (gradi); questo dato è usato solo per il calcolo in caso di calma di vento

I dati meteo utilizzati, forniti da ARPA FVG e riferiti all'anno 2015, indicano velocità e direzione del vento, temperatura, classe di stabilità e altezza di rimescolamento nell'atmosfera presso la stazione di Pordenone, in località Borgomeduna.

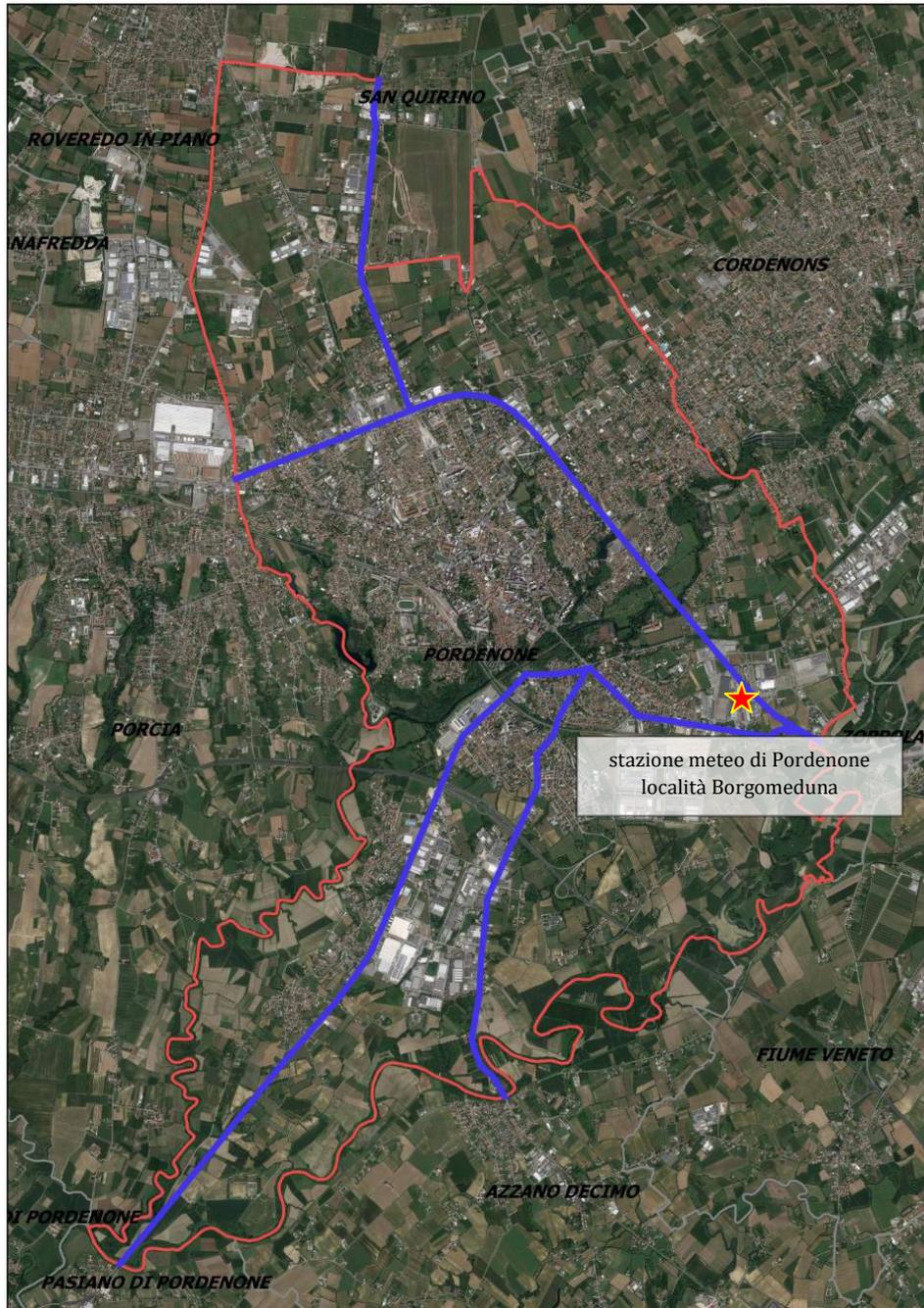


Figura 6.2 - Localizzazione della stazione meteo di Pordenone in località Borgomeduna (FONTE: carta di nostra elaborazione mediante software QGis)

Da tali dati emerge che le velocità medie del vento, registrate nella stazione, sono pari a 2.47 m/s, mentre le raffiche di vento possono attestarsi anche a valori superiori a 10 m/s, con valore massimo pari a 13,86 m/s registrato nel mese di febbraio (Tabella 6.1).

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Totale
Velocità media (m/s)	2.29	2.79	2.83	2.99	2.81	2.36	2.45	2.42	2.82	3.05	1.83	0.95	2.47
Velocità massima (m/s)	7.41	13.86	12.72	11.22	10.79	8.12	8.36	6.26	8.76	9.73	11.56	3.60	13.86

Tabella 6.1 - Velocità media e massime del vento nella stazione di Pordenone nell'anno 2015

Viene inoltre riportato di seguito l'andamento della direzione prevalente del vento. I venti prevalenti hanno direzione di provenienza NE.

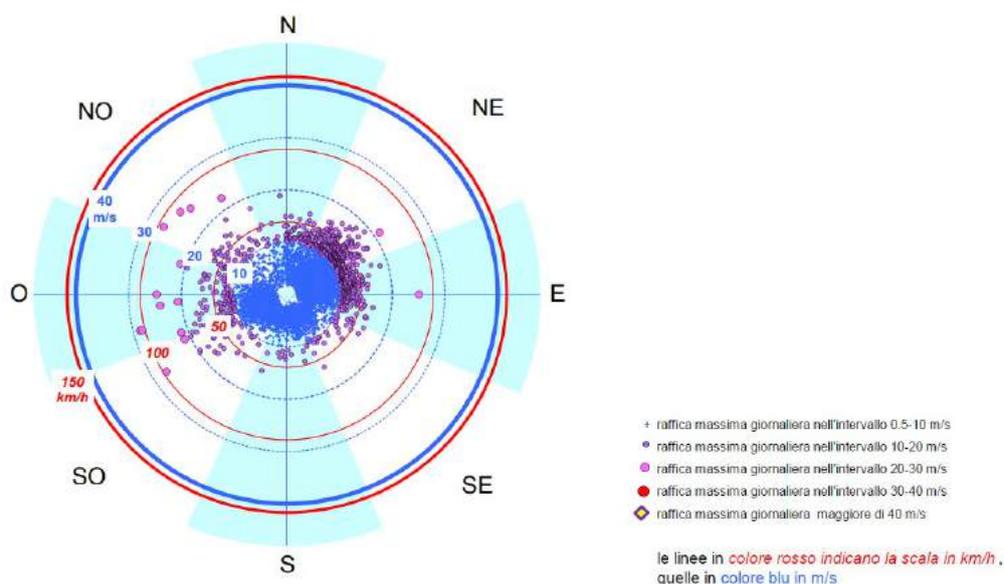


Figura 6.3 - Distribuzione delle raffiche di vento massime negli ottanti (anni 1995-2016)

La **classe di stabilità** è un indicatore qualitativo dell'intensità della turbolenza atmosferica. La classificazione più comune è quella di Pasquill-Gifford sulla base del gradiente termico verticale e che considera sei possibili condizioni. Esse comprendono tre classi (A, B e C) per l'atmosfera instabile, una classe (D) per l'atmosfera neutra e due classi (E ed F) per l'atmosfera stabile:

<b>CATEGORIA A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• situazione estremamente instabile;</li> <li>• turbolenza termodinamica molto forte;</li> <li>• shear del vento molto debole.</li> </ul>
<b>CATEGORIA B</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• situazione moderatamente instabile;</li> <li>• turbolenza termodinamica media;</li> <li>• shear del vento moderato;</li> </ul>
<b>CATEGORIA C</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• situazione debolmente instabile;</li> <li>• turbolenza molto debole;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• shear del vento moderato-forte.</li> </ul>
<b>CATEGORIA D</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• situazione neutra (adiabatica e pseudoadiabatica);</li> <li>• turbolenza termodinamica molto debole;</li> <li>• shear del vento forte.</li> </ul>
<b>CATEGORIA E</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• situazione debolmente instabile;</li> <li>• turbolenza termodinamica molto debole;</li> <li>• shear del vento forte.</li> </ul>
<b>CATEGORIA F+G</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• situazione stabile o molto stabile;</li> <li>• turbolenza termodinamica assente;</li> <li>• shear del vento molto forte.</li> </ul>

Vi è poi un'ulteriore classe G che generalmente viene aggregata ed indicata F+G rappresentante una classe estremamente stabile.

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.

L'analisi della stabilità atmosferica con riferimento alla precedente classificazione sviluppata per la stazione di Pordenone è sintetizzata nelle figure seguenti.

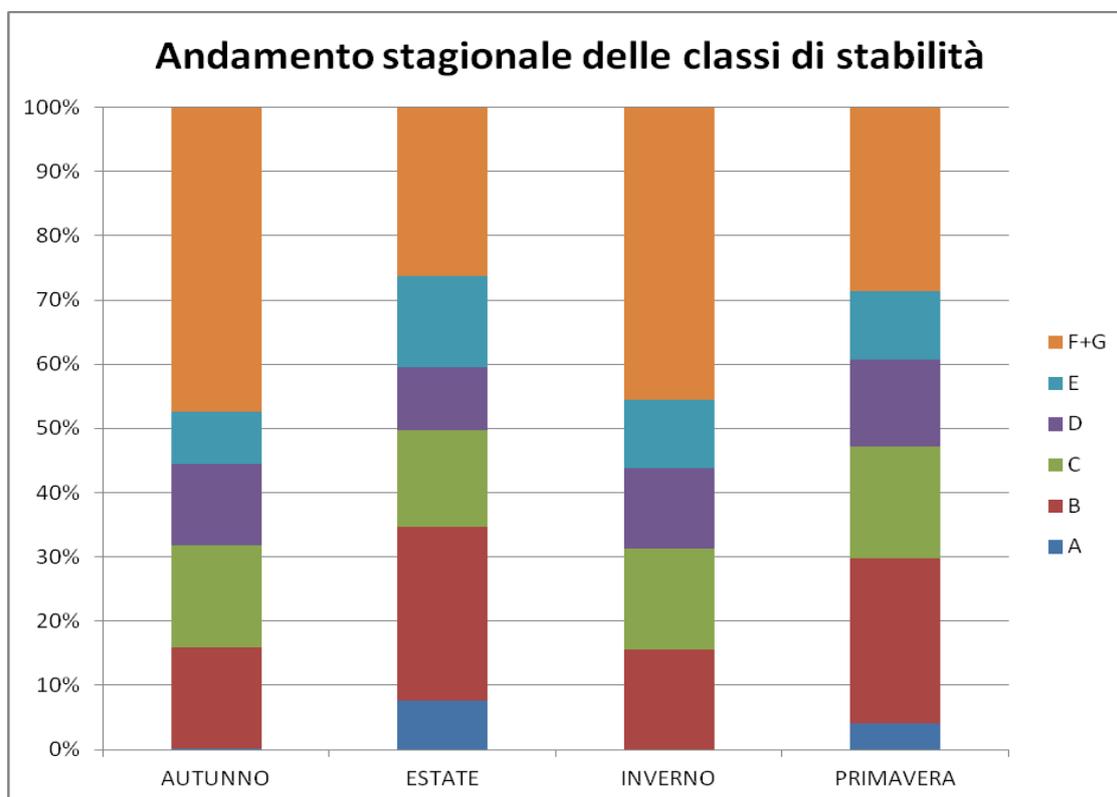


Figura 6.4 - Andamento stagionale delle classi di stabilità riferite alla stazione di Pordenone, località Borgomeduna

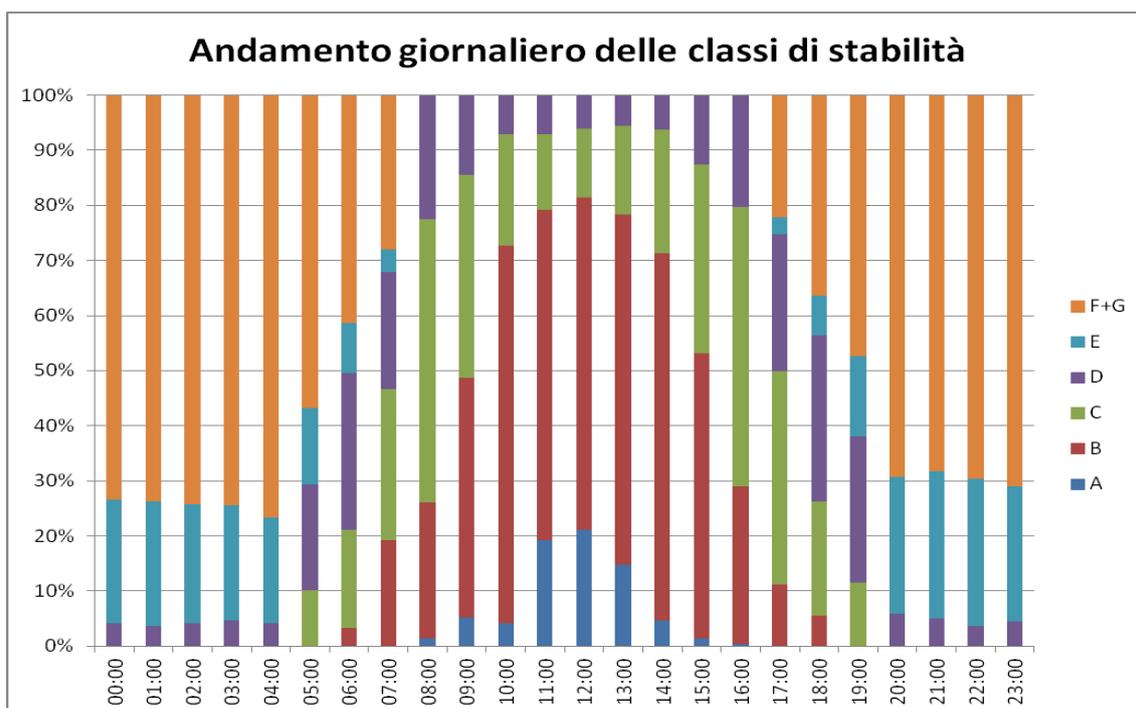


Figura 6.5 - Andamento giornaliero delle classi di stabilità riferite alla stazione di Pordenone, località Borgomeduna

Dall'osservazione della Figura 6.4 emerge una generale condizione di stabilità durante le stagioni, con una netta predominanza della classe di stabilità F+G (stabile/estremamente stabile). Nel periodo estivo e primaverile si registra un sensibile aumento di frequenza delle classi A e B, rispettivamente molto instabile e moderatamente instabile, dovuto principalmente ad una maggiore irradiazione solare.

Dall'analisi della Figura 6.5 emerge che durante l'arco della giornata, nelle ore centrali prevalgono le classi di instabilità B e C, che non si riscontrano invece nelle ore serali a vantaggio delle condizioni di stabilità, durante le quali infatti prevalgono le classi F + G ed E.

## 6.3 SCENARI EMISSIVI

### 6.3.1 Valori di fondo e inquinanti analizzati

Al fine di valutare lo stato emissivo della viabilità in oggetto e di caratterizzarne gli aspetti nel modo corretto, sono stati considerati i seguenti inquinanti:

- Polveri sottili  $PM_{10}$
- Ossidi di Azoto  $NO_x$
- Monossido di Carbonio CO
- Benzene  $C_6H_6$

Come precedentemente detto, per questi inquinanti, eccetto che per le polveri sottili, è stato valutato esclusivamente il contributo emissivo derivante esclusivamente dalla viabilità oggetto di studio.

Per le polveri sottili è stata inoltre analizzata la ricaduta degli inquinanti considerando anche il valore di fondo al fine di determinare i valori di concentrazione medi annui. Per la definizione del valore di fondo è stata presa come riferimento la stazione di Porcia (PN), appartenente alla rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria, posta nelle vicinanze dell'area studio. E' stata esclusa dalle analisi la stazione di traffico di Pordenone, nonostante fosse più vicina all'area di studio, in quanto risultando perlopiù influenzata da inquinanti traffico correlati, fornirebbe una sovrastima di tali concentrazioni. Più opportuno dunque è l'utilizzo di una stazione con valore di background di fondo suburbano.

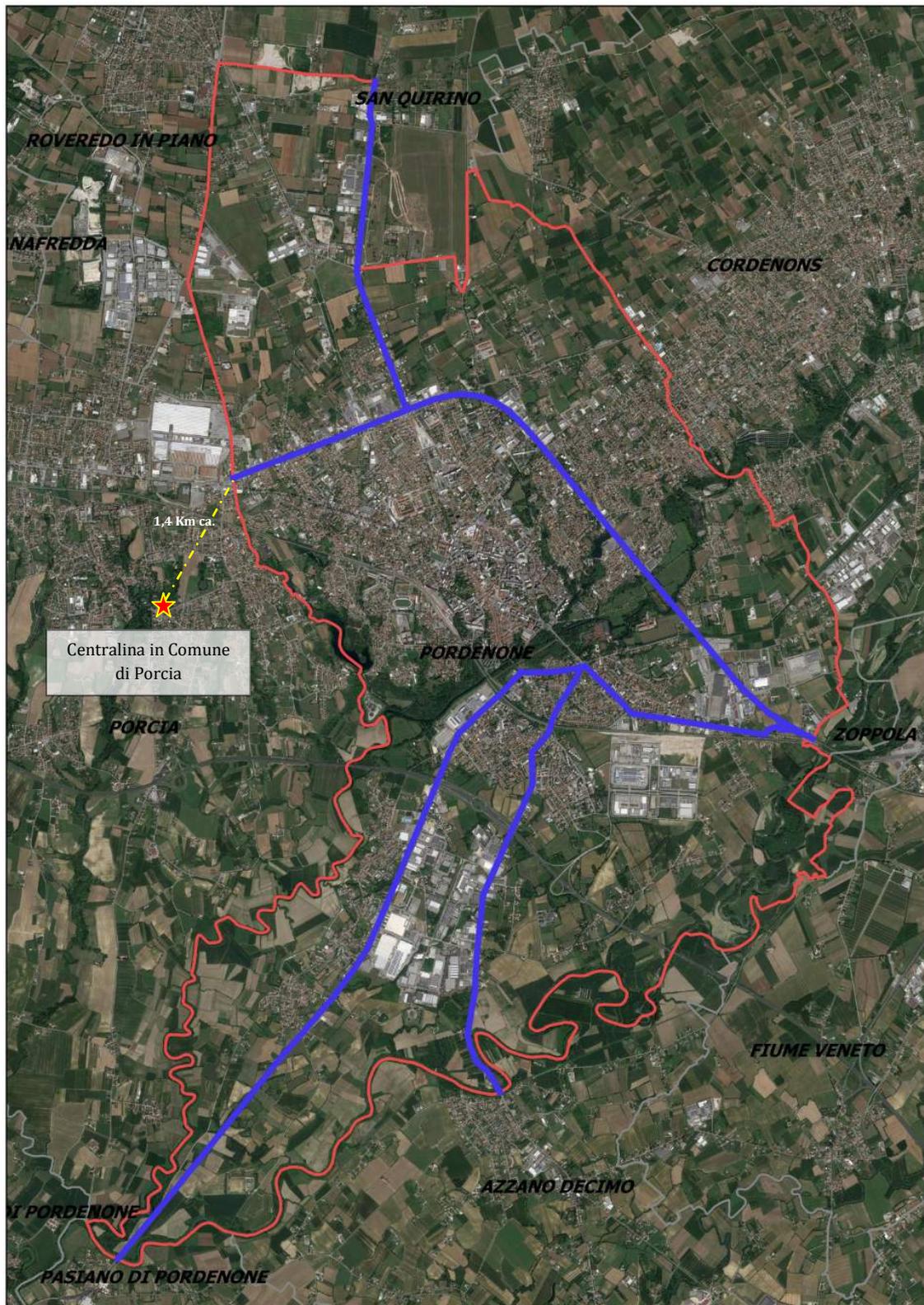


Figura 6.6 - Localizzazione della centralina rispetto al tracciato oggetto di studio  
(FONTE: carta di nostra elaborazione mediante software QGis)

Il valore medio di concentrazione più aggiornato, relativo all'anno 2016, per le polveri sottili (PM<sub>10</sub>) utilizzato come valore di fondo è pari a 25,83 µg/m<sup>3</sup>.

### 6.3.2 Dominio di calcolo

Per la realizzazione della simulazione modellistica è stato considerato un unico dominio con estensione pari a 8000 m (asse x) e 12000 m (asse y).

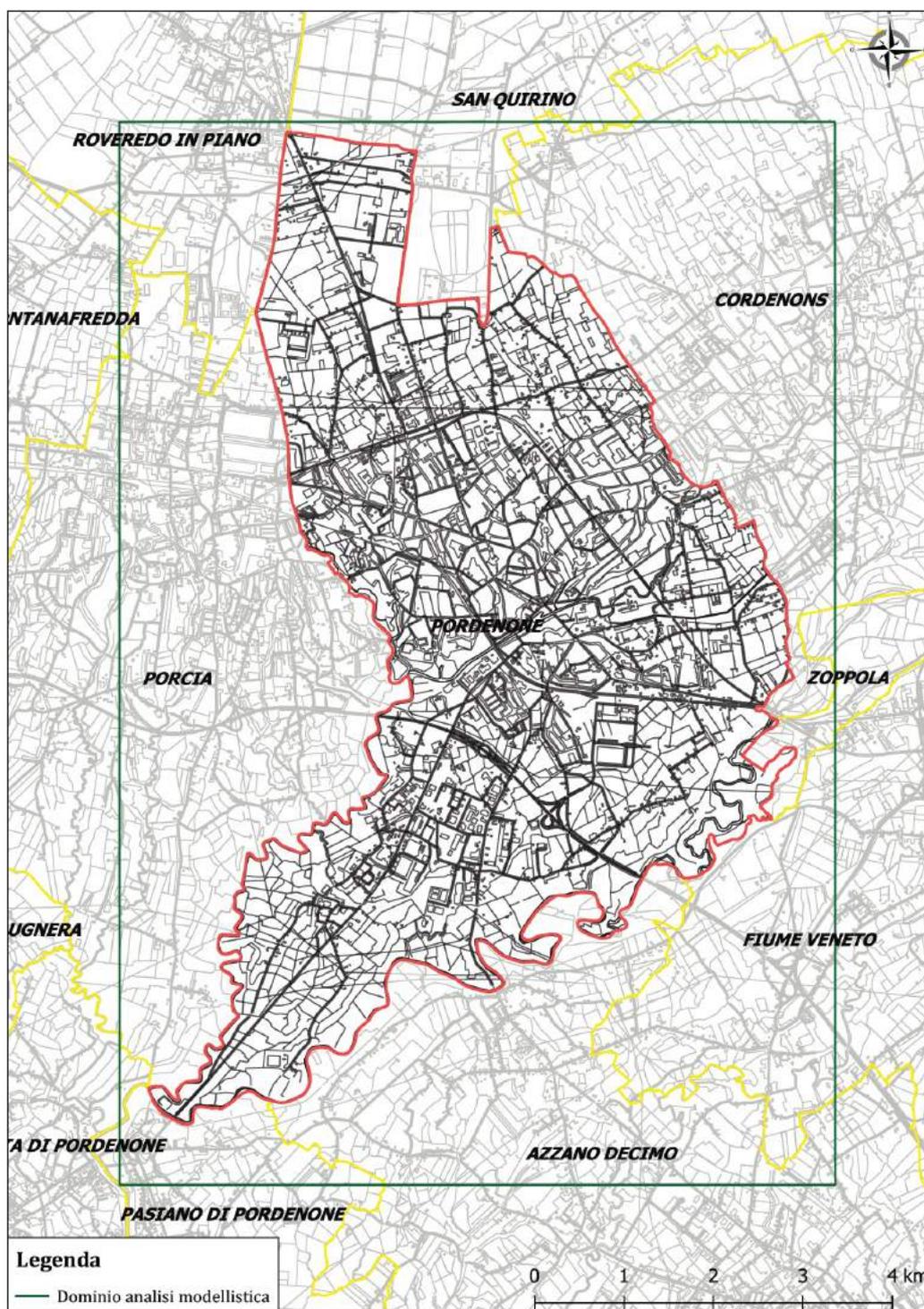


Figura 6.7 - Inquadramento del dominio di calcolo considerato  
(FONTE: carta di nostra elaborazione mediante software QGis)

Il calcolo delle concentrazioni è avvenuto su recettori stradali posti lungo quattro linee posizionate parallelamente alla strada distanti tra di loro 50 metri, con un fattore moltiplicativo pari a 1,5. Complessivamente sono stati considerati 2768 recettori, posti a una distanza orizzontale fissa di 80 m ciascuno.

Considerando la morfologia dell'area di tipo urbano ad elevata antropizzazione, al dominio è stata attribuita una rugosità superficiale pari a 1 m (zone urbanizzate).

Si riporta di seguito la tabella di riferimento per valutare gli aspetti di rugosità.

<b>Parametri di uso del suolo secondo la classificazione Corine Land Cover 1:100000 aggiornata al 2004</b>	
Categoria	Rugosità superficiale (m)
Superfici artificiali	1
Superfici agricole utilizzate	0.25
Territori boscati e ambienti semi-naturali	1
Zone umide	0.02
Corpi idrici	0.001
Zone Urbanizzate	1
Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	0.02
Zone estrattive, cantieri, discariche etc.	0.02
Zone verdi artificiali non agricole	0.25
Seminativi	0.25
Colture permanenti	0.25
Prati stabili	0.25
Zone agricole eterogenee	0.06
Zone boscate	2
Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva	0.02
Zone aperte con vegetazione rada o assente	0.1
Zone umide interne	0.2
Zone umide marittime	0.02
Acque continentali	0.001
Acque marittime	0.001
Dati mancanti	0.001

Tabella 6.2 – Coefficienti di rugosità

### 6.3.3 Sorgenti emissive

Per la determinazione del numero di veicoli circolanti su ciascun asse stradale considerato si è fatto riferimento allo studio dei flussi di traffico che è stato svolto in occasione della redazione del PUMS (Piano Urbano della Mobilità Sostenibile), approvato dalla consiglio comunale con delibera n. 33 il 21 Settembre 2015.

I flussi di traffico, rilevati dalla Società Sintagma, attraverso una serie di Radar Junior, sono stati integrati dai monitoraggi condotti da G.S.M. S.p.a.

Vista la netta predominanza del mezzo privato, rispetto ai mezzi pubblici o alla mobilità dolce, l'ora di punta è stata definita come intervallo orario di massimo carico dei flussi di traffico veicolari, espressi in veicoli equivalenti, sulla rete, nel giorno feriale medio. Per la conurbazione, nella mattina, l'ora di punta risulta quella tra le 7:30 e le 8:30. Di seguito si riportano le rilevazioni di traffico per gli assi stradali considerati:

Infrastruttura	Sezione di rilievo	Direzione	Flussi rilevati [veic.eq./h]
<b>SP 35</b>	23	direzione Pordenone	669,5
		direzione Oderzo	492,0
<b>SR251 (ponte sul Noncello)</b>	24	direzione Pordenone	917,6
		direzione Corva	258,4
<b>Via Montereale (a nord della SS13)</b>	32	direzione Aviano	719,0
		direzione Pordenone	617,0
<b>SS13 - Viale Aquileia</b>	45	direzione Venezia	1019,1
	46	direzione Udine	799,1
<b>SS13 - Viale Venezia</b>	49	direzione Venezia	912,5
	50	direzione Udine	1019,8
<b>Via Udine</b>	D	direzione centro città	519,0
		direzione SS13	740,0

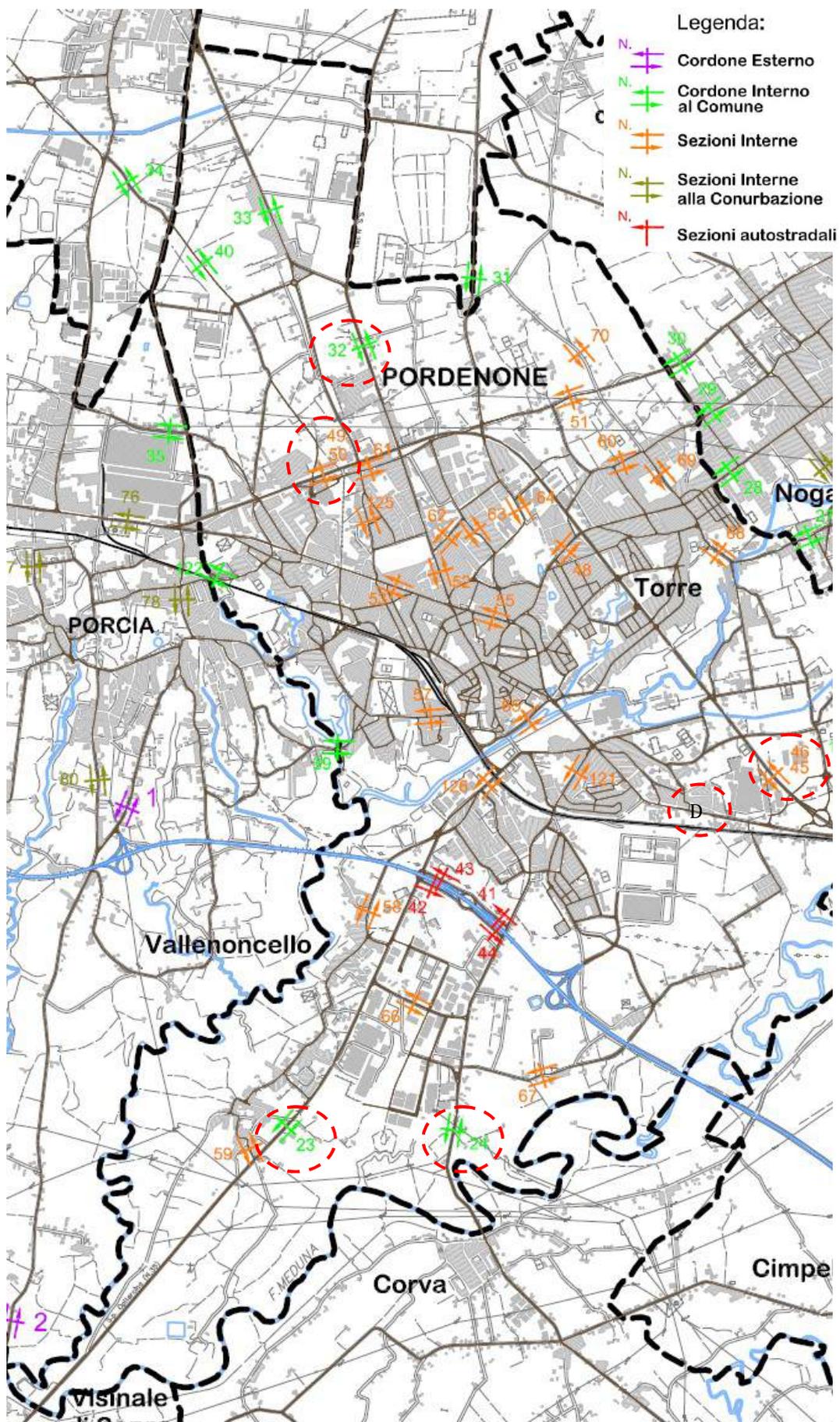


Figura 6.8 – Sezioni di rilievo del traffico (FONTE: PUMS - Piano Urbano della Mobilità Sostenibile)

### 6.3.4 Sorgenti lineari

Le sorgenti lineari considerate dal modello sono costituite dai veicoli che circolano nell'area di 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 V).

#### **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 Pordenone ricavabile dalle tabelle ACI, in cui i dati sono suddivisi per differenti livelli di aggregazione e sono relativi all'anno 2014 (ultimo aggiornamento disponibile). Complessivamente i veicoli nella Provincia di Pordenone al 31.12.2014 erano pari 256,999 unità. La ripartizione percentuale, riclassificata secondo le categorie utilizzate da COPERT, è riportata in Tabella 6.3.

Categoria veicolare	Percentuale categoria sul totale (%)
<b>Autovetture</b>	80,70
<b>Veicoli commerciali leggeri (&lt;3,5 t)</b>	8,17
<b>Veicoli commerciali pesanti (&gt;3,5 t)</b>	1,05
<b>Autobus</b>	0,15
<b>Motocicli</b>	9,90

Tabella 6.3 - Composizione percentuale del parco veicoli circolante in Provincia di Pordenone

#### **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 Pordenone.

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. 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.

### 6.3.5 Esportazione dei Risultati in software GIS

I risultati ottenuti tramite il software di simulazione Caline sono stati successivamente esportati ed elaborati tramite il software in ambiente GIS denominato Surfer 10.

### 6.3.6 Risultati

Si riporta di seguito la sintesi dei risultati ottenuti dalle modellazioni di ricaduta al suolo degli inquinanti.

In linea generale, i risultati delle analisi modellistiche hanno evidenziato, per quando riguarda il solo contributo emissivo della viabilità, alcuni superamenti dei limiti di normativa vigente per gli ossidi di azoto. Le concentrazioni di tale inquinante in corrispondenza della viabilità e dei ricettori posti in prossimità dell'asse stradale, risultano infatti essere superiori ai limiti di normativa vigente. Per gli altri tre inquinanti (PM<sub>10</sub>, CO e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) lo studio del contributo esclusivo della viabilità non ha rilevato superamenti dei limiti di legge. Anche per la simulazione modellistica del PM<sub>10</sub> con il valore di fondo (valori medi annui) non sono stati registrati superamenti del valore soglia.

Di seguito, sulla base delle mappe di ricaduta al suolo allegate, si riportano i seguenti valori di concentrazioni per tipologia di inquinante. In rosso sono evidenziati i superamenti dei limiti di normativa vigente.

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	UNITÀ DI MISURA	VALORE MASSIMO DI LEGGE (D.Lgs. 155/2010)	Soglie di valutazione superiore e inferiore (D.Lgs. 155/2010)	VALORI NEL DOMINIO DI CALCOLO	
					Valore minimo µg/m <sup>3</sup>	Valore massimo µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub> - con valore di fondo (valore medio annuo)	anno	µg/m <sup>3</sup>	40	28	26.02	30.71
				20		
PM <sub>10</sub> - contributo esclusivo del traffico	anno	µg/m <sup>3</sup>	40	28	0.19	4.88
				20		
NO <sub>x</sub> - contributo esclusivo del traffico	anno	µg/m <sup>3</sup>	40	32	2.09	<b>62.11</b>
				26		
CO - contributo esclusivo del traffico	8 ore	µg/m <sup>3</sup>	10000	7000	8.61	255.87
				5000		
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> - contributo esclusivo del traffico	anno	µg/m <sup>3</sup>	5	3,5	0.013	0.38
				2		

<b>Inquinante analizzato: PM<sub>10</sub></b>	
<b>Valori medi annui (contributo con valore di fondo) (Tavola 1.A)</b>	Nelle modellazioni eseguite, il PM <sub>10</sub> risulta essere <u>sempre inferiore al limite previsto dalla normativa vigente</u> (limite annuale per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m <sup>3</sup> ). Il valore minimo è pari a 26,02 µg/m <sup>3</sup> mentre quello massimo è di 30,71 µg/m <sup>3</sup> . Le aree lungo le quali si registrano le concentrazioni maggiori di inquinanti sono le seguenti: - lungo Viale Venezia (SS13), in particolare all'intersezione con la SR 251 - Via Montereale - lungo la SR251, nell'area in cui Via Nuova di Corva interseca Via S. Giuliano - lungo la SP35, in particolare lungo Viale Treviso
<b>Contributo esclusivo della viabilità (Tavola 1.B)</b>	Nelle modellazioni eseguite, il contributo di PM10 risulta essere <u>sempre inferiore al limite previsto dalla normativa vigente</u> (limite annuale per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m <sup>3</sup> ). Il valore minimo è pari a 0,19 µg/m <sup>3</sup> mentre quello massimo è di 4,88 µg/m <sup>3</sup> . Le aree lungo le quali si registrano le concentrazioni maggiori sono le stesse individuate dalla modellazione del PM10 con il valore medi annui.
<b>Inquinante analizzato: NO<sub>x</sub></b>	
<b>Contributo esclusivo della viabilità (Tavola 2)</b>	Nelle modellazioni eseguite, il contributo di NO <sub>x</sub> risulta <u>superare il limite previsto dalla normativa vigente</u> (limite annuale per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m <sup>3</sup> ). Si registrano valori superiori a 40 µg/m <sup>3</sup> lungo la SS13, la SR251 e la SP35 ad esclusione delle seguenti aree: - Via Udine - Parte Sud di Via Nuova di Corva lungo la SR251 - Parte Sud della SP35
<b>Inquinante analizzato: CO</b>	
<b>Contributo esclusivo della viabilità (Tavola 3)</b>	Nelle modellazioni eseguite, il contributo di CO risulta essere <u>sempre inferiore al limite previsto dalla normativa vigente</u> (limite media giornaliera calcolata su 8 ore pari a 10 mg/m <sup>3</sup> ovvero 10000 µg/m <sup>3</sup> ). Il valore minimo registrato è pari a 8,61 µg/m <sup>3</sup> mentre quello massimo è di 255,87 µg/m <sup>3</sup> . Le concentrazioni maggiori sono state registrate lungo la SR251, nell'area in cui Via Nuova di Corva interseca Via S. Giuliano, e lungo la SS13.
<b>Inquinante analizzato: C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>	
<b>Contributo esclusivo della viabilità (Tavola 4)</b>	Nelle modellazioni eseguite, il contributo di C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> risulta essere sempre inferiore al limite previsto dalla normativa vigente (limite annuale per la protezione della salute umana pari a 5 µg/m <sup>3</sup> ). Il valore minimo registrato è pari a 0.013 µg/m <sup>3</sup> mentre quello massimo è di 0.38 µg/m <sup>3</sup> . Le concentrazioni maggiori sono state registrate lungo la SS13, in particolare Viale Venezia, lungo la SR251, nell'area in cui Via Nuova di Corva interseca Via S. Giuliano, e lungo la SS13.

### 6.3.7 Grado di incidenza del contributo emissivo delle Polveri Sottili (PM<sub>10</sub>)

Il dominio oggetto della presente analisi modellistica è stato successivamente discretizzato in diverse aree sulla base del contributo emissivo di polveri sottili (PM<sub>10</sub>) della viabilità. E' stata quindi realizzata una tavola cartografica di analisi intermedia allegata alla presente (Tavola 1.c) nella quale si individuano le aree in cui l'inquinamento prodotto dalla rete viaria presenta un maggiore incidenza. Sono stati individuati cinque gradi di incidenza sulla base dei quali è suddiviso il dominio di analisi:

	Molto alto
	Alto
	Medio
	Basso
	Trascurabile

Come è possibile osservare dalla Tavola 1.c, l'intera rete viaria studiata e le aree limitrofe sono caratterizzate da un grado di incidenza alto e molto alto, ad esclusione di Via Udine e delle zone poste a sud della SR 251 e SP35 in cui si registra un grado di incidenza medio.

Le aree con maggiore grado di incidenza sono:

- lungo la SS13, in particolare in Viale Venezia, a Est dell'intersezione con la SR251 - Via Montereale, e dove si collega con Viale Aquileia
- lungo la SR251, nell'area in cui Via Nuova di Corva interseca Via S. Giuliano
- lungo la SP35, in particolare lungo Viale Treviso

In base alle caratteristiche dell'inquinante e alle condizioni meteo climatiche, l'ampiezza di queste aree con grado di incidenza molto alta varia da un minimo di 30-50 metri dall'asse stradale a un massimo di 150-180 metri, in particolare dove sono presenti intersezioni stradali. Le aree invece con grado di incidenza alto rientrano quasi perfettamente all'interno del buffer di 250 metri dall'asse stradale scelto come ambito di indagine.

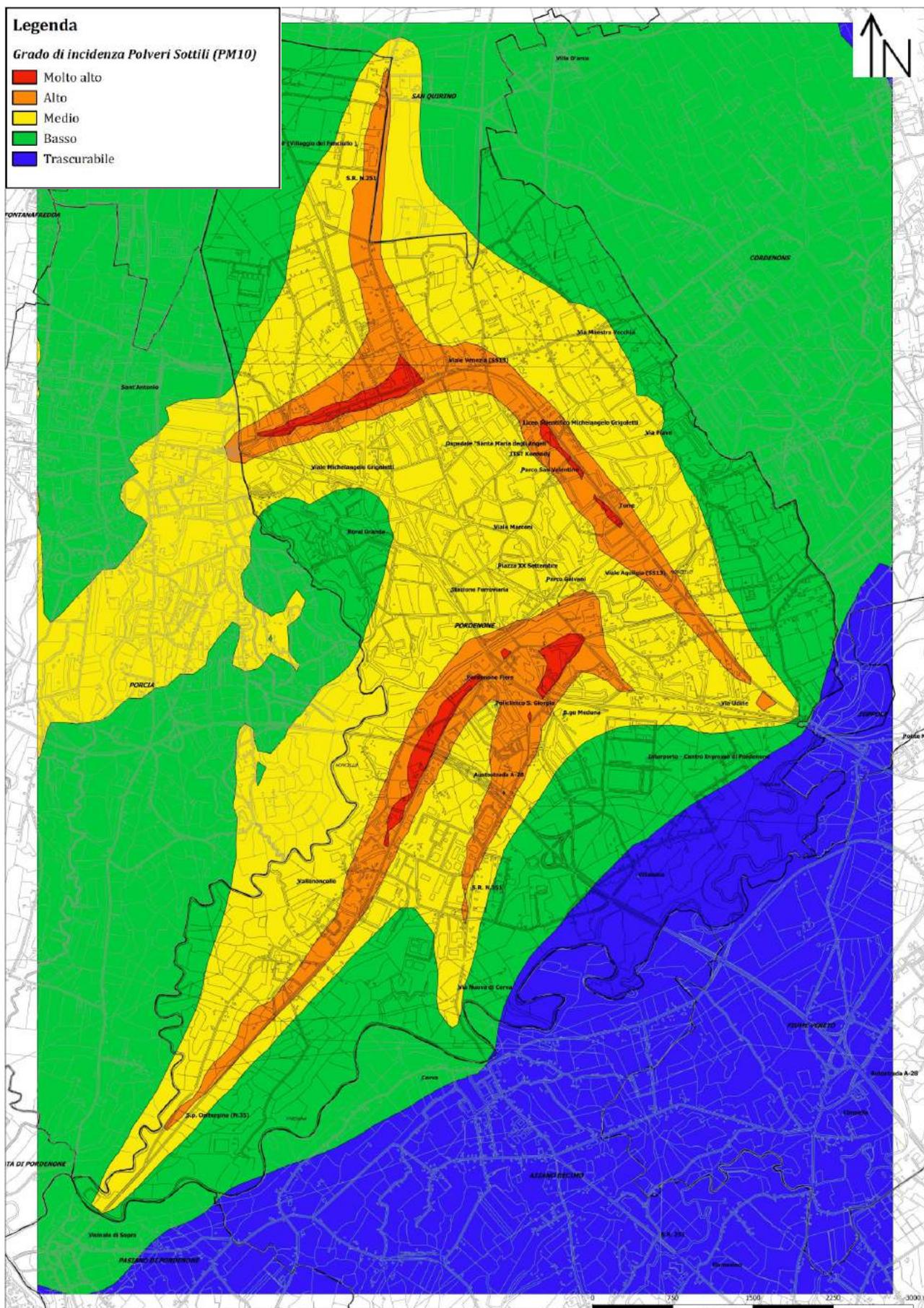


Figura 6.9 – Carta del grado di incidenza del contributo emissivo della viabilità  
(FONTE: carta di nostra elaborazione mediante software QGis)

## 7 CARTA DELLA PRIORITA'

Al fine di definire il grado di priorità d'intervento all'interno dell'area di studio è stata realizzata una matrice sulla base delle classi di sensibilità dei recettori e del grado di incidenza del contributo emissivo delle polveri sottili (PM<sub>10</sub>). La stima del grado di priorità deriva quindi dalla combinazione delle valutazioni della sensibilità dei recettori e del grado di incidenza del contributo emissivo, attribuendo, ai soli fini della compilazione della tabella seguente, ai diversi gradi di sensibilità e incidenza valori numerici da 1 a 5. Il livello di priorità per ogni area è quindi ottenuto dal prodotto dei due valori numerici ed espresso nelle seguenti quattro classi:

- **PRIORITA' MOLTO BASSA**
- **PRIORITA' BASSA**
- **PRIORITA' MEDIA**
- **PRIORITA' ALTA**

SENSIBILITA' RECETTORI	GRADO DI INCIDENZA POLVERI SOTTILI (PM <sub>10</sub> )				
	1. Trascurabile	2. Basso	3. Medio	4. Alto	5. Molto alto
1. Nulla	1	2	3	4	5
2. Bassa	2	4	6	8	10
3. Media	3	6	9	12	15
4. Alta	4	8	12	16	20
5. Molto alta	5	10	15	20	25

Classe di priorità	Punteggio
<b>Priorità molto bassa</b>	1 - 3
<b>Priorità bassa</b>	4 - 9
<b>Priorità media</b>	10 - 16
<b>Priorità alta</b>	17 - 26

Come è possibile osservare dalla matrice e dalla Tavole 7-7a-7b-7c-7d allegate al presente studio, le aree con priorità alta sono:

- aree con sensibilità molto alta, ovvero aree per le attrezzature sanitarie ed ospedaliere e per l'istruzione fino all'obbligo e superiore, localizzate in fasce con grado di incidenza alto e medio alto
- aree residenziali con presenza continua dell'uomo localizzate in fasce con grado di incidenza molto alto

Queste aree si concentrano principalmente lungo Viale Venezia, a Ovest dell'intersezione con la SR251 e e dove si collega con Viale Aquileia, lungo la SR251, nell'area in cui Via Nuova di Corva interseca Via S. Giuliano e lungo la SP35, in particolare lungo Viale Treviso.

Le aree a priorità media interessano l'intera viabilità oggetto di studio, ad eccezione delle aree a sud della SR251 e della SP35, nei pressi del confine comunale e nella parte finale a Est di Viale Aquileia. All'interno di questa classe ricadono, in base alla matrice, diverse tipologie di aree:

- Aree a sensibilità molto alta (attrezzature sanitarie/ospedaliere e per l'istruzione) localizzate in fasce di incidenza media e bassa

- Aree a sensibilità alta (zone residenziali) in fascia di priorità alta e media
- Aree a sensibilità media (attrezzature di interesse comune, aree agricole, aree protette e verde di pregio, piste pedonali e ciclabili) in fascia di priorità alta e molto alta
- Aree a sensibilità bassa (aree servizi, industriali, terziario) in fascia di incidenza molto alta

Le aree a priorità bassa si concentrano principalmente lungo la SP35, nella fascia a est dell'asse stradale, nella parte Sud della SR251 – Via Nuova di Corva, nella zona nei pressi del confine comunale della SR251 – Via Montereale e nella zona in cui si collegano Viale Aquileia e Viale Udine.

Infine, le aree a priorità molto bassa, di numero ridotto, si concentrano principalmente lungo la viabilità ferroviaria e in alcune aree poste lungo il limite del buffer di 250 m.

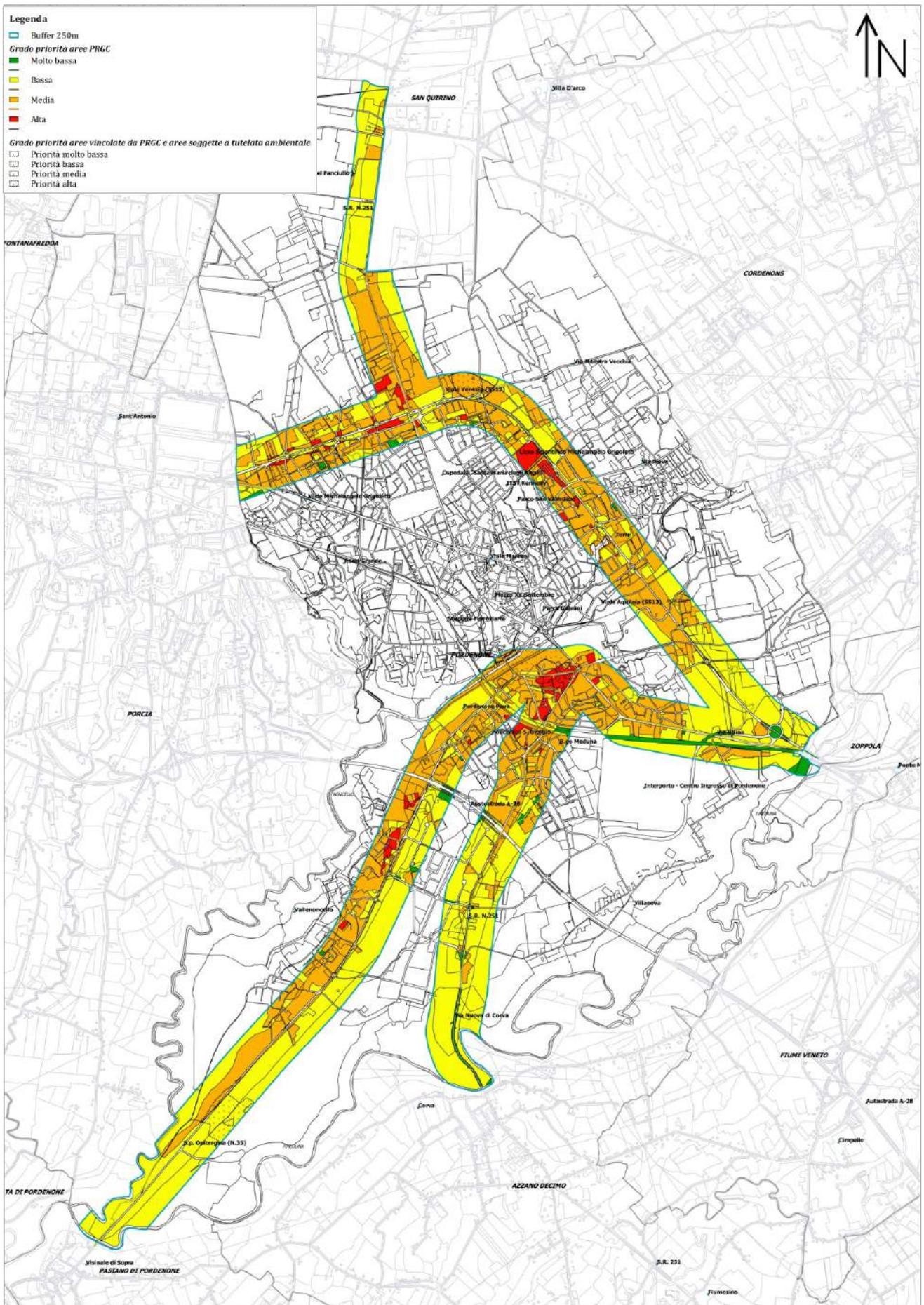


Figura 7.1 – Carta delle priorità (FONTE: carta di nostra elaborazione mediante software QGis)

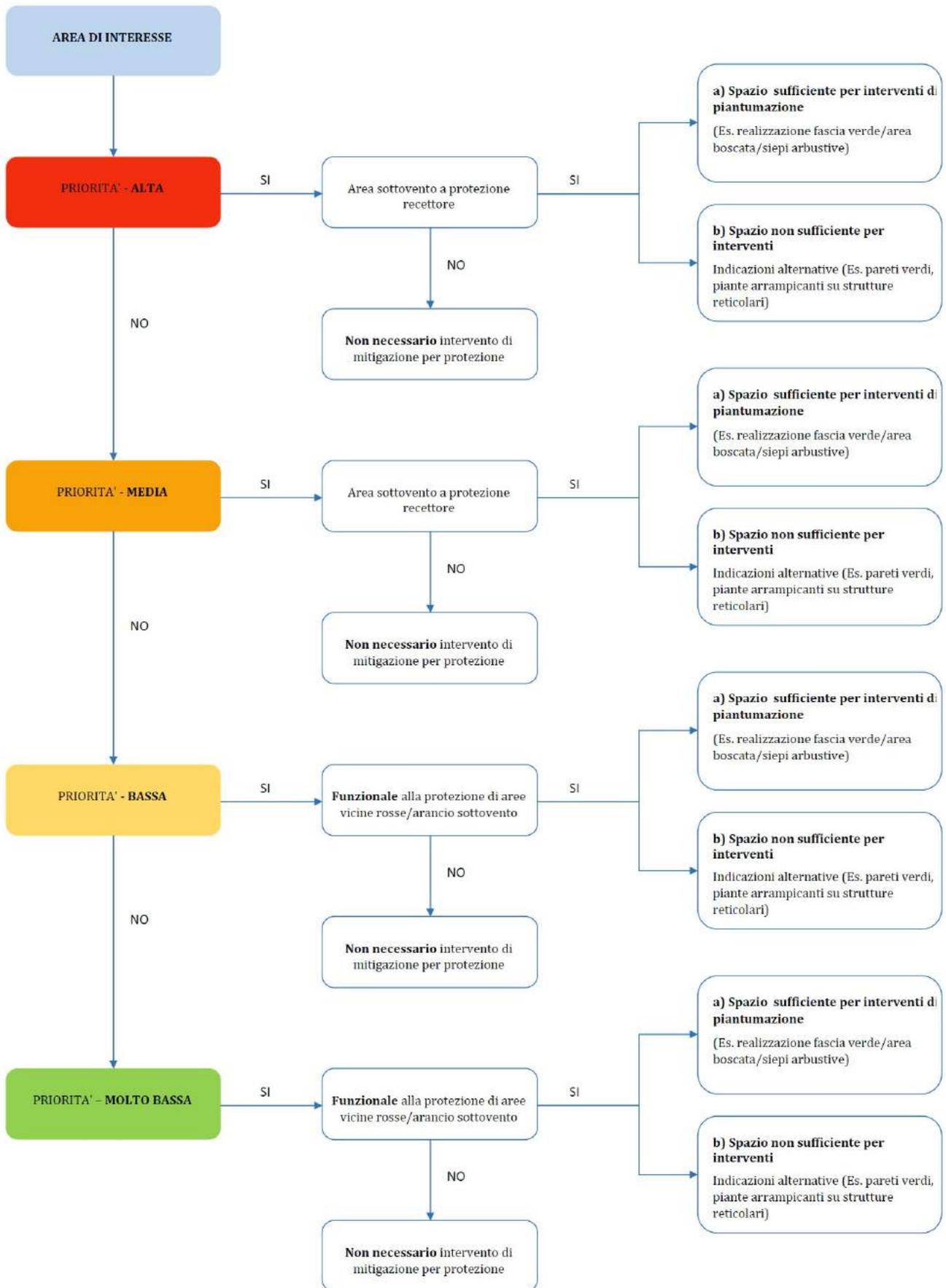
## 8 LINEE GUIDA PER L'UTILIZZO DELLO STUDIO

Per un più facile utilizzo delle valutazioni effettuate, si riporta in modalità esemplificativa un diagramma di flusso che permette di determinare, sulla base delle caratteristiche dell'area di interesse (priorità/posizione recettore sottovento), una procedura ragionata per l'individuazione delle soluzioni idonee alla finalità dello studio.

In particolare, partendo dalla valutazione della **priorità** dell'area di interesse, sulla base della **posizione** sottovento del recettore rispetto alla sorgente (venti provenienti perlopiù da NE) è possibile determinare anche in relazione alla disponibilità di spazio la soluzione di intervento.

Per aree a priorità più alte (rosse e arancione) con all'interno recettori posizionati sottovento rispetto alle infrastrutture analizzate, risultano efficaci le soluzioni prospettate. La condizione sopravvento (recettore posto sopra l'infrastruttura rispetto alla direzione di provenienza del vento) non è di interesse per la finalità di ridurre l'esposizione dei recettori tramite piantumazione di aree verdi.

Per le aree a priorità bassa e molto bassa, risulta di interesse la possibilità di rendere tali aree funzionali alla protezione di recettori sottovento in altre aree limitrofe a priorità molto alta/alta (rosse e arancioni).



## 9 SCHEDE TIPOLOGICHE CON SOLUZIONI DI OPERE A VERDE

Nella definizione delle schede tipologiche, si è effettuata un'analisi di casi reali di aree caratterizzate da diverso grado di priorità, finalizzata a proporre interventi di mitigazione per la protezione dei recettori dall'inquinamento atmosferico. Tali schede possono determinare un riferimento per la proposta di interventi in situazioni similari in considerazione al contesto specifico analizzato.

L'analisi condotta ha consentito di individuare due diverse metodologie di intervento: interventi che saranno realizzati nell'ambito dell'area di pertinenza del recettore e interventi che saranno localizzati all'esterno della pertinenza del recettore. In quest'ultimo caso si fa riferimento perlopiù alla realizzazione di aree boscate che, per le loro caratteristiche intrinseche e sulla base della loro funzione, si estendono su superfici elevate, consentendo, dunque, la protezione di recettori posti anche a distanze notevoli. Per tale tipologia di intervento (aree boscate) risultano, dunque, più adatte le aree di proprietà comunale non urbanizzate e, in certa misura, potrebbero essere utilizzate le aree di trasformazione per cui è prevista l'urbanizzazione. La realizzazione di questi interventi e la manutenzione delle aree potrebbero essere finanziati nell'ambito delle opere di mitigazione/compensazione per gli interventi di trasformazione commerciale.

Per quanto riguarda, invece, gli interventi di limitata estensione mirati alla protezione dello specifico recettore nell'area di pertinenza, si sono considerate alcune ipotesi nelle quali si evidenzia che la funzione di mitigazione della vegetazione nei confronti della diffusione degli inquinanti, in particolare delle polveri sottili, non può prescindere da una specifica progettazione (scelta delle specie, modalità di impianto), per cui ogni situazione deve essere valutata nel dettaglio. In alcuni casi l'analisi ha verificato l'impossibilità di eseguire degli interventi di mitigazione attraverso la realizzazione di opere a verde, in altri casi sono già in atto delle forme di mitigazione e quindi sarà sufficiente evitare la rimozione delle alberature esistenti e la riduzione della estensione delle aree verdi. Si è inoltre proposta una soluzione tecnica nella quale, in mancanza di spazio a sufficienza per le piantumazioni, si è optato per l'inserimento di una parete a verde come soluzione alternativa che, tuttavia, interferendo in maniera più diretta con il recettore, deve essere oggetto di un'attenta valutazione che tenga conto delle esigenze dei residenti.

Per maggiori dettagli si vedano le *schede allegate*.



Comune di Pordenone

*Studio dell'inquinamento della SS13 «Pontebbana» e di ulteriori viabilità di 1° livello finalizzato all'individuazione di aree idonee alla collocazione di fasce verdi di protezione*

Scheda

1

Casa di Riposo «Casa Betania»  
Via Villanova





Comune di Pordenone

Studio dell'inquinamento della SS13 «Pontebbana» e di ulteriori viabilità di 1° livello finalizzato all'individuazione di aree idonee alla collocazione di fasce verdi di protezione

Scheda

1

Casa di Riposo «Casa Betania»  
Via Villanova

 **Priorità**       **Incidenza**       **Sensibilità**

**Inquadramento Urbanistico:** Servizi Comunale Esistenti  
Attrezzature per l'assistenza e la sanità  
Attrezzature per l'assistenza agli anziani

**Disponibilità di spazio per l'intervento:**  Ampia       Limitata

**Tipologia di Intervento:** Pareti verdi

## Descrizione

### *Lo stato di fatto*

L'edificio, data la sua posizione fronte-strada, è interessato direttamente dalla polveri e dagli inquinanti prodotti dal traffico urbano che si sviluppa lungo Via Villanova. Oltre a questo, la facciata risulta esposta ad Est – SudEst e perciò sottoposta a una forte insolazione dall'alba fino al primo pomeriggio.

### *Tipologia di intervento*

L'intervento proposto prevede la formazione di una *parete verde* che possa fungere da filtro per la diffusione delle polveri sottili e, al contempo, ombreggiare la parete dell'edificio.

### *Benefici attesi*

La realizzazione della parete verde consente di filtrare efficacemente le polveri sottili generate dal traffico stradale. Oltre a questo la soluzione risulta coerente con gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, in virtù del risparmio energetico derivante dagli effetti dell'ombreggiamento nel periodo estivo che riduce sensibilmente la necessità del funzionamento degli impianti di condizionamento.



Comune di Pordenone

Studio dell'inquinamento della SS13 «Pontebbana» e di ulteriori viabilità di 1° livello finalizzato all'individuazione di aree idonee alla collocazione di fasce verdi di protezione

Scheda

1

## Casa di Riposo «Casa Betania» Via Villanova

### *Indicazioni tecniche*

Si prevede la posa di vasche rettangolari, correttamente riempite di terriccio e di materiale drenante sul fondo, sulle quali mettere a dimora una specie rampicante sempreverde. Nel caso specifico si consiglia l'uso di *Trachelospermum Jasminoides*, noto come *falso gelsomino*, in quanto specie rustica, di gradevole profumazione quando in fiore e di facile manutenzione.

Le piante si svilupperanno su una struttura portante in acciaio o in alluminio, ancorata all'esistente recinzione, sulla quale saranno tesi dei fili in acciaio o una rete metallica per consentire lo sviluppo della vegetazione.

Lo sviluppo in altezza della struttura potrà essere valutato in fase di progettazione a seconda di valutazioni in ordine ai costi dell'intervento. In ogni caso, ai fini della funzione di barriera rispetto alla diffusione degli inquinanti, si ritiene che un'altezza di 3-4 m dal piano stradale sia sufficiente.

### *Manutenzione*

Deve essere prevista l'irrigazione e periodicamente, se necessaria, la potatura dei rami secchi e, nel medio periodo, di mantenimento.





Comune di Pordenone

*Studio dell'inquinamento della SS13 «Pontebbana» e di ulteriori viabilità di 1° livello finalizzato all'individuazione di aree idonee alla collocazione di fasce verdi di protezione*

Scheda

2

Università  
Via Prasecco





Comune di Pordenone

Studio dell'inquinamento della SS13 «Pontebbana» e di ulteriori viabilità di 1° livello finalizzato all'individuazione di aree idonee alla collocazione di fasce verdi di protezione

Università  
Via Prasecco

Scheda

2



**Priorità**



**Incidenza**



**Sensibilità**

**Inquadramento Urbanistico:** Servizi Sovracomunali esistenti  
Istruzione  
Università

**Disponibilità di spazio per l'intervento:**  Ampia  Limitata

**Tipologia di Intervento:** Area boscata

## Descrizione

### *Lo stato di fatto*

L'area individuata come oggetto di intervento è un'area verde che si trova fra la S.S. 13 Pontebbana e un'area occupata dalla Sede Universitaria e la sede dell'A.R.P.A. F.V.G.

### *Tipologia di intervento*

L'intervento proposto prevede la formazione di una zona cuscinetto fra la S.S. Pontebbana e l'area Universitaria e, in genere, l'area residenziale che si trovano sottovento rispetto all'asse viario. In questo caso non si prevede, quindi, un intervento eseguito direttamente sul recettore, ma si prevede di realizzare un'area boscata che possa fungere da filtro.

### *Benefici attesi*

Questa soluzione oltre a fungere da barriera frangivento e favorire la deposizione delle polveri sottili, prevede l'impiego di specie che hanno mostrato una maggiore capacità di assorbimento degli inquinanti atmosferici.

### *Indicazioni tecniche*

L'intervento suggerito prevede la formazione di un'area boscata naturaliforme, pluristratificata, che al disotto del piano dominante svilupperà un piano dominato ed uno arbustivo, al fine di generare una massa vegetale densa.



Comune di Pordenone

Università  
Via Prasecco

La formazione sarà costituita da filari ad andamento sinusoidale, più vicino alle formazioni naturali, distanti fra loro 6 m. Lungo i filari le piante saranno così disposte: 4 m tra gli esemplari di I° grandezza, 2 m tra gli individui di II° grandezza 0,5 m tra le piante a portamento arbustivo.

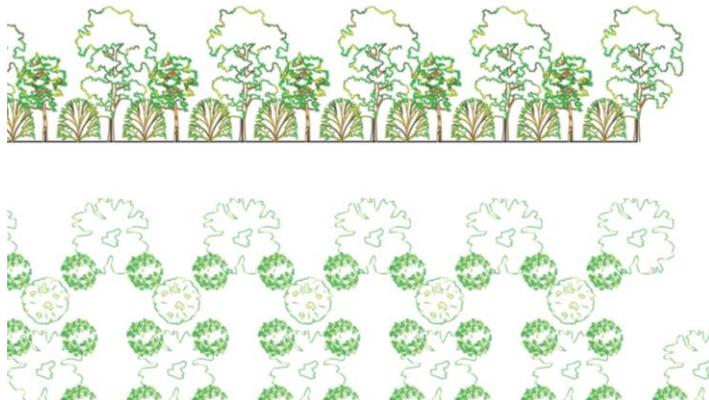
Le specie consigliate da impiegare in tale intervento sono quelle che contraddistinguono il Querceto Carpineto Planiziale, ovvero si ricordano in particolare:  
Piante arboree di I° grandezza (*Quercus robur*, *Ulmus minor*, *Tilia platyphyllos*)  
Piante arboree di II° grandezza (*Acer campestre*, *Carpinus betulus*, *Prunus avium*, *Sorbus torminalis*, *Fraxinus angustifolia*, *Malus sylvestris*).

Piante arbustive (*Crataegus monogyna*, *Cornus mas*, *Cornus sanguinea*, *Frangula alnus*, *Fraxinus ornus*, *Corylus avellana*, *Ostrya carpinifolia*, *Sambucus nigra*, *Euonymus europaeus*). Nell'impianto dovranno essere impiegate piantine forestali di età di 2 anni, messe a dimora su telo pacciamante biodegradabile o dischi di fibra di cocco e protetti da shelter antilepre. Nella figura le proporzioni e le distanze sono riferite ad un formazione adulta

### Manutenzione

Nei primi tre anni si dovrà provvedere alla bagnatura di primo impianto e di soccorso, al taglio delle erbe sviluppatesi tra i filari e alla rimozione delle eventuali malerbe aduggianti le piantine. Al termine dei tre anni si dovranno rimuovere gli eventuali residui di telo pacciamante.

Nel corso degli anni successivi potranno all'occorrenza essere eseguiti sfolli e tagli mirati a favorire lo sviluppo delle piante più vigorose, garantendo, comunque, la continuità della copertura vegetale e il miscuglio delle specie.



#### Legenda



Alberi di I° Grandezza



Alberi di II° Grandezza



Alberi di III° Grandezza



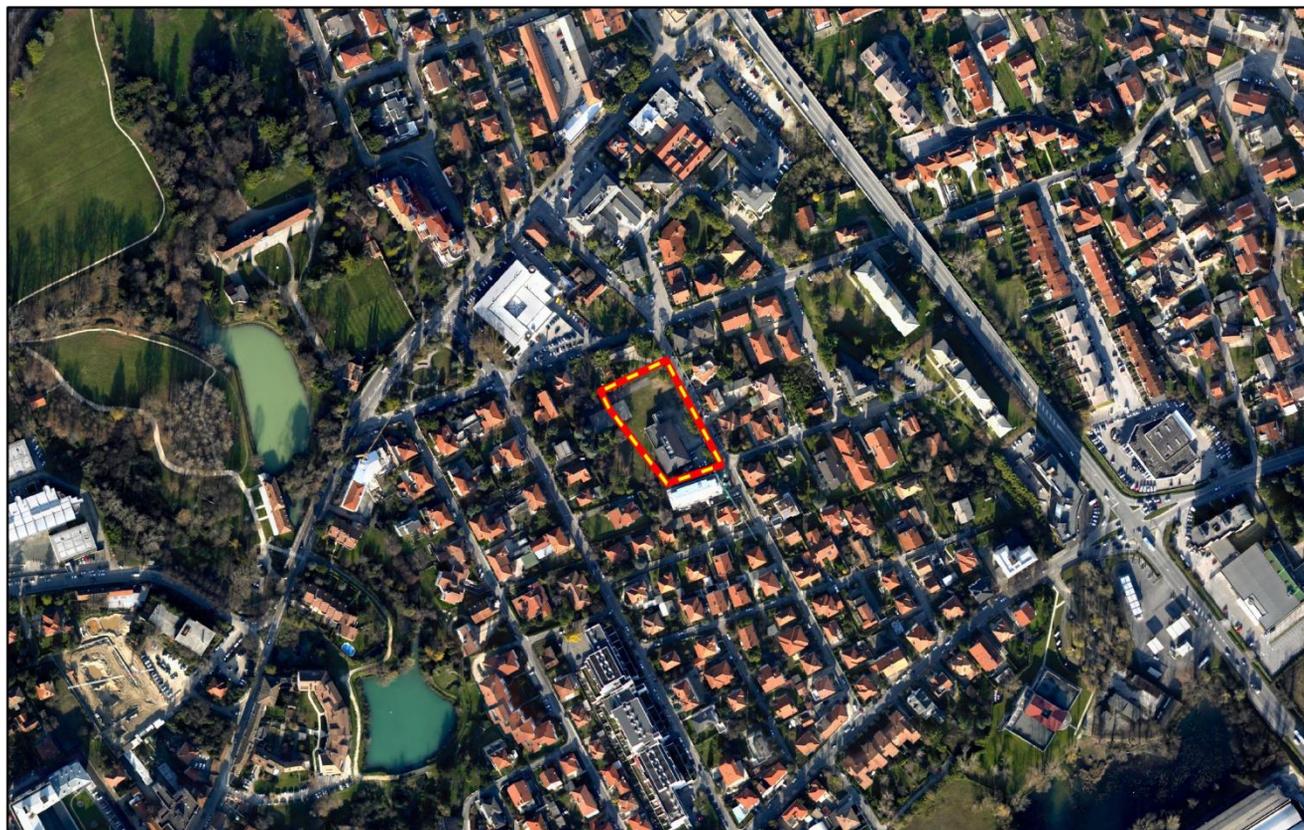
Comune di Pordenone

*Studio dell'inquinamento della SS13 «Pontebbana» e di ulteriori viabilità di 1° livello finalizzato all'individuazione di aree idonee alla collocazione di fasce verdi di protezione*

Scheda

3

Scuola Primaria «G. Narvesa'»  
Via Fonda





Comune di Pordenone

Studio dell'inquinamento della SS13 «Pontebbana» e di ulteriori viabilità di 1° livello finalizzato all'individuazione di aree idonee alla collocazione di fasce verdi di protezione

Scheda

3

Scuola Primaria «G. Narvesa'»  
Via Fonda



**Priorità**



**Incidenza**



**Sensibilità**

**Inquadramento Urbanistico:** Servizi Comunali esistenti  
Istruzione  
Scuola Primaria

**Disponibilità di spazio per l'intervento:**  Ampia  Limitata

**Tipologia di Intervento:** Sostituzione del verde esistente

## Descrizione

### *Lo stato di fatto*

Allo stato attuale lungo Via Fonda si sviluppa un filare discontinuo costituito in parte da alcuni individui di Pino domestico (*Pinus pinea*) a cui seguono alcuni individui dal portamento arbustivo come il *Cotinus coggygria*, il ciliegio, l'acero campestre. Si tratta quindi di una formazione poco adatta per sua natura a svolgere una funzione di barriera.

### *Tipologia di intervento*

L'intervento previsto consiste nella formazione di un filare continuo e denso che possa effettivamente svolgere la funzione di barriera rispetto alla diffusione delle polveri sottili. A tal scopo si ritiene opportuno l'impianto di *Carpinus betulus pyramidalis* dato il suo portamento fastigiato (ramificato alla base) e le foglie persistenti anche in periodo di riposo vegetativo.

Per poter eseguire tali interventi è necessario procedere alla rimozione delle piante presenti: mentre i pini dovranno essere tagliati alla base, le altre piante potranno essere trapiantate in altro luogo.

### *Benefici attesi*

Questa soluzione, oltre a fungere da barriera rispetto alla diffusione polveri sottili, consente di riqualificare l'area risolvendo alcune problematiche generate dalla presenza di specie come il *Pinus pinea* (chioma ad ombrello e fusto nudo, apparato radicale superficiale molto sviluppato, aghi di difficile degradazione).



Comune di Pordenone

Studio dell'inquinamento della SS13 «Pontebbana» e di ulteriori viabilità di 1° livello finalizzato all'individuazione di aree idonee alla collocazione di fasce verdi di protezione

Scheda

3

Scuola Primaria «G. Narvesa'»  
Via Fonda

### *Indicazioni tecniche*

Le piante che andranno messe a dimora dovranno essere di età non inferiore ai 5 anni, con un'altezza di circa 3 m e un diametro nella parte più larga della chioma di circa 1,5 m.

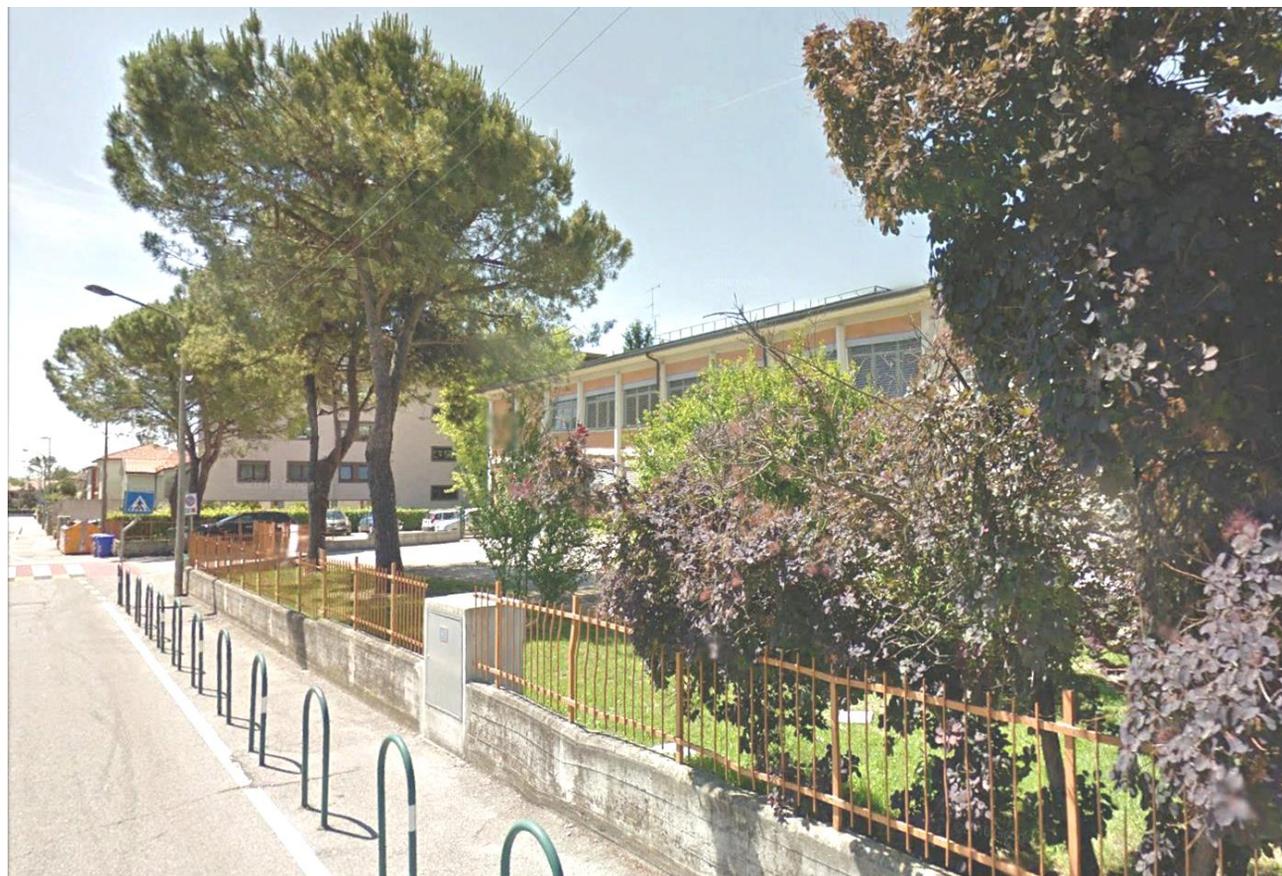
Andranno disposti con una distanza l'uno dall'altro di circa 3 m, in modo che il successivo accrescimento nel tempo porti alla formazione di un filare denso e compatto, senza lacune.

Saranno inoltre necessari dei tutori per il sostegno degli individui: pali in legno di almeno 2 m fissati nel terreno, al cui apice si disporrà una traversa per tenerli uniti.

### *Manutenzione*

È necessaria la bagnatura all'impianto e di soccorso e la messa a dimora dei tutori per i primi anni fino al completo attecchimento della pianta.

Inoltre, al fine di ottenere l'obiettivo previsto di barriera frangivento, sarà necessario effettuare una potatura di formazione a cadenza annuale, in modo che con la crescita direzionata gli esemplari arrivino ad intrecciare i propri rami, formando così una fitta e densa siepe.





Comune di Pordenone

*Studio dell'inquinamento della SS13 «Pontebbana» e di ulteriori viabilità di 1° livello finalizzato all'individuazione di aree idonee alla collocazione di fasce verdi di protezione*

Scheda

4

A.N.F.F.A.S. Onlus  
Via Tiro a Segno





Comune di Pordenone

Studio dell'inquinamento della SS13 «Pontebbana» e di ulteriori viabilità di 1° livello finalizzato all'individuazione di aree idonee alla collocazione di fasce verdi di protezione

Scheda

4

A.N.F.F.A.S. Onlus  
Via Tiro a Segno

 **Priorità**       **Incidenza**       **Sensibilità**

**Inquadramento Urbanistico:** Servizi Comunali esistenti  
Sedi di Assistenza Sanitaria  
Attrezzature per l'assistenza ai disabili

**Disponibilità di spazio per l'intervento:**     Ampia       Limitata

**Tipologia di Intervento:**    Integrazione del verde esistente

## Descrizione

### *Lo stato di fatto*

Allo stato attuale sul lato sottovento rispetto alla S.R. 251 a margine della proprietà si sviluppa una siepe di ligustro. Questa formazione, anche in ragione della distanza dall'asse stradale, non risulta adatta a svolgere la funzione di barriera alla diffusione delle polveri sottili.

### *Tipologia di intervento*

L'intervento potrebbe prevedere la messa a dimora, con il rispetto dei limiti di distanza di 3m, di piante atte a formare un filare continuo e denso che possa effettivamente svolgere la funzione di barriera.

A tale scopo si ritiene opportuno l'impianto di *Carpinus betulus pyramidalis* dato il suo portamento fastigiato (ramificato alla base) e le foglie persistenti anche in periodo di riposo vegetativo.

### *Benefici attesi*

Questa soluzione, oltre a fungere da barriera rispetto alla diffusione polveri sottili consente di riqualificare l'area.



Comune di Pordenone

Studio dell'inquinamento della SS13 «Pontebbana» e di ulteriori viabilità di 1° livello finalizzato all'individuazione di aree idonee alla collocazione di fasce verdi di protezione

Scheda

4

A.N.F.F.A.S. Onlus  
Via Tiro a Segno

### *Indicazioni tecniche*

Le piante che andranno messe a dimora dovranno essere di età non inferiore ai 5 anni, con un'altezza di circa 3 m e un diametro nella parte più larga della chioma di circa 1,5 m.

### *Manutenzione*

È necessaria la bagnatura all'impianto e di soccorso e la messa a dimora dei tutori per i primi anni fino al completo attecchimento della pianta.

Inoltre, al fine di ottenere l'obiettivo previsto di barriera frangivento, sarà necessario effettuare una potatura di formazione a cadenza annuale, in modo che con la crescita direzionata gli esemplari arrivino ad intrecciare i propri rami, formando così una fitta e densa siepe.





Comune di Pordenone

*Studio dell'inquinamento della SS132 Pontebba» e di ulteriori viabilità di 1° livello finalizzato all'individuazione di aree idonee alla collocazione di fasce verdi di protezione*

Scheda

5

Piscine  
Viale Treviso





Comune di Pordenone

Studio dell'inquinamento della SS13 «Pontebbana» e di ulteriori viabilità di 1° livello finalizzato all'individuazione di aree idonee alla collocazione di fasce verdi di protezione

Scheda

5

Piscine  
Viale Treviso



**Priorità**



**Incidenza**



**Sensibilità**

**Inquadramento Urbanistico:** Servizi Comunali esistenti  
Attrezzature per lo sport e spettacoli all'aperto  
Attrezzature per lo sport e spettacoli all'aperto

**Disponibilità di spazio per l'intervento:**  Ampia  Limitata

**Tipologia di Intervento:** Area boscata

## Descrizione

### *Lo stato di fatto*

La piscina comunale, dotata di vasca esterna, si trova in prossimità della S.P. 35 e quindi esposta agli effetti dell'inquinamento da polveri sottili dovuti al traffico. Attualmente sul lato est e sud dell'impianto sportivo si trovano delle zone prato.

### *Tipologia di intervento*

L'intervento proposto prevede la formazione di una zona cuscinetto fra la S.P. 35 e la piscina comunale. In questo caso non si prevede, quindi, un intervento eseguito direttamente sul recettore, ma si prevede di realizzare un'area boscata che possa fungere da filtro. Visto lo scopo dell'intervento, ovvero la formazione di una barriera, si è esclusa l'alternativa di realizzare un parco-giardino in quanto la sua fruibilità richiederebbe un sesto di impianto ed una struttura molto radi e poco densi, poco adatti all'azione di filtro.

### *Benefici attesi*

Questa soluzione oltre a fungere da barriera frangivento e favorire la deposizione delle polveri sottili, prevede l'impiego di specie che hanno mostrato una maggiore capacità di assorbimento degli inquinanti atmosferici.



Comune di Pordenone

Studio dell'inquinamento della SS13 «Pontebbana» e di ulteriori viabilità di 1° livello finalizzato all'individuazione di aree idonee alla collocazione di fasce verdi di protezione

Scheda

5

Piscine  
Viale Treviso

### *Indicazioni tecniche*

L'intervento suggerito prevede la formazione di un'area boscata naturaliforme, pluristratificata, che al disotto del piano dominante svilupperà un piano dominato ed uno arbustivo, al fine di generare una massa vegetale densa.

La formazione sarà costituita da filari ad andamento sinusoidale, più vicino alle formazioni naturali, distanti fra loro 6 m. Lungo i filari le piante saranno così disposte: 4 m tra gli esemplari di I° grandezza, 2 m tra gli individui di II° grandezza 0,5 m tra le piante a portamento arbustivo.

Le specie consigliate da impiegare in tale intervento sono quelle che contraddistinguono il Querceto Carpinese Planiziale, ovvero si ricordano in particolare:

Piante arboree di I° grandezza (*Quercus robur*, *Ulmus minor*, *Tilia platyphyllos*)

Piante arboree di II° grandezza (*Acer campestre*, *Carpinus betulus*, *Prunus avium*, *Sorbus torminalis*, *Fraxinus angustifolia*, *Malus sylvestris*).

Piante arbustive (*Crataegus monogyna*, *Cornus mas*, *Cornus sanguinea*, *Frangula alnus*, *Fraxinus ornus*, *Corylus avellana*, *Ostrya carpinifolia*, *Sambucus nigra*, *Euonymus europaeus*). Nell'impianto dovranno essere impiegate piantine forestali di età di 2 anni, messe a dimora su telo pacciamante biodegradabile o dischi di fibra di cocco e protetti da shelter antilepre.

### *Manutenzione*

Nei primi tre anni si dovrà provvedere alla bagnatura di primo impianto e di soccorso, al taglio delle erbe sviluppatasi tra i filari e alla rimozione delle eventuali malerbe aduggianti le piantine. Al termine dei tre anni si dovranno rimuovere gli eventuali residui di telo pacciamante.

Nel corso degli anni successivi potranno all'occorrenza essere eseguiti sfolli e tagli mirati a favorire lo sviluppo delle piante più vigorose, garantendo, comunque, la continuità della copertura vegetale e il miscuglio delle specie.



## 10 ELENCO ELABORATI

- Tavola 1a – Mappa di ricaduta al suolo degli inquinanti atmosferici. Polveri sottili: PM<sub>10</sub> – concentrazioni medie annuali
- Tavola 1b – Mappa di ricaduta al suolo degli inquinanti atmosferici. Polveri sottili: PM<sub>10</sub> – contributo emissivo della viabilità
- Tavola 1c – Mappa di ricaduta al suolo degli inquinanti atmosferici. Polveri sottili: PM<sub>10</sub> – scala di incidenza del contributo emissivo della viabilità
- Tavola 2 – Mappa di ricaduta al suolo degli inquinanti atmosferici. Ossidi di azoto: NO<sub>x</sub> – contributo emissivo della viabilità
- Tavola 3 – Mappa di ricaduta al suolo degli inquinanti atmosferici. Monossido di carbonio: CO – contributo emissivo della viabilità
- Tavola 4 – Mappa di ricaduta al suolo degli inquinanti atmosferici. Benzene: C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> – contributo emissivo della viabilità
- Tavola 5 – Carta della sensibilità
- Tavola 5a – Carta della sensibilità – QUADRO A
- Tavola 5b – Carta della sensibilità – QUADRO B
- Tavola 5c – Carta della sensibilità – QUADRO C
- Tavola 5d – Carta della sensibilità – QUADRO D
- Tavola 6 – Carta delle pressioni
- Tavola 7 – Carta delle priorità
- Tavola 7a – Carta delle priorità – QUADRO A
- Tavola 7b – Carta delle priorità – QUADRO B
- Tavola 7c – Carta delle priorità – QUADRO C
- Tavola 7d – Carta delle priorità – QUADRO D

## 11 LEGENDA CARTA DELLA SENSIBILITÀ

Di seguito è riportata la classificazione delle aree da PRGC e quelle soggette a vincolo ambientale e paesaggistico in base alla sensibilità.

### SENSIBILITA' MOLTO ALTA:

CLASSE	CODICE	DESCRIZIONE
Istruzione – aree comunali	I/ND	Nidi di infanzia e servizi integrativi
	I/MT	Scuola dell'infanzia
	I/EL	Scuola primaria
	I/MD	Scuola secondaria di primo grado
Istruzione – aree sovracomunali	I/IP	Attrezzature per l'istruzione, l'aggiornamento professionale e la formazione extracurricolare
	I/IS	Istruzione media superiore e professionale
	I/U	Università
Attrezzatura per l'assistenza, la sanità e l'igiene	A/A - C	Attrezzature per l'assistenza agli anziani – interesse sovracomunale
	A/A	Attrezzature per l'assistenza agli anziani
	A/D - C	Attrezzature per l'assistenza ai disabili – interesse sovracomunale
	A/G	Attrezzature per l'assistenza alla maternità, l'infanzia e l'età evolutiva
	S/PO	Poli ospedalieri - SERV_COM
	S/SS-C	Attrezzature per l'assistenza e la sanità/ sedi di assistenza sanitaria – interesse sovracomunale

### SENSIBILITA' ALTA:

CLASSE	CODICE	DESCRIZIONE
Zone Omogenee A	AP	Centro Storico Primario
Zone Omogenee B	B 0	Ambiti residenziali di interesse morfo-tipologico
	B 0*	Ambiti residenziali di interesse morfo-tipologico - in ambito PAIL
	B 1	Residenziale a bassa densita'
	B 1*	Residenziale a bassa densita' - in ambito PAIL
	B 1,5	Residenziale a moderata densita'
	B 1,5*	Residenziale a moderata densita' - in ambito PAIL
	B 1,5a*	Residenziale a moderata densita' con vincoli di altezza - in ambito PAIL
	B 2	Residenziale a media densita'
	B 2*	Residenziale a media densita' - in ambito PAIL
	B 3*	Residenziale ad alta densita' - in ambito PAIL
	B 6*	Residenziale ad alta densita' - in ambito PAIL
	Bve*	Residenziale con mantenimento della volumetria esistente - in

		ambito PAIL
	PR	Piani di recupero
	PAC - B/RU	Ambiti di riqualificazione urbana
Zone Omogenee BC	PAC - BC	Aree di espansione assoggettate a piano attuativo
Zone Omogenee C	PAC - C	Aree di espansione assoggettate a piano attuativo
	PAC - C1	Aree di espansione assoggettate a piano attuativo - con criterio perequativo
Piani attuativi vigenti alla data di approvazione PRGC	PAC-B conv	Aree di espansione assoggettate a piano attuativo - convenzionati
	PAC - B/RU conv	Ambiti di riqualificazione urbana - convenzionati
	PAC-C conv	Aree di espansione assoggettate a piano attuativo - convenzionati

**SENSIBILITA' MEDIA:**

CLASSE	CODICE	DESCRIZIONE
Zone Omogenee A	AV	Ville e chiese votive
Zone Omogenee B	STP	Zona di servizi per il tempo libero di iniziativa privata
Zone Omogenee E	E4	Zona di valore paesaggistico/ zona di preminente valore paesaggistico
	E5	Zona di valore ambientale/ zona di preminente valore ambientale
	E6	Zona di interesse agricolo-produttivo/ Zona di preminente interesse agricolo produttivo
	E4.1	Ambiti agricoli di riequilibrio ambientale
	R/PC	Parco urbano comprensoriale
	ADF	Aree per la difesa del territorio in ambito agricolo
Ambiti di tutela ambientale	VP	Verde privato
	VP_A	Verde privato di valore ambientale
Vincoli PRGC	ZDP	Zona di protezione dinamica dei pozzi dell'acquedotto di via Daniele
	POZZI_10	Aree speciali - Aree di tutela dei pozzi di captazione ad suo potabile (10 m)
	POZZO_200	Aree speciali - Aree di tutela dei pozzi di captazione ad suo potabile(200 m)
	FLO	Ambito a vincolo di tutela floristica della chiesa di san leonardo (m 300)

Attrezzature per il culto, la vita associativa e la cultura (aree comunali e sovra comunali)	VA/CL-C	Attrezzature per il culto – interesse sovracomunale
	VA/CL	Attrezzature per il culto
	VA/CLp	Attrezzature per il culto - parrocchiali
	VA-C	Servizi ed attrezzature per la vita associativa - interesse sovracomunale
	VA	Servizi ed attrezzature per la vita associativa
	C/A	Attrezzature per la cultura
Attrezzature per lo sport e gli spettacoli all'aperto	R/SP	Attrezzature per lo sport e gli spettacoli sportivi
	R/SPp	Attrezzature per lo sport e gli spettacoli sportivi
Servizi a verde	R/PU	Parco urbano
Viabilità e trasporti		Piste pedonali e ciclabili
Modalità di intervento	ED-42/04	Edifici esterni al perimetro del centro storico di valore storico artistico vincolati ai sensi del D.Lgs. 42/2004
	ED-RUR	Edifici rurali di valore storico artistico da conservare
	COREC-PUB	Ambiti pubblici di tutela dei corridoi ecologici comunali
	COREC-PRIV	Ambiti privati di tutela dei corridoi ecologici comunali
	CONAMB	Connessione ambientale da preservare
Aree sottoposte a tutela ambientale	Vinc.P_Centro storico	Vincolo paesaggistico art.136 D.Lgs 42/2004
	Zone_Umide	Zone Umide
	Prati_Stabili	Inventario Prati Stabili

**SENSIBILITA' BASSA:**

CLASSE	CODICE	DESCRIZIONE
Zone omogenee A	AD	Zone di archeologie industriali
Zone omogenee B	ASR	Aree di servizi privati a supporto della residenza
Ambiti di recupero delle archeologie industriali	PAC_AD	Ambiti di recupero delle archeologie industriali
Zone Omogenee D	D1-D1a	Zone industriali di interesse regionale
	D3	Zone degli insediamenti industriali e artigianali esistenti
	PAC-D	Aree produttive di espansione assoggettate a piano attuativo
Zone Omogenee H	H1	Zone per attrezzature commerciali di interesse regionale e per l'interscambio delle merci
	H2	Zone per attrezzature commerciali di interesse comprensoriale e comunale
	H3	Zone per attrezzature commerciali e produttive di completamento

	H4	Zone per attrezzature e servizi extracommerciali
	PAC-H	Aree commerciali di espansione assoggettate a piano attuativo
	H2-PARCO	Aree speciali: zone per attrezzature commerciali di interesse comprensoriale e commerciale – Ambito parco C
Zone Omogenee P	P1	Zone per attrezzature fieristiche ed espositive
	P3	Zone per impianti ricettivi
Aree Speciali	AM	Aree speciali – aree amministrazione militare
Piani attuativi vigenti alla data di adozione del PRGC	PAC – H conv	Aree commerciali di espansione assoggettate a piano attuativo – convenzionati
	PAC-D app	Aree produttive di espansione assoggettate a piano attuativo – approvati
	PAC – H app	Aree commerciali di espansione assoggettate a piano attuativo – approvati
Attrezzatura per l'assistenza, la sanità e l'igiene	S/CM	Cimiteri
Attrezzature tecnologiche (aree comunali e sovra-comunali)	AR	Impianti di rottamazione e di stoccaggio dei materiali ed autorottamazione
	DM	Depositi e magazzini di pertinenza degli enti pubblici
	RR/IC	Impianti ed attrezzature di interesse pubblico per lo smaltimento dei rifiuti
	ST	Attrezzature ed impianti dei gestori della rete di distribuzione dell'energia elettrica, del gas, telefonica, del servizio acquedotti e di fognatura
	TT	Attrezzature ed impianti fissi per il trasporto pubblico locale
	A/PC	Aree per il funzionamento delle attività di protezione civile
Viabilità e trasporti	T/PI	Parcheggi di interscambio
	T/SA	Terminale del sistema di trasporto pubblico su gomma
	P	Parcheggi di relazione

**SENSIBILITA' NULLA:**

CLASSE	CODICE	DESCRIZIONE
	R/C	Verde di connettivo
	R/VR	Nucleo elementare verde
	R/VQ	Verde di quartiere
	R/VL	Aree per la difesa del territorio delle acque
Viabilità e trasporti	AF	Ambito ferroviario
	VG	Viabilità di galleria