

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI ALESSANDRIA

# Comune di CASALE MONFERRATO

LOCALIZZAZIONE COMMERCIALE "L2"  
IN CASALE MONF. TO (AL), VIA ADAM (Area ex IBL)

## PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO

Art. 43 L.R. 5 dicembre 1977 n. 56 e s.m.i.



PROPONENTE: **SPAZIO CASALE S.r.l. e AREA QUATTRO S.r.l.**

PROGETTISTI:

<b>COORDINAMENTO - PROGETTAZIONE - URBANISTICA</b>		<b>PROGETTAZIONE - CONSULENZA COMMERCIALE</b>	<b>VERIFICA IDRAULICA - VIABILITA'</b>
 GRUPPO DI PROGETTAZIONE	<b>GEOMETRA Marco CIBIN</b> <b>ARCHITETTO Alessandra TOPI</b>  - Via Bruna 17 - 15033 Casale Monf.to - tel/fax: 0142 455763 - info@progettaticibin.it	<b>STUDIO Ing. Mauro BISOGGIO</b>  - Via Roma 197 - 15033 Casale Monf.to (AL) tel.: 0142 453331 - email: studio@studiobisoglio.it  - Ing. Mauro BISOGGIO	 Engineering and Technology for development and Sustainability  - Ing. Andrea PANIZZA - Ing. Fabrizio FOLTRAN
<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE</b>		<b>INDAGINI AMBIENTALI</b>	
 <b>GEOLOGIA CAVALLI</b>  - Via Raffaello 9 - 15048 Valenza (AL) tel/fax: 0131 952227 - email: andrea.cavalli@geologiacavalli.it - Dott. Andrea CAVALLI		 <b>LIBRA RAVENNA</b>  - Viale Vincenzo Randi 90 - 48121 Ravenna (RA) tel.: 0544 1855100 - email: n.sampieri@libraravenna.it - Ing. Nicola SAMPIERI	

TAVOLA:  
**RELAZIONE DI VERIFICA DI ESCLUSIONE DELLA  
PROCEDURA DI VALUTAZIONE AMBIENTALE  
STRATEGICA (V.A.S.)**

**- AII.3: RELAZIONE IMPATTO ATMOSFERICO -**

SCALA:

TAV. n.:

ELABORATO:

**1.2.3**

DATA:  
12/11/2019

COMMESSA:

REV.	DATA	DESCRIZIONE	DISEGNATORE	PROGETTISTA

## P R E M E S S A

La presente relazione è stata predisposta al fine di valutare l'impatto atmosferico generato dall'intervento di progetto, ovvero la realizzazione di una nuova area commerciale "L2" in Casale Monferrato (TO), in via Adam in corrispondenza della "Area ex IBL".

La presente relazione, a partire dai dati di traffico esistenti, descrive la situazione attuale e ipotizza gli scenari di traffico futuri del comparto stradale nell'intorno dello stesso.

In dettaglio, lo studio si è articolato nei seguenti punti: inquadramento normativo a livello nazionale e regionale, descrizione dei principali parametri inquinanti considerati, descrizione dell'area di indagine sia dal punto di vista meteorologico sia della qualità dell'aria, stima delle concentrazioni in atmosfera, nelle fasi ante-operam e post-operam legate al progetto in esame e stima delle emissioni dagli impianti termici.

In particolare, come inquinanti atmosferici sono stati considerati i seguenti: PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> e CO.

Per le simulazioni è stato utilizzato il modello di dispersione da sorgente lineare CALINE 4 (A dispersion model for predicting air pollutant concentrations near roadways) della FHWA, modello ufficiale EPA riconosciuto in sede internazionale; al fine di effettuare un confronto con i limiti di legge previsti dal D.Lgs. 155/2010 sul medio/breve/lungo periodo, le simulazioni sono state effettuate in modalità multi-run, considerando come input meteorologico il dataset orario annuale.

## INDICE

<b>1</b>	<b>INQUADRAMENTO DEL SITO.....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>IL QUADRO NORMATIVO .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE ATMOSFERICA DELL'AREA DI STUDIO.....</b>	<b>9</b>
3.1	CONDIZIONI METEOCLIMATICHE.....	9
3.1.1.1	Temperatura.....	10
3.1.1.2	Altezza strato di rimescolamento.....	10
3.1.1.3	Direzione e velocità del vento.....	11
3.1.1.4	Classi di stabilità atmosferica.....	13
3.2	I DATI ESISTENTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	14
3.2.1	<i>Inventario regionale delle Emissioni in Atmosfera</i> .....	14
3.2.2	<i>Source apportionment modellistico a supporto delle azioni di risanamento</i> .....	17
3.2.3	<i>Zonizzazione del territorio regionale e PRQA</i> .....	20
3.2.4	<i>I dati delle centraline della rete di monitoraggio della qualità dell'aria</i> .....	21
3.3	I RICETTORI IMPATTATI.....	25
<b>4</b>	<b>ANALISI AMBIENTALE .....</b>	<b>29</b>
4.1	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO .....	29
4.2	PREMESSA.....	31
4.3	IL MODELLO DI DISPERSIONE DA SORGENTE LINEARE CALINE 4 .....	33
4.4	STIMA DEI FATTORI DI EMISSIONE .....	36
4.5	I DATI DI TRAFFICO .....	39

4.5.1	Premessa .....	39
4.6	LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE AL CONTORNO .....	42
4.7	STIMA DELLE CONCENTRAZIONI .....	43
4.7.1	Premessa .....	43
4.7.2	Risultati .....	43
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>48</b>

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 3.1-1 – Classi di stabilità di Pasquill e condizioni atmosferiche .....	13
Tabella 3.2-1 – Resoconto dati stazione di Alessandria D'Annunzio. ....	23
Tabella 3.2-2 – Resoconto dati stazione di Casale Monferrato .....	23
Tabella 3.2-3 – Resoconto dati stazione di Alessandria - Volta .....	24
Tabella 4 – Sintesi dei fattori medi di emissione per categoria veicolare e ciclo di guida.....	37
Tabella 4-5: Dettaglio composizione parco veicolare .....	38
Tabella 4.4-1 – Dati di traffico Ante Operam. ....	41
Tabella 4.4-2 – Dati di traffico Post Operam.....	42
Tabella 4.6-1: Concentrazioni stimate in corrispondenza della facciata più esposta di ogni singolo ricettore – Stato <i>ante operam</i> .....	44
Tabella 4.6-2: Concentrazioni stimate in corrispondenza della facciata più esposta di ogni singolo ricettore – Stato <i>post operam</i> .....	45
Tabella 4.6-3: Incremento delle concentrazioni dovute al traffico indotto (Post Operam – Ante Operam) .....	46
Tabella 4.6-4: Incremento delle concentrazioni dovute al traffico indotto (Post Operam – Ante Operam + Fondo).....	46

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 3.1-1 – Individuazione dell'area di indagine. ....	6
Figura 3.1-1 – Andamento delle temperature. ....	10
Figura 3.1-2 – Andamento dell'altezza di rimescolamento. ....	11
Figura 3.1-3 – Andamento velocità del vento: velocità medie, minime e massime mensili .....	12
Figura 3.1-4 – Rosa dei venti annuale .....	12
Figura 3.1-5 – Frequenza classi di stabilità per l'intero periodo annuale. ....	14
Figura 3.2-1 – Emissioni NOx totali e per trasporto su strada (Fonte: progetto AERA - <a href="http://www.regione.piemonte.it/aeraw/">http://www.regione.piemonte.it/aeraw/</a> ).....	15

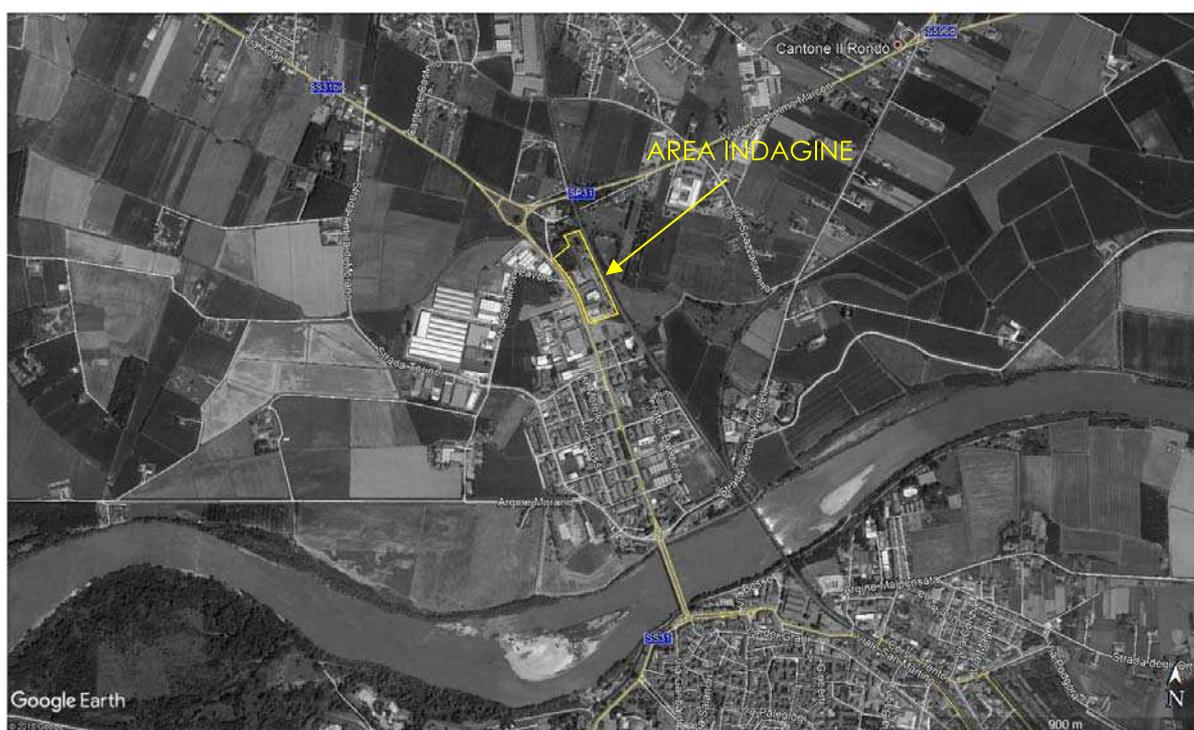
Figura 3.2-2 – Emissioni PM2.5 totali e per trasporto su strada (Fonte: progetto AERA - <a href="http://www.regione.piemonte.it/aeraw/">http://www.regione.piemonte.it/aeraw/</a> ).....	16
Figura 3.2-3 – Emissioni PM10 totali e per trasporto su strada (Fonte: progetto AERA - <a href="http://www.regione.piemonte.it/aeraw/">http://www.regione.piemonte.it/aeraw/</a> ).....	17
Figura 3.2-4 – Risultati del Source Apportionment Modellistico per il parametro PM10 (Allegato B al Piano Regionale della Qualità dell'Aria.....	18
Figura 3.2-5 – Risultati del Source Apportionment Modellistico per il parametro NO2 (Allegato B al Piano Regionale della Qualità dell'Aria.....	19
Figura 3.2-6 – Classificazione del territorio regionale ed estrazione della Provincia di Alessandria ....	21
Figura 3.3-1 – Individuazione dei ricettori in prossimità dell'area di indagine.....	26
Figura 6.2-1 – Planimetria di progetto.....	30
Figura 4.1-1 – Correlazione NO2/NOx ricavata per la stazione di Casale Monferrato.....	32
Figura 4.4-1 – Sezioni di traffico Ante Operam e Post Operam.....	41

## 1 INQUADRAMENTO DEL SITO

L'area oggetto di valutazione si trova nel Comune di Casale Monferrato (AL), nella periferia Nord del centro abitato, oltre il fiume Po.

Ad Est confina con la linea ferroviaria Vercelli-Casale Monferrato e ad Ovest e a Nord con la SP31.

Gli edifici residenziali più prossimi all'area sono ubicati a Sud e a Nord dell'area di intervento.



**Figura 3.1-1 – Individuazione dell'area di indagine.**

## 2 IL QUADRO NORMATIVO

Il D.Lgs. n. 351/99 ed il D.lgs. 155/10 hanno recepito ed introdotto nell'ordinamento legislativo italiano le direttive comunitarie 96/62/CE e 99/30/CE, portando significative modifiche al quadro normativo nazionale.

In particolare, vengono modificati i principi di base per la valutazione delle qualità dell'aria ambiente, i limiti di riferimento, le modalità e le tempistiche per raggiungere questi limiti attraverso piani o programmi, le modalità di informazione al pubblico.

Inoltre, sono stati emanati il Decreto Legislativo n°183 del 21/05/04 "Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria", il Decreto Legislativo n°152 del 3/08/2007 "Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente".

Si cita inoltre la Direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 "relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", non ancora recepita in Italia. In Allegato XI sono definiti i valori limite per la protezione della salute umana, in Allegato XII le soglie di allarme e di informazione, in Allegato XIII i livelli critici per la protezione della vegetazione ed infine in Allegato XIV sono definiti il valore obiettivo ed il valore limite per il PM2.5.

In data 15 settembre 2010 è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale il D.Lgs. n.155 del 13/08/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", che abroga il DM 60/2002.

I limiti fissati per gli inquinanti oggetto di studio rimangono tuttavia invariati.

Vengono di seguito riportati di seguito i valori limite previsti dal D.Lgs. 155/2010 per gli inquinanti considerati nelle valutazioni.

Inquinante	Tipo Limite	Valore Limite
NO <sub>2</sub>	Orario	200 µg/m <sup>3</sup> (da non superare per più di 18 volte/anno)
	Annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
CO	8 ore	10 mg/m <sup>3</sup> (inteso come media mobile sulle 8 ore)
PM <sub>10</sub>	Giornaliero	50 µg/m <sup>3</sup> (da non superare per più di 35 volte/anno)
	Annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2.5</sub>	Annuale	25 µg/m <sup>3</sup> (dall'anno 2015)

### 3 CARATTERIZZAZIONE ATMOSFERICA DELL'AREA DI STUDIO

#### 3.1 CONDIZIONI METEOCLIMATICHE

La caratterizzazione climatologica del sito, oggetto dell'intervento, mira a conoscere in anticipo quanto il progetto in esame influenzerà l'ambiente circostante. In particolare quanto l'aumento delle immissioni di gas inquinanti indotti andrà ad influenzare le condizioni al suolo. Infatti il potenziale impatto ambientale può avere conseguenze diverse su un territorio proprio a causa delle sue caratteristiche geografiche e climatiche. I parametri che vengono elaborati per la caratterizzazione sono:

- temperatura
- altezza dello strato di rimescolamento
- direzione e velocità del vento
- stabilità

I parametri appena citati sono rappresentativi della dinamicità atmosferica, infatti favoriscono la diffusione degli agenti inquinanti nei vari strati oppure la stagnazione al suolo.

Per un inquadramento meteorologico dell'area oggetto di verifica ambientale sono stati richiesti i dati ad ARPA Servizio Idro Meteo Clima Emilia-Romagna relativamente all'anno 2017 e ad un punto rappresentativo dell'area di indagine.

ARPA-SIM Emilia Romagna gestisce un archivio di dati meteorologici specifico per le applicazioni legate alla qualità dell'aria. In particolare, sono disponibili le informazioni necessarie per costruire l'input meteorologico richiesto dalla maggior parte dei modelli di dispersione atmosferica. L'archivio include due dataset indipendenti (Calmet e LAMA). Entrambi contengono dati orari con risoluzione orizzontale di 5-7 km, e includono parametri superficiali e in quota, oltre all'altezza di rimescolamento e altre grandezze relative alla turbolenza. Il dataset LAMA è stato prodotto utilizzando il modello meteorologico ad area limitata COSMO (ex Lokal Modell), copre tutta l'Italia e ha dati a partire dal 1/4/2003.

Si è deciso di utilizzare tale dataset (LAMA), in quanto ritenuto affidabile anche per l'area di indagine, essendo il dominio di restituzione dei dati su tutta Italia.

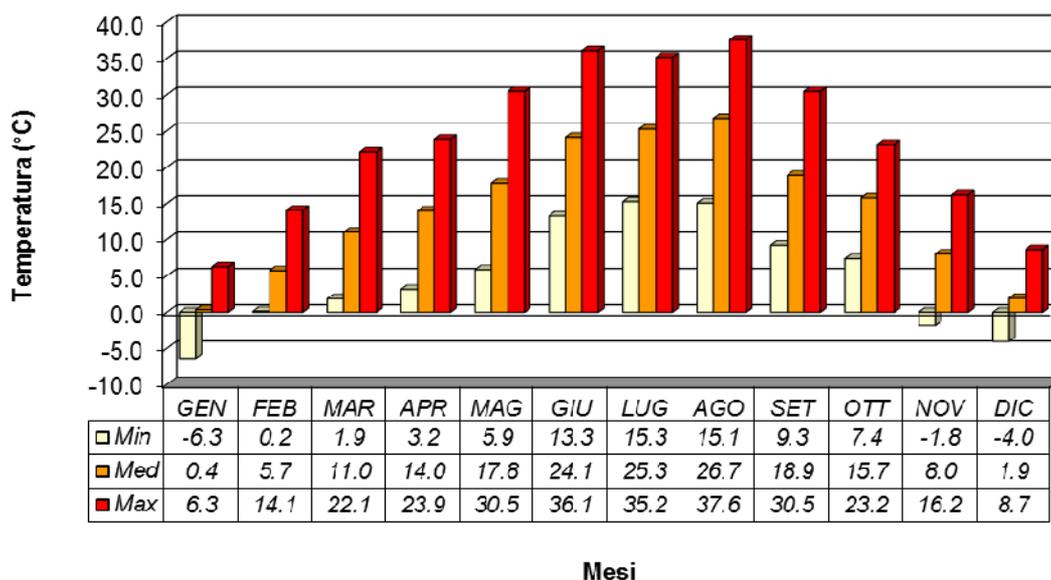
### 3.1.1.1 Temperatura

In Figura 3.1-1 è rappresentato l'andamento annuo delle temperature. Ovviamente i valori massimi si attestano per il periodo estivo, in particolare nel mese di agosto, mentre i valori minimi nel mese di febbraio.

La temperatura media annua è pari a 14.1 °C.

Si registrano limitati periodi di gelo nei mesi di novembre, dicembre e gennaio.

**Andamento delle temperature minime, medie e massime mensili**  
Fonte dati: ARPA SIMC



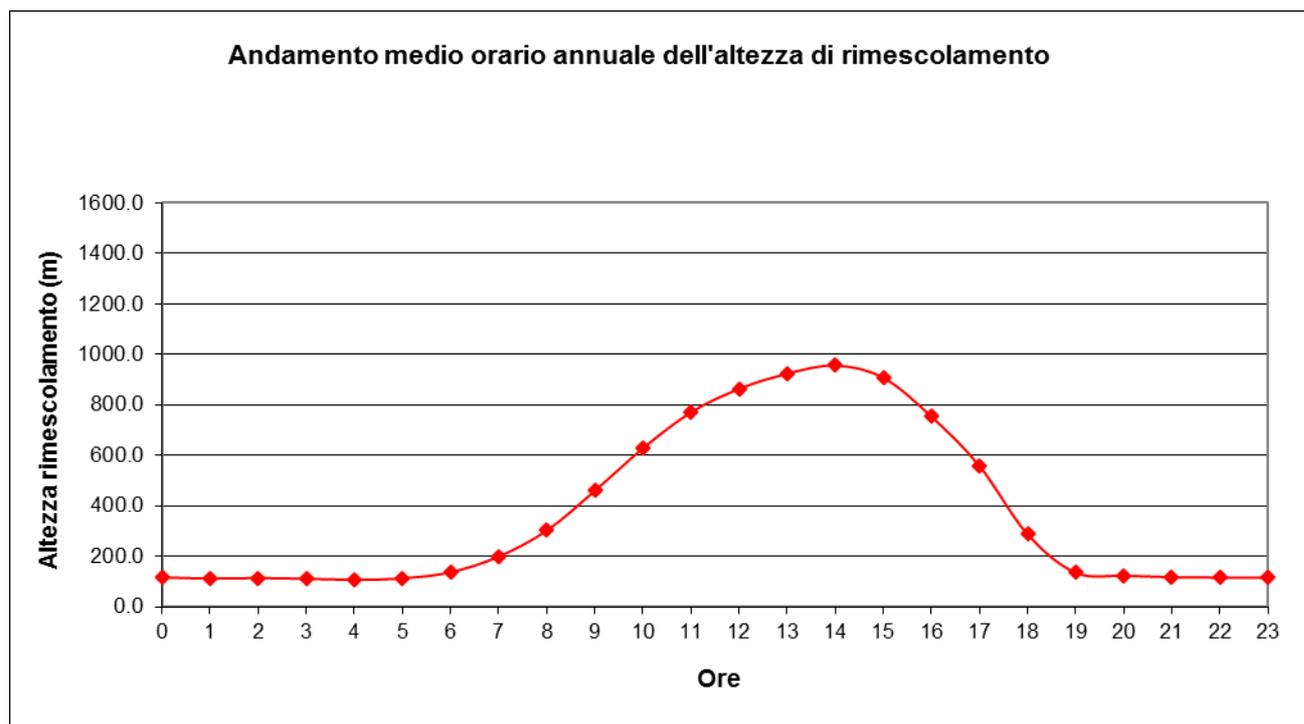
**Figura 3.1-1 – Andamento delle temperature.**

### 3.1.1.2 Altezza strato di rimescolamento

Lo strato di rimescolamento ha un ruolo determinante sulla diffusione dei gas inquinanti in atmosfera. In situazioni che presentano altezze basse, dell'ordine dei 100 m, condizione tipicamente invernale, si crea un effetto di cappa che impedisce il rimescolamento e la diluizione degli inquinanti in atmosfera.

Queste situazioni sono spesso causa, in concomitanza con condizioni di stabilità atmosferica, dell'instaurarsi di fenomeni di inquinamento acuto.

In Figura 3.1-2 è riportato l'andamento medio annuale per singola ora; si nota come l'altezza di rimescolamento si mantiene intorno ai 100-120 m da ca. le ore 19:00 alle ore 07:00 del mattino, per poi salire progressivamente fino al picco nelle ore più calde della giornata (ca. le ore 14:00), che raggiunge ca. i 1000 m.



**Figura 3.1-2 – Andamento dell'altezza di rimescolamento.**

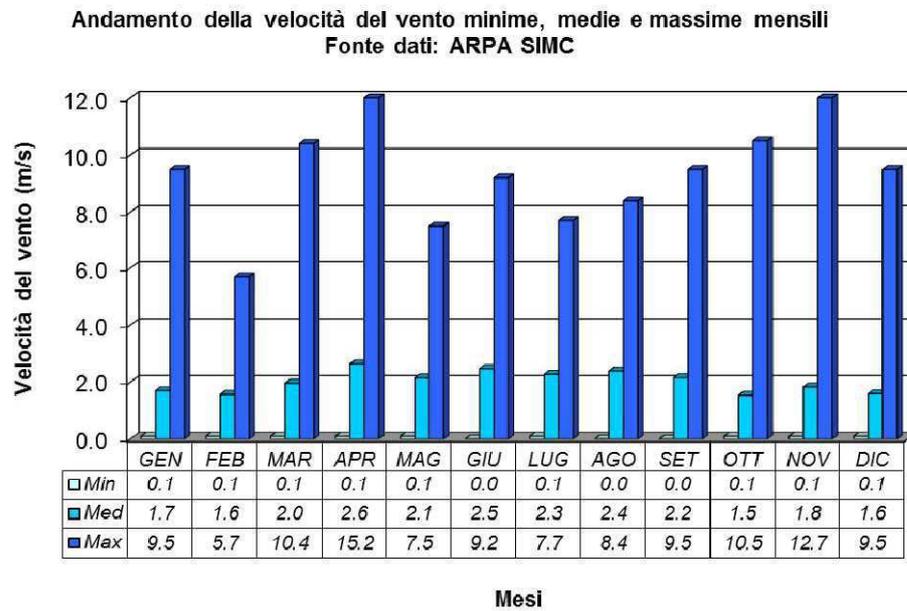
### 3.1.1.3 Direzione e velocità del vento

Per quanto concerne la velocità del vento, dall'analisi dell'istogramma riportato in Figura 3.1-3 si osserva che la velocità media del vento è molto simile in tutti i mesi dell'anno.

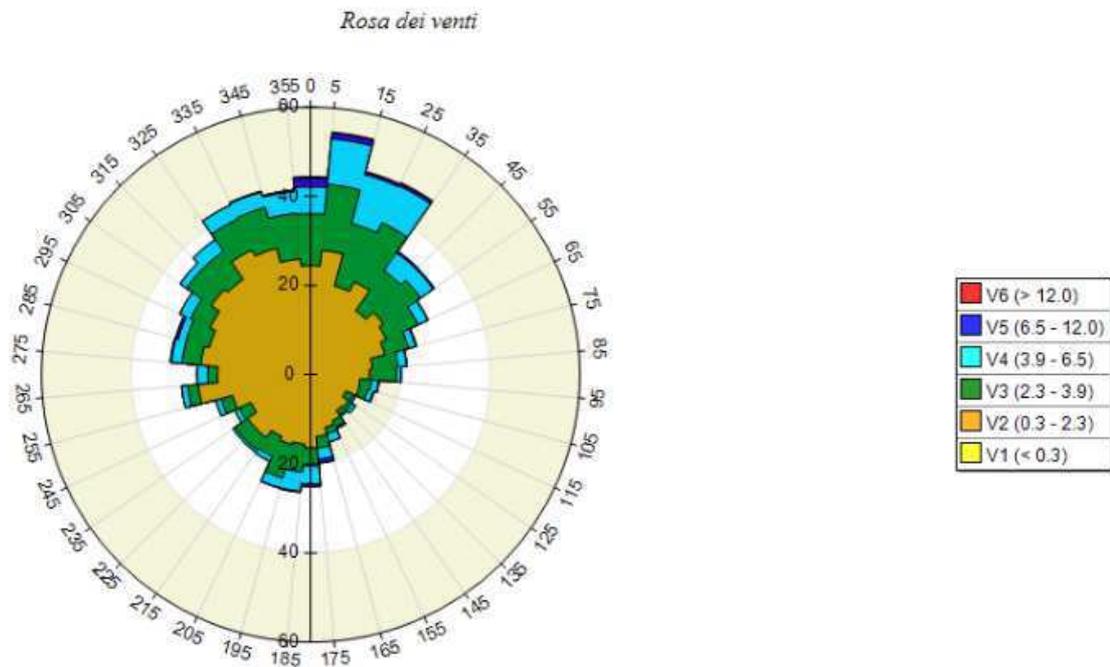
La velocità media annuale è pari a 2,0 m/s.

Per quanto concerne le direzioni di provenienza del vento è stata elaborata la rosa dei venti annuale, riportata in Figura 3.1-4.

In particolare, a livello annuale le direzioni principali sono quelle da Nord-Nord Est ed in generale dal 1° e dal 4° quadrante.



**Figura 3.1-3 – Andamento velocità del vento: velocità medie, minime e massime mensili**



**Figura 3.1-4 – Rosa dei venti annuale**

### 3.1.1.4 Classi di stabilità atmosferica

La stabilità atmosferica è un indicatore del grado di turbolenza dei bassi strati dell'atmosfera, cioè della maggiore o minore attitudine a disperdere gli inquinanti atmosferici. In Tabella 3.1-1 sono riportate le classi di stabilità di Pasquill.

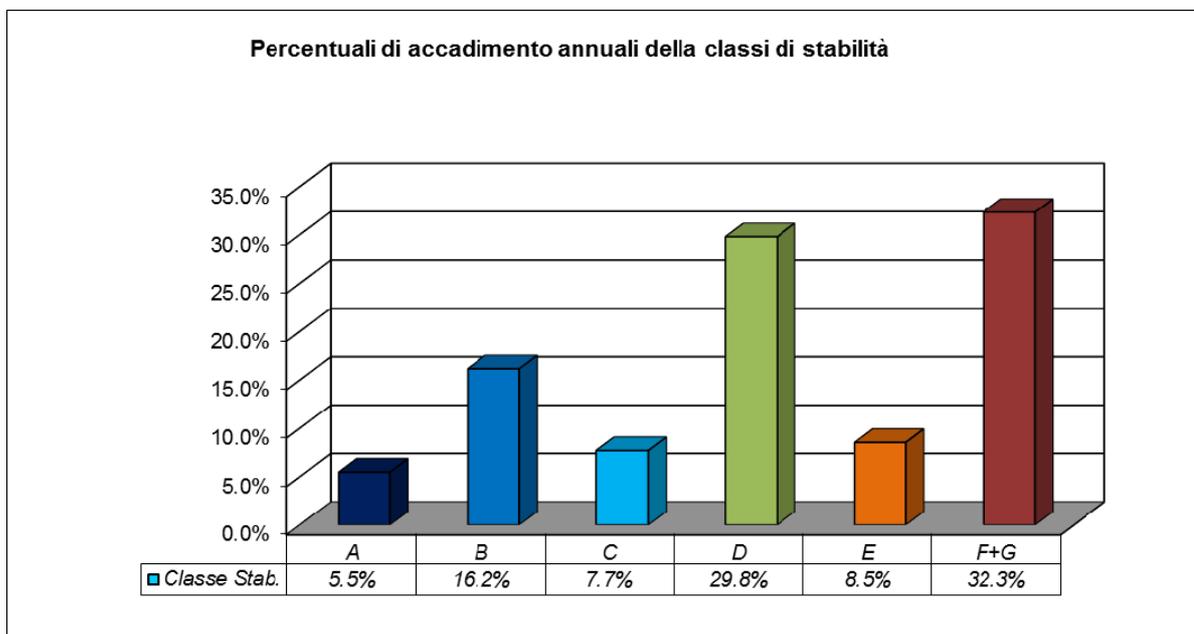
Al fine di valutare il livello di massimo impatto potenziale, così come il presente studio si prefigge, ci si pone cautelativamente nelle condizioni più sfavorevoli, ovvero tali da determinare i massimi valori di concentrazione al suolo.

L'analisi di sensibilità del modello di dispersione utilizzato consente peraltro di poter affermare, alle piccole scale, ed in particolare in prossimità delle sorgenti stradali, la scarsa influenza della variazione di tali parametri sul fenomeno di ricaduta diretta degli inquinanti al suolo, che risulta dominato dalla turbolenza meccanica e termica indotta dal passaggio dei veicoli. E' importante sottolineare che le classi stabili si verificano ogni qualvolta si ricreano condizioni di subadiabaticità (cioè quando il gradiente termico dell'aria è minore di quello adiabatico) o inversione termica al suolo (gradiente termico verticale positivo e la temperatura aumenta con l'altezza). Tali condizioni si verificano nelle ore notturne ed in inverno, a causa del maggior raffreddamento del suolo rispetto all'aria sovrastante, e durante il giorno, nei casi di nebbia persistente o stagnazione locale di masse d'aria.

Classe di Stabilità secondo PASQUILL	Condizioni Atmosferiche
<b>A</b>	Situazione estremamente instabile Turbolenza termodinamica molto forte <b>Shear del vento molto debole</b>
<b>B</b>	Situazione moderatamente instabile Turbolenza termodinamica media <b>Shear del vento moderato</b>
<b>C</b>	Situazione debolmente instabile Turbolenza termodinamica molto debole <b>Shear del vento moderato</b>
<b>D</b>	Situazione neutra adiabatica Turbolenza termodinamica molto debole <b>Shear del vento forte</b>
<b>E</b>	Situazione debolmente stabile Turbolenza termodinamica molto debole <b>Shear del vento forte</b>
<b>F+G</b>	Situazione molto stabile Turbolenza termodinamica assente <b>Shear del vento molto forte</b>

**Tabella 3.1-1 – Classi di stabilità di Pasquill e condizioni atmosferiche.**

Per le classi di stabilità, la Figura 3.1-5 sintetizza le frequenze delle diverse classi nell'anno, ed evidenzia una prevalenza della classe F+G, con il 32.3%, ed una significativa presenza della classe D, con il 29.8%.



**Figura 3.1-5 – Frequenza classi di stabilità per l'intero periodo annuale.**

## 3.2 I DATI ESISTENTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

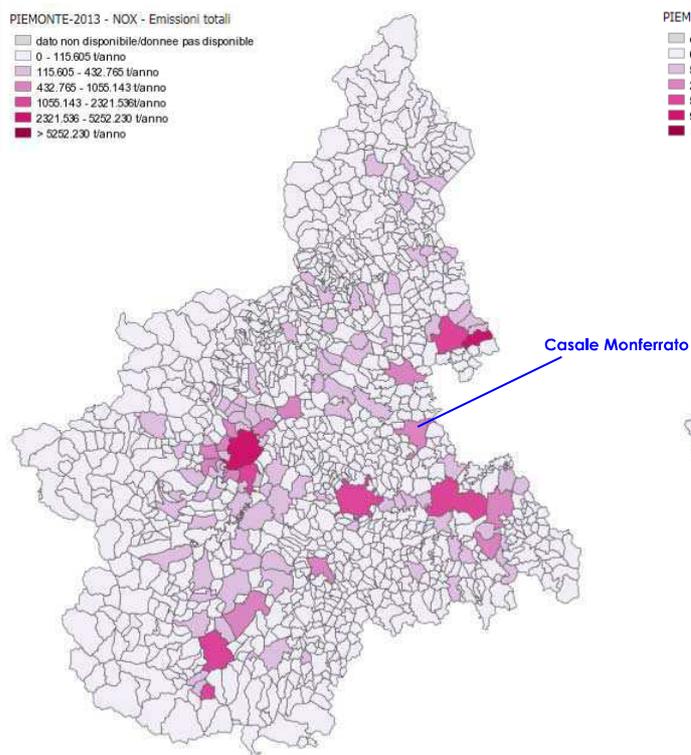
### 3.2.1 Inventario regionale delle Emissioni in Atmosfera

Di seguito si riportano alcune mappature estratte progetto AERA con dati relativi all'inventario anno 2013 (Fonte: <http://www.regione.piemonte.it/aeraw/>).

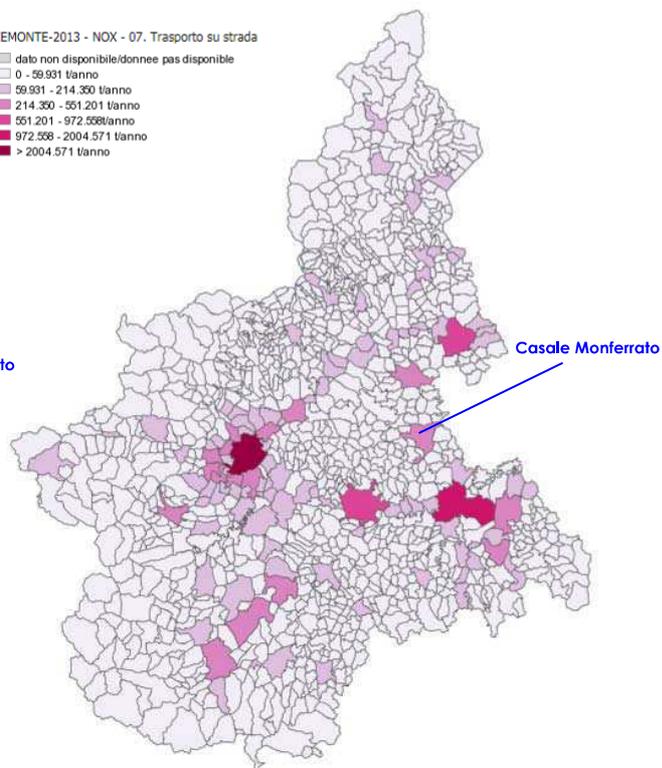
Le mappe sono riportate a livello regionale per i parametri NO<sub>x</sub>, PM<sub>2.5</sub> e PM<sub>10</sub>.

Dall'analisi delle scale colorimetriche (a 6 livelli), il Comune di Casale Monferrato si assesta per tutti i parametri all'interno del 3° livello.

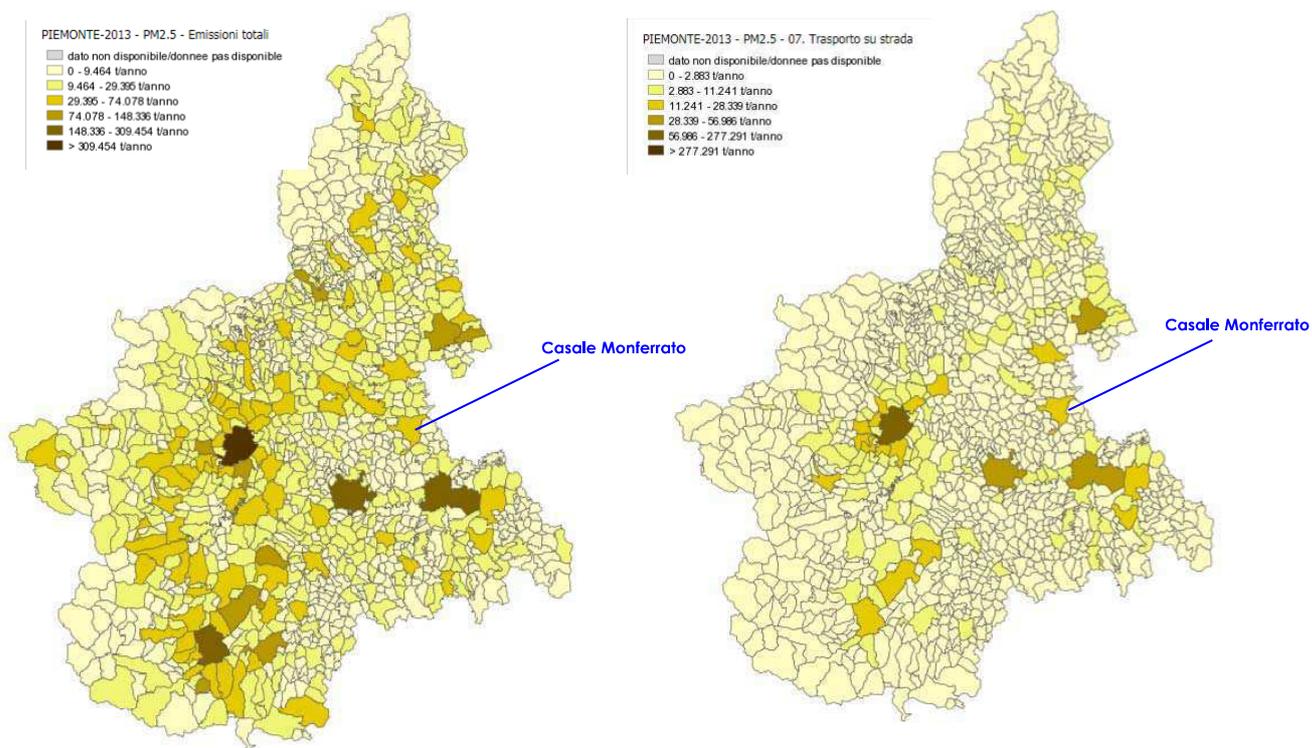
PIEMONTE-2013 - NOX - Emissioni totali



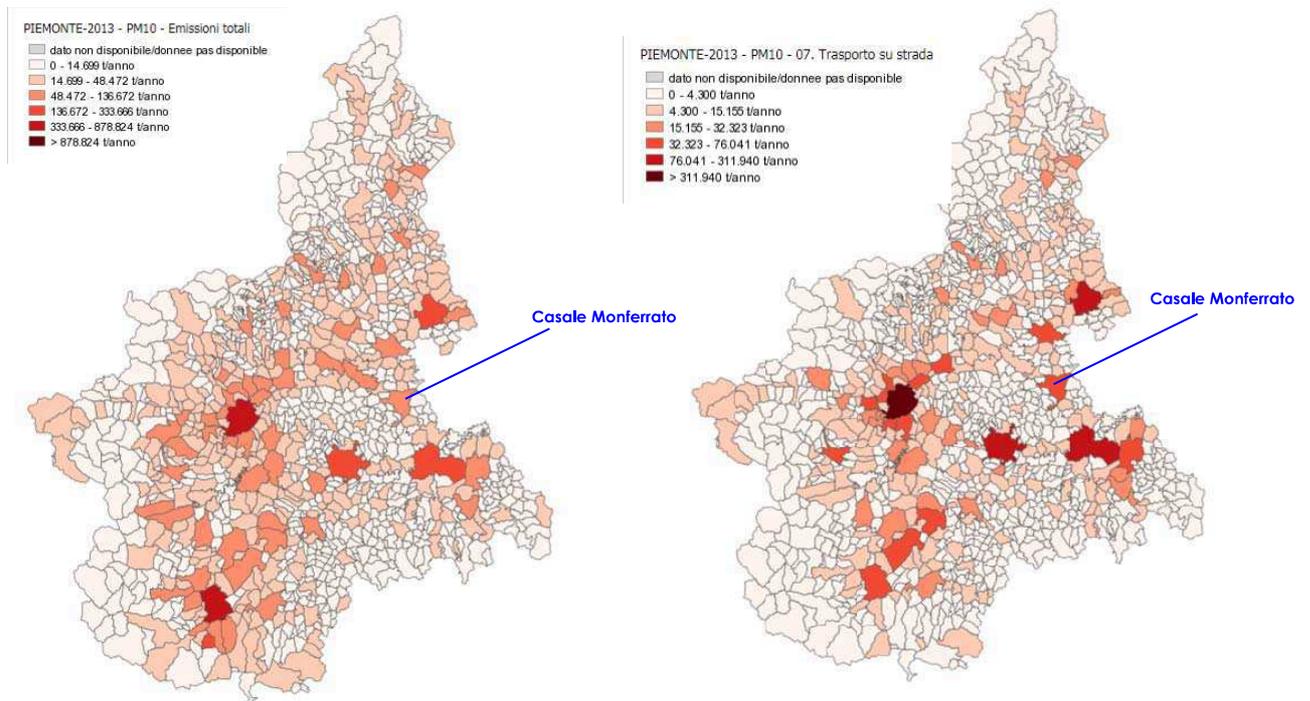
PIEMONTE-2013 - NOX - 07. Trasporto su strada



**Figura 3.2-1 – Emissioni NOx totali e per trasporto su strada (Fonte: progetto AERA - <http://www.regione.piemonte.it/aeraw/>)**



**Figura 3.2-2 – Emissioni PM2.5 totali e per trasporto su strada (Fonte: progetto AERA - <http://www.regione.piemonte.it/aeraw/>)**



**Figura 3.2-3 – Emissioni PM10 totali e per trasporto su strada (Fonte: progetto AERA - <http://www.regione.piemonte.it/aeraw/>)**

### 3.2.2 Source apportionment modellistico a supporto delle azioni di risanamento

Arpa Piemonte ha sviluppato, a supporto delle azioni della Regione Piemonte sul risanamento atmosferico, il Source Apportionment modellistico finalizzato alla individuazione delle principali sorgenti responsabili dell'inquinamento per i principali comuni piemontesi, attraverso sistemi modellistici di chimica e trasporto degli inquinanti e partendo dall'inventario regionale delle emissioni (IREA2010B).

I risultati ottenuti sono riportati nel documento "Piano Regionale della Qualità dell'Aria" approvato a giugno 2017.

Il modello tiene conto sia dei contributi da parte delle diverse sorgenti antropiche/naturali, sia degli apporti esogeni ad opera del trasporto dalle regioni confinanti.

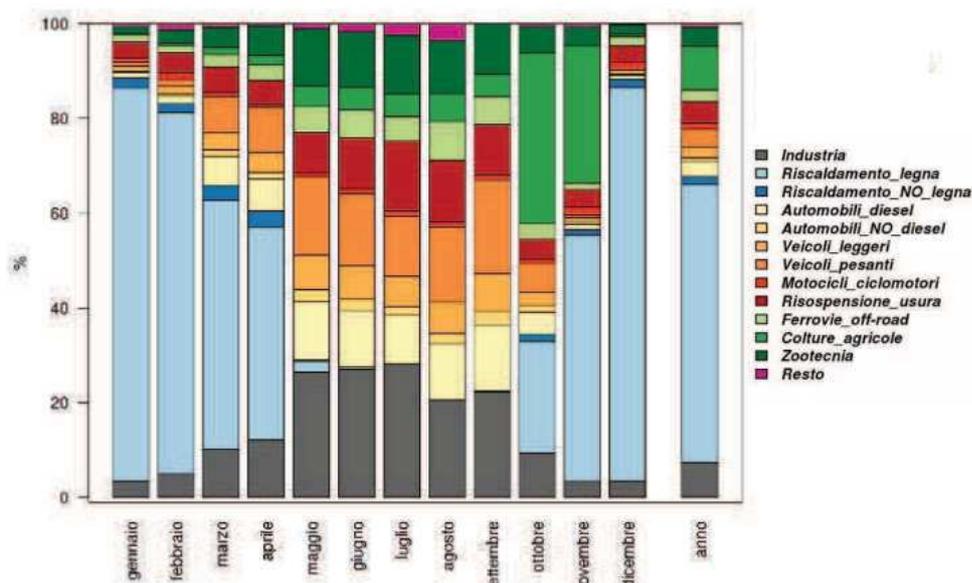
Nei grafici seguenti, vengono specificati i vari contributi percentuali di origine sia primaria che secondaria alla concentrazione di NO<sub>x</sub> e PM<sub>10</sub> da parte dei diversi gruppi di sorgenti considerate (combustioni a legna, industria, agricoltura, trasporto stradale, sorgenti diverse).

In relazione al Comune di casale Monferrato, si riportano i resoconti della stazione di fondo urbano (FU) di Castello, dai quali si evince che il traffico veicolare incide per un 15.9% a livello di PM10 e per un 59.1% a livello di NO2.

In particolare emerge come nel periodo invernale la predominanza dei contributi emissivi per il PM10 sia legata al riscaldamento a legna, che contribuisce anche a livello annuale con un 58.6%.

### Stazione: CASALE M. – CASTELLO (AL)

Contributi percentuali mensili e riepilogo annuale

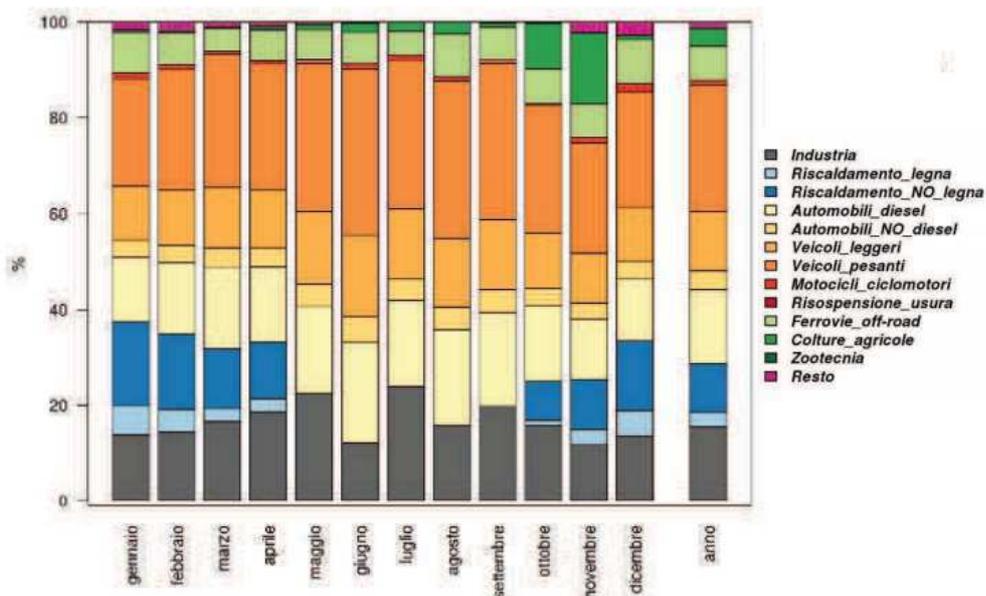


SETTORE	%		COMPARTO
Industria	7.4	7.4	INDUSTRIA
Riscaldamento a legna	58.6	60.3	RISCALDAMENTO
Riscaldamento NON a legna	1.7		
Automobili diesel	3.3	15.9	TRAFFICO
Automobili NON diesel	0.7		
Veicoli leggeri	2.3		
Veicoli pesanti	3.7		
Motocicli e ciclomotori	1.2		
Risospensione e usura	4.6		
Ferrovie e off-road	2.5		
Ferrovie e off-road	2.5	15.7	AGRICOLTURA
Colture agricole	9.2		
Zootecnia	4		
Resto	0.7	0.7	RESTO

**Figura 3.2-4 – Risultati del Source Apportionment Modellistico per il parametro PM10 (Allegato B al Piano Regionale della Qualità dell’Aria**

### Stazione: CASALE M. – CASTELLO (AL)

Contributi percentuali mensili e riepilogo annuale



SETTORE	%		COMPARTO
Industria	15.5	15.5	INDUSTRIA
Riscaldamento a legna	3	13.2	RISCALDAMENTO
Riscaldamento NON a legna	10.2		
Automobili diesel	15.5	59.1	TRAFFICO
Automobili NON diesel	3.9		
Veicoli leggeri	12.2		
Veicoli pesanti	26.5		
Motocicli e ciclomotori	0.9		
Risospensione e usura	0		
Ferrovie e off-road	7.1	10.9	AGRICOLTURA
Colture agricole	3.8		
Zootechnia	0		
Resto	1.3	1.3	RESTO

**Figura 3.2-5 – Risultati del Source Apportionment Modellistico per il parametro NO2 (Allegato B al Piano Regionale della Qualità dell’Aria)**

### 3.2.3 Zonizzazione del territorio regionale e PRQA

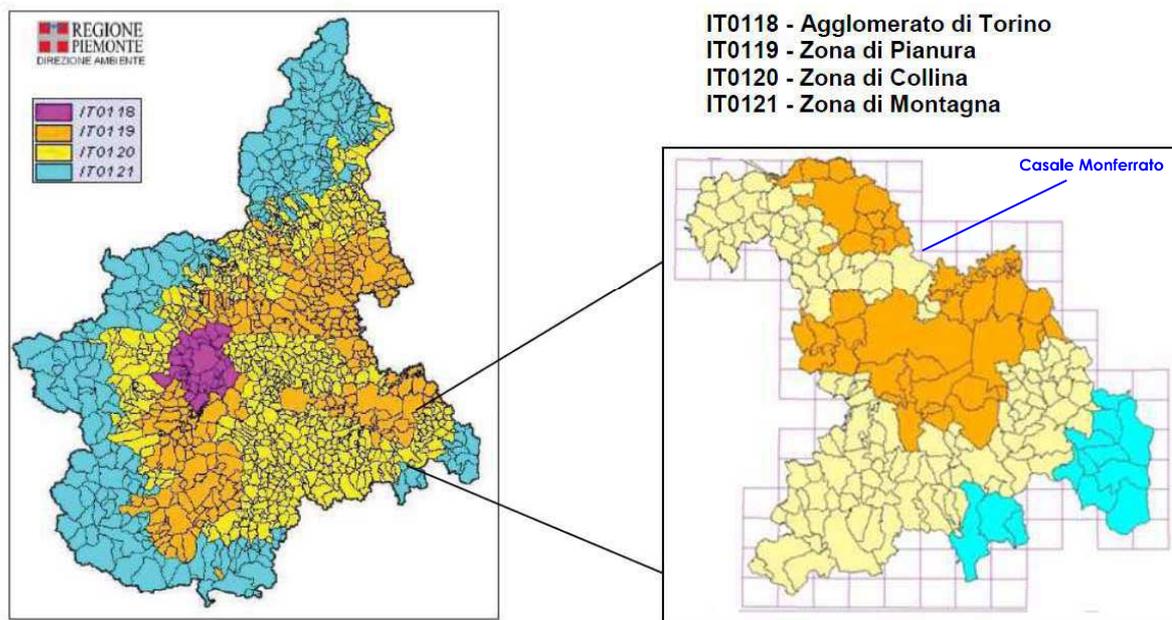
Con la **Deliberazione della Giunta Regionale del 29 dicembre 2014, n. 41-855**, la Regione Piemonte, previa consultazione con le Province ed i Comuni interessati, ha adottato la nuova zonizzazione del territorio regionale piemontese relativa alla qualità dell'aria ambiente in attuazione degli articoli 3, 4 e 5 del D.lgs. 155/2010 e della direttiva comunitaria 2008/50/CE. La nuova zonizzazione si basa sugli obiettivi di protezione della salute umana per gli inquinanti NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, Pb, As, Cd, Ni, B(a)P, nonché sugli obiettivi a lungo termine per la protezione della salute umana e della vegetazione relativamente all'ozono. Sulla base dei nuovi criteri il territorio regionale viene ripartito nelle seguenti zone ed agglomerati:

- Agglomerato di Torino - codice zona IT0118
- Zona denominata Pianura - codice zona IT0119
- Zona denominata Collina - codice zona IT0120
- Zona denominata di Montagna - codice zona IT0121
- Zona denominata Piemonte - codice zona IT0122

Il processo di classificazione ha tenuto conto delle Valutazioni annuali della qualità dell'aria nella Regione Piemonte elaborate ai fini del reporting verso la Commissione Europea, nonché dei dati elaborati nell'ambito dell'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA Piemonte) – consultabili al sito <http://www.sistemapiemonte.it/ambiente/irea/> - che indicano l'apporto dei diversi settori sulle emissioni dei principali inquinanti e dai quali è possibile determinare il carico emissivo per ciascun inquinante, compresi quelli critici quali: PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> e COV.

In considerazione del fatto che l'inquinamento dell'aria risulta diffuso omogeneamente a livello di Bacino Padano e, per tale ragione, non risulta sufficiente una pianificazione settoriale di tutela della qualità dell'aria, ma si rendono necessarie azioni più complesse coordinate a tutti i livelli di governo (nazionale, regionale e locale), in data 9 giugno 2017 è stato sottoscritto il nuovo "Accordo di Programma per l'adozione coordinata e congiunta di misure di risanamento della qualità dell'aria nel Bacino Padano", finalizzato all'istituzione di appositi tavoli tecnici per l'integrazione degli obiettivi relativi alla gestione della qualità dell'aria con quelli relativi ai cambiamenti climatici ed alle politiche settoriali (trasporti, edilizia, pianificazione territoriale ed agricoltura) che hanno diretta relazione con l'inquinamento atmosferico e che prevede interventi organici di natura sia emergenziale (protocollo antismog) che strutturale.

Il Comune di casale Monferrato è inserito in Zona denominata Pianura - codice zona IT0119



**Figura 3.2-6 – Classificazione del territorio regionale ed estrazione della Provincia di Alessandria**

Il PRQA è lo strumento per la programmazione, il coordinamento ed il controllo in materia di inquinamento atmosferico, finalizzato al miglioramento progressivo delle condizioni ambientali e alla salvaguardia della salute dell'uomo e dell'ambiente.

Il PRQA è stato approvato dal Consiglio regionale, con DCR 25 marzo 2019, n. 364-6854 (Approvazione del Piano regionale di qualità dell'aria ai sensi della legge regionale 7 aprile 2000, n. 43), in esito alla procedura di Valutazione ambientale strategica.

### 3.2.4 I dati delle centraline della rete di monitoraggio della qualità dell'aria

La rete di rilevamento della qualità dell'aria della provincia di Alessandria è costituita da n°7 stazioni, delle quali una nel Comune di Casale Monferrato, di tipo fondo urbano (FU).

### Stazione di rilevamento di Casale M.to

Codice 6039-801 Stazione di rilevanza nazionale

Indirizzo Casale Monferrato  
Via XX Settembre c/o Mercato Pavia (Castello)

UTM\_X: 456488  
UTM\_Y: 4998419  
Altitudine: 118m

ID ZONA: urbana  
ID STAZIONE: background  
CARATTERISTICHE ZONA: residenziale, commerciale

Data inizio attività: 13-03-2003



#### Strumentazione

PARAMETRO	STRUMENTO	METODO	TEMPO DI MEDIA	INCERTEZZA ESTESA*
NO/NO <sub>2</sub>	API200A	chemiluminescenza	1 ora	15.1%
BTX	AIR TOXIC GC866	gascromatografia	1 ora	25%max
PM10	MP101	Sorgente beta	1 giorno	25%max

Tra quelle della rete, come centralina di traffico urbano (TU) si segnala quella di Alessandria D'Annunzio.

### Stazione di rilevamento di ALESSANDRIA D'Annunzio

Codice 6003-801 Stazione di rilevanza nazionale

Indirizzo Alessandria - Piazza D'Annunzio

UTM\_X: 469452  
UTM\_Y: 4972848  
Altitudine: 95m s.l.m.

Data inizio attività: 01-06-1984

ID ZONA: urbana  
ID STAZIONE: traffico  
CARATTERISTICHE ZONA: residenziale, commerciale



#### Strumentazione

PARAMETRO	STRUMENTO	METODO	TEMPO DI MEDIA	INCERTEZZA ESTESA*
NO/NO <sub>2</sub>	API200	chemiluminescenza	1 ora	15.1%
BTX	SYNTEC GC855	gascromatografia	1 ora	25%max
CO	M 9841	assorbimento IR	1 ora	8.2%
PM10	Charlie Sentinel	gravimetrico BV	1 giorno	13.0%

Di seguito si riportano gli andamenti dei principali parametri rilevati da tali due stazioni nel triennio 2015-2017, ovvero quelli ultimi disponibili desunti dalla "Relazione sulla qualità dell'aria anno 2017 – Provincia di Alessandria".

Stazione di monitoraggio: ALESSANDRIA D'ANNUNZIO	2015	2016	2017
<b>Benzene (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>			
Media dei massimi giornalieri	2.6	1.7	2.1
Media dei valori orari (limite =5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1.6	1.0	1.2
Percentuale ore valide	96%	79%	94%
<b>CO (<math>\text{mg}/\text{m}^3</math>)</b>			
Media dei massimi giornalieri	1.1	1.0	0.9
Media dei valori orari	0.7	0.7	0.6
Percentuale ore valide	93%	97%	91%
Minimo delle medie 8 ore	0.1	0.1	0.2
Media delle medie 8 ore	0.7	0.7	0.6
Massimo delle medie 8 ore	2.3	2.2	1.8
N° di superamenti livello protezione della salute (10)	0	0	0
<b>NO<sub>2</sub> (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>			
Media dei massimi giornalieri	64	79	71
Media dei valori orari	35	43	38
Percentuale ore valide	97%	99%	99%
N° di superamenti livello orario protezione della salute (200)	1	3	0
<b>PM<sub>10</sub> (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>			
Massima media giornaliera	143	140	152
Media delle medie giornaliere (limite =40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	39*	36	42
Percentuale giorni validi	95%	97%	98%
N° di superamenti livello giornaliero protezione della salute (max 35 superamenti)	84*	69	102
Data del 35° superamento livello giornaliero protezione della salute (50)	02-lug	01-nov	23-feb

\* LA STAZIONE DI D'ANNUNZIO HA PERSO 12 DATI CONSECUTIVI DI PM10 NEL MESE DI GENNAIO PERTANTO LE MEDIE DEL 2015 SONO INFIACITE DALLA MANCANZA DI DATI NEL PERIODO DI MAGGIOR INQUINAMENTO

**Tabella 3.2-1 – Resoconto dati stazione di Alessandria D'Annunzio.**

Stazione di monitoraggio: CASALE M.TO	2015	2016	2017
<b>Benzene (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>			
Media dei massimi giornalieri	2.1	1.8	1.8
Media dei valori orari (limite =5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1.1	1.0	0.9
Percentuale ore valide	93%	87%	95%
<b>NO<sub>2</sub> (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>			
Media dei massimi giornalieri	63	52	57
Media dei valori orari (limite =40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	33	26	29
Percentuale ore valide	96%	99%	88%
N° di superamenti livello orario protezione della salute (200)	1	0	0
<b>PM<sub>10</sub> (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>			
Massima media giornaliera	108	106	112
Media delle medie giornaliere (limite =40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	32	27	31
Percentuale giorni validi	100%	97%	89%
N° di superamenti livello giornaliero protezione della salute (max 35 superamenti)	72	37	64
Data del 35° superamento livello giornaliero protezione della salute (50)	24-ott	29-dic	15-ott

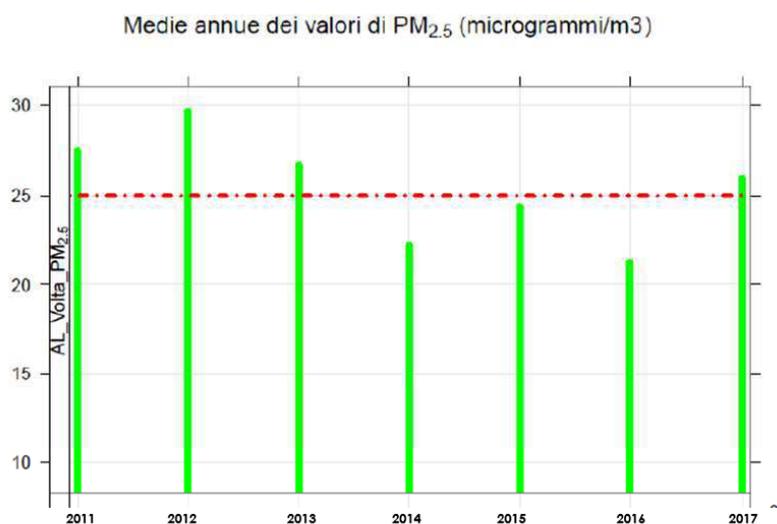
**Tabella 3.2-2 – Resoconto dati stazione di Casale Monferrato**

Dall'analisi dei dati sopra riportati si evidenzia quanto segue:

- **Biossido di Azoto:** si segnala un solo superamento della media annuale in riferimento all'anno 2016 per la stazione di Alessandria
- **Benzene e Monossido di Carbonio:** non si segnala nessun superamento
- **Polveri PM<sub>10</sub>:** in relazione alla media annuale si segnala solo un modesto superamento per l'anno 2017 per la stazione di Alessandria, mentre in relazione al numero massimo di superamenti della

media giornaliera, si segnala il non rispetto del numero massimo consentito annuale, pari a n.35, in tutti gli anni ed in entrambe le stazioni

Per quanto concerne il parametro  $PM_{2.5}$ , si riportano di seguito gli andamenti della media annuale nel periodo dal 2011 al 2017 per la stazione di fondo urbano di Alessandria-Volta. I dati evidenziano superamenti in tutti gli anni, ad eccezione del triennio 2014-2016.



**Tabella 3.2-3 – Resoconto dati stazione di Alessandria - Volta**

In sintesi, in relazione all'anno 2017, ovvero all'anno di riferimento dei dati meteorologici considerati nelle simulazioni, si hanno le seguenti concentrazioni:

Stazione	Parametro	Riferimento	Concentrazione
Casale Monferrato	$PM_{10}$	Media annuale	31.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		90.4°	67.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Casale Monferrato	$NO_2$	Media annuale	29.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		99.8°	74.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Alessandria – D'Annunzio	CO	8 ore	1.8 $\text{mg}/\text{m}^3$
Alessandria - Volta	$PM_{2.5}$	Media annuale	27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### 3.3 I RICETTORI IMPATTATI

Di seguito sono riportati i ricettori individuati come potenzialmente più esposti alle sorgenti sonore che saranno installate all'interno dell'area di intervento ed al traffico veicolare indotto sulle viabilità indagate:

- R1: edificio residenziale a 3 piani;
- R2: edificio residenziale a 2 piani;
- R3: edificio residenziale a 2 piani;
- R4: edificio residenziale a 3 piani;
- R5: edificio residenziale a 3 piani;
- R6: edificio residenziale a 3 piani;
- R7: edificio commerciale a 2 piani;
- R8: edificio terziario;
- R9: edificio residenziale a 2 piani;
- R10: edificio diroccato a 2 piani;
- R11: edificio misto a 2 piani (residenziale al secondo piano);
- R12: edificio commerciale;
- R13: edificio residenziale a 5 piani;
- R14: edificio residenziale a 4 piani;
- R15: edificio residenziale a 4 piani;
- R16: edificio residenziale a 2 piani;
- R17: edificio misto a 2 piani (residenziale al secondo piano);
- R18: edificio misto a 4 piani (residenziale dal secondo piano);
- R19: edificio commerciale;
- R20: edificio misto a 4 piani (residenziale dal secondo piano);
- R21: residenziale a 1 piano;

- R22: edificio scolastico a 1 piano;
- R23: edificio scolastico a 2 piani;
- R24: edificio residenziale a 3 piani.

Di seguito è riportata una foto aerea dell'area di indagine e dei ricettori indagati.

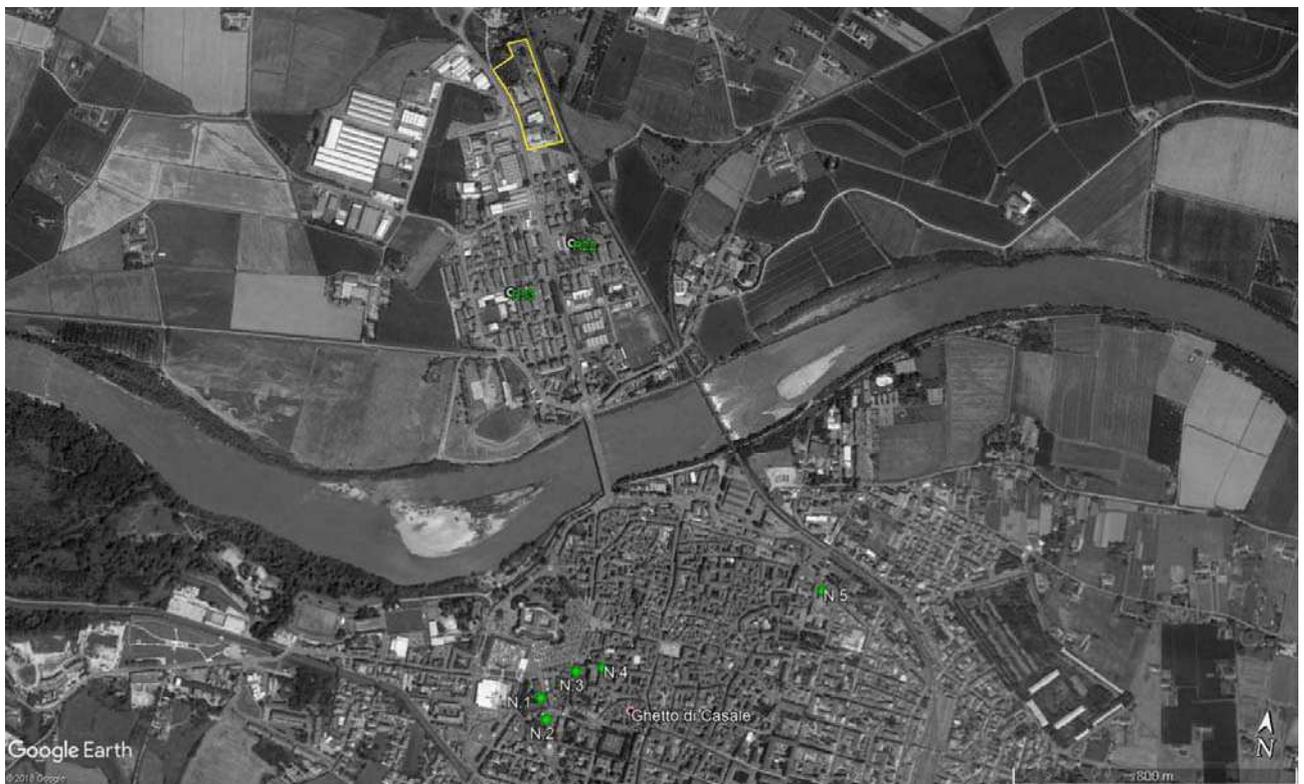


**Figura 3.3-1 – Individuazione dei ricettori in prossimità dell'area di indagine.**

Il Testo Coordinato - Disposizioni relative al procedimento per il rilascio delle autorizzazioni per le Grandi Strutture di Vendita (Allegato a alla D.G.R. n. 43-29533 del 1.3.2000, come modificato dall'allegato a alla D.G.R. n. 100-13283 del 3 agosto 2004, dall'allegato 1 alla D.G.R. n. 66-13719 del 29 marzo 2010 e dall'allegato 3 alla D.G.R. n. 44-6096 del 12 luglio 2013), all'art. 5, punto 12) precisa che nei casi di cui al precedente art. 4, c.5 bis, all'istanza di autorizzazione deve essere altresì allegata la seguente ulteriore documentazione per esercizi e centri commerciali con offerta alimentare, extralimentare e mista:

- valutazione ambientale del sito corredata da ogni elemento utile alla sua specifica conoscenza, corredata inoltre da dettagliata analisi dei livelli di inquinamento prodotti dall'intervento in corrispondenza delle tratte e dei nodi di viabilità interessata dalla valutazione *con riferimento puntuale ai ricettori sensibili presenti fino ad un intorno dei 10' di percorrenza stradale.*

Nell'immagine seguente sono riportati su base satellitare i principali edifici sensibili (scolastici) presenti in prossimità dell'area di intervento.



Gli unici che si ritengono direttamente interessati dal traffico veicolare diretto, generato/attratto dall'intervento di progetto, sono rappresentati da:

- **Ricettore R23:** Scuola dell'infanzia "Camillo Venesio", in Via Piacibello
- **Ricettore R22:** Asilo Nido "Oltreponete", in Via F.lli Bandiera

Tali ricettori sono stati pertanto considerati nelle stime modellistiche, e codificato come sopra.



**Edificio R22**



**Edificio R23**

Per quanto concerne gli altri edifici sensibili (codifica da N.1 a N.5 nell'immagine precedente), si ritiene che la successiva ripartizione del traffico veicolare sulle restanti viabilità che collegano gli edifici sensibili con l'area di intervento, sia tale da portare presso tali edifici ad incrementi di traffico che possono ritenersi del tutto trascurabili o addirittura nulli.

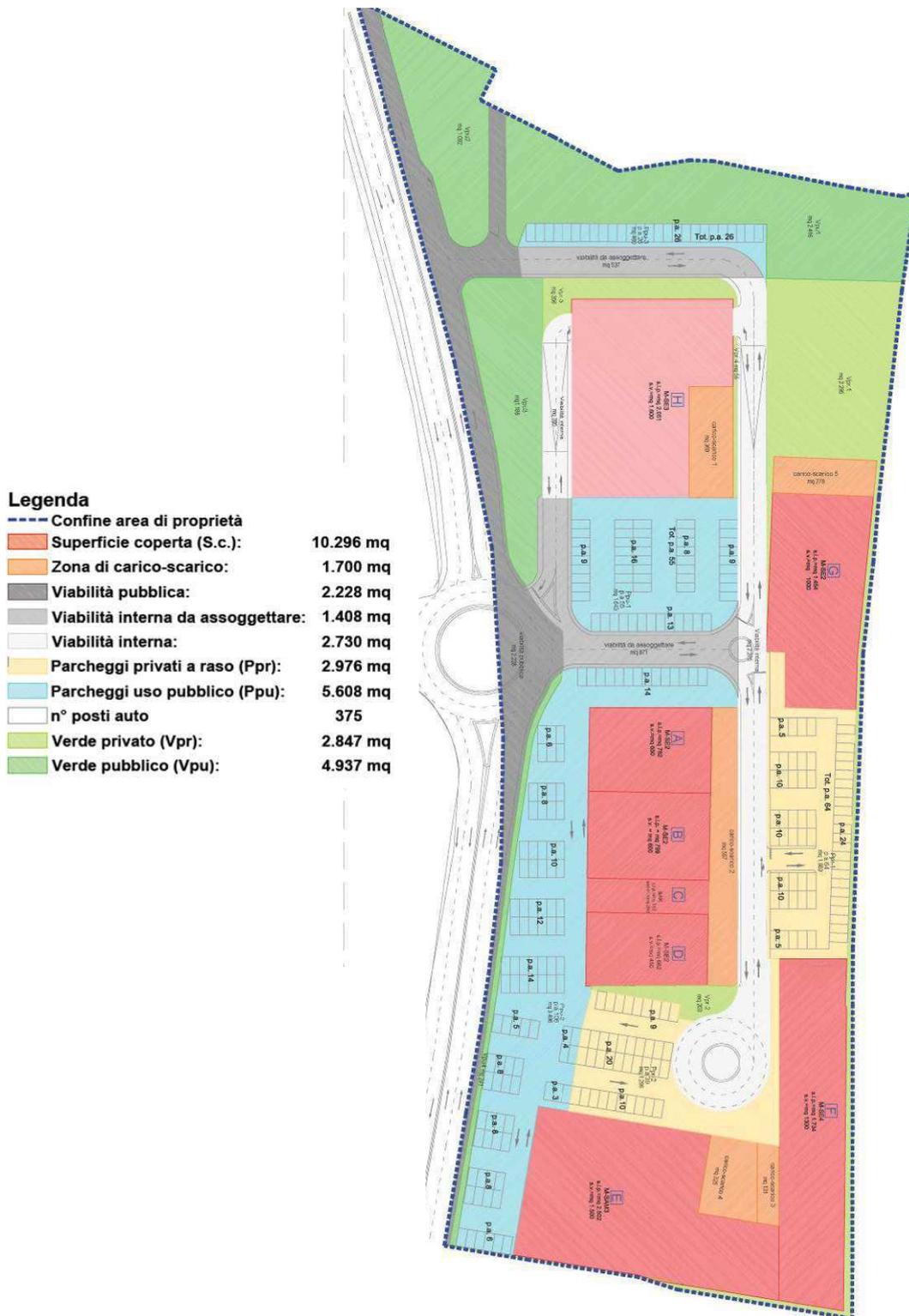
## 4 ANALISI AMBIENTALE

### 4.1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

L'intervento prevede la realizzazione di un'area commerciale sequenziale costituita da:

- n. 7 fabbricati ad un piano fuori terra in cui verranno collocate medie e grandi strutture di vendita e un'attività di servizio (bar);
- aree di carico-scarico di pertinenza ai vari fabbricati;
- parcheggi privati e ad uso pubblico di pertinenza alle varie attività;
- aree verdi private;
- viabilità interna di collegamento tra la viabilità esterna e le diverse strutture commerciali;
- aree verdi pubbliche.

E' previsto inoltre l'adeguamento di via Adam con l'inserimento di una rotatoria ad ingresso/uscita dell'area commerciale.



**Figura 4.1-1 – Planimetria di progetto**

## 4.2 PREMESSA

Al fine di valutare il possibile impatto indotto sulla componente ambientale atmosfera dall'intervento oggetto di studio, sono state stimate le concentrazioni di inquinanti in atmosfera da traffico veicolare sia per lo stato ante operam sia per quello post operam, utilizzando il modello di dispersione da sorgente lineare CALINE 4 dell'EPA.

Lo studio si è incentrato sulla stima delle concentrazioni dei principali parametri inquinanti legati alle emissioni da traffico veicolare, ritenuti più significativi ai fini del rispetto dei valori limite per la protezione della salute umana previsti dal D.Lgs. 155/2010, ovvero: PM<sub>10</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, NO<sub>2</sub> e CO.

I risultati delle simulazioni sono rappresentativi dei dati di traffico stimati e delle condizioni atmosferiche considerate; non tengono invece in considerazione la presenza di altre eventuali sorgenti di emissione puntuali e/o diffuse presenti nell'area di indagine.

E' importante sottolineare che il modello di dispersione utilizzato non è tridimensionale, e quindi non permette di considerare le altezze degli edifici e la loro volumetria; quindi, di conseguenza, non permette di valutare l'eventuale schermatura di un edificio nei confronti di uno ad esso retrostante.

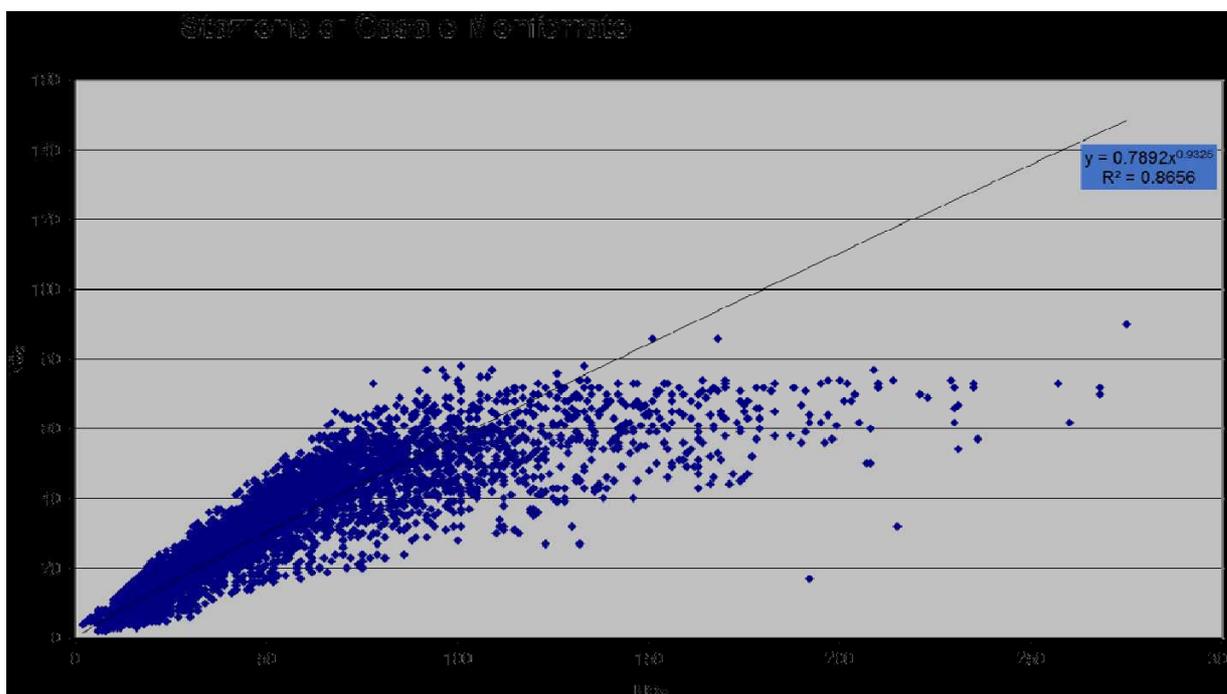
Tutte le stime delle concentrazioni per gli inquinanti considerati sono effettuate ad un'altezza dal piano campagna pari a 2,0 metri.

Le simulazioni modellistiche considerano gli NO<sub>x</sub>, per i quali è fornito uno specifico fattore medio di emissione, e quindi non gli NO<sub>2</sub>; pertanto, le concentrazioni di NO<sub>2</sub> vengono stimate a partire dalla stima degli NO<sub>x</sub>.

La miscela inquinante NO<sub>x</sub> in aria è composta in massima parte di due gas, monossido (NO) e biossido (NO<sub>2</sub>) di azoto, in misura variabile in funzione del sito, delle condizioni meteorologiche e della distanza dalle principali sorgenti di emissione. Le reazioni fotochimiche che regolano il processo di trasformazione degli NO<sub>x</sub> in atmosfera dipendono, in primo luogo, dalla presenza ed intensità della luce solare e di altri gas quali l'ozono. E' importante sottolineare che la frazione di NO presente, oltre il 90% subito dopo la combustione, tende a diminuire velocemente mentre l'aria contenente il gas emesso è trasportata lontano, risultando all'osservazione generalmente compresa tra il 25% ed il 75%. Infine, si evidenzia che per il parametro inquinante NO<sub>2</sub> le concentrazioni di NO<sub>x</sub> stimate dal modello sono state trasformate in concentrazioni di NO<sub>2</sub>, secondo la funzione di potenza di seguito riportata dove a e b sono coefficienti stimati empiricamente:

$$NO_2 = a * (NO_x)^b$$

In particolare, di seguito si riporta la curva di efficienza di trasformazione degli NOx in NO<sub>2</sub>, ricavata dai dati rilevati dalla stazione di Casale Monferrato (risultata più cautelativa di quella di traffico urbano di Alessandria); i coefficienti “a” e “b” della formula di potenza sopra riportata risultano essere pari rispettivamente a 0.7892 ed a 0.8656.



**Figura 4.2-1 – Correlazione NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> ricavata per la stazione di Casale Monferrato.**

La curva diviene conservativa (ovvero stima una maggiore efficienza di ossidazione del monossido in biossido di azoto) per le condizioni di inquinamento più intenso, oltre i 300 µg/m<sup>3</sup> di ossidi di azoto, stimando valori di biossido di azoto maggiori di quelli sperimentali.

Poiché la capacità dell’atmosfera di trasformazione è limitata dalla disponibilità di ossidanti e che quindi porta ad un effetto di saturazione man mano che le concentrazioni di ossidi di azoto si incrementano, la funzione di potenza è quella che meglio si adatta ai dati sperimentali.

Tale formula è inoltre in pieno accordo con la considerazione che gli NO<sub>x</sub> all'emissione sono per il 90-95% NO e per il resto NO<sub>2</sub>, e poi allontanandosi dalla sorgente l'NO si ossida in NO<sub>2</sub> per cui il rapporto NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> risulta molto inferiore ad 1 vicino alle fonti di emissione e tende a 1 in siti remoti.

### 4.3 IL MODELLO DI DISPERSIONE DA SORGENTE LINEARE CALINE 4

Il modello utilizzato nelle simulazioni è rappresentato dal software previsionale CALINE 4 (A dispersion model for predicting air pollutant concentrations near roadways) della FHWA, modello ufficiale EPA riconosciuto in sede internazionale.

CALINE 4 rappresenta l'ultimo codice di una catena di modelli diffusivi per la valutazione della qualità dell'aria per sorgenti lineari sviluppati da CALTRANS (California Department of Transportation).

Il modello si basa sull'equazione di diffusione Gaussiana e utilizza il concetto di zona di mescolamento (mixing layer) per caratterizzare la dispersione di inquinante sopra la carreggiata stradale. L'obiettivo è valutare gli impatti sulla qualità dell'aria in prossimità delle infrastrutture stradali.

Date le emissioni di traffico, la geometria del sito ed i parametri meteorologici, il modello è in grado di stimare in modo realistico le concentrazioni di inquinanti atmosferici in prossimità dei ricettori situati vicino alla carreggiata stradale (entro una fascia di 150-200 metri di distanza dall'asse stradale).

Le previsioni possono essere fatte per diversi agenti inquinanti, tra i quali anche il PM<sub>10</sub>.

Il modello è applicabile per ogni direzione di vento, orientazione della strada e locazione dei ricettori; è possibile processare sino a 20 rami (links).

L'utente può scegliere se fornire l'angolo che individua la direzione del vento, oppure selezionare l'opzione (Worst case wind) che ricerca l'angolo di vento che corrisponde al caso peggiore.

I singoli tratti stradali, denominati links, sono suddivisi in una serie di elementi dai quali vengono calcolati i singoli contributi di concentrazione; la stima della concentrazione totale (C) in corrispondenza del singolo ricettore considerato è data dalla somma di tutti i singoli contributi infinitesimali "dC" attribuiti al segmento infinitesimale di emissione "dy" e ripetendo l'operazione per tutti i tratti elementari in cui è scomposta la linea di emissione.

Il codice di calcolo considera il contributo congiunto di 6 segmenti di emissione contenuti entro la distanza di  $\pm 3\sigma_y$  dal punto ricettore, in quanto i contributi al di fuori di tale range non sono in grado di apportare un contributo significativo.

La concentrazione totale in corrispondenza di un singolo ricettore è data da:

$$C = 1/(2\pi u) \cdot \sum_i [(1/\sigma_{zi}) \cdot \sum_k (F1+F2) \cdot \sum_j (WT_j \cdot QE_i \cdot P_{di,j})]$$

dove:

$i = 1, n$

$k = -CNT, CNT$

$j = 1, 6$

$n$  = numero degli elementi

$L$  = altezza della "mixing zone"

$\sigma_{zi}$  = parametro di dispersione verticale per l'elemento  $i$ -esimo

$QE_i$  = fattore di emissione per la parte centrale dell'elemento  $i$ -esimo

$WT_j$  = parametro di correzione del fattore di emissione

$F1 = \exp[-(Z-H+2kL)^2/(2 \cdot \sigma_{gzi}^2)]$

$F2 = \exp[-(Z+H+2kL)^2/(2 \cdot \sigma_{gzi}^2)]$

$\sigma_{gzi}$  = parametro di dispersione verticale iniziale internamente alla "mixing zone"

$H$  = altezza della sorgente di emissione (variabile da -10 a +10 metri)

$Z$  = altezza del punto ricettore

Inoltre, il codice di calcolo considera i seguenti tre fattori per il computo della concentrazione totale:

- FACT 1: considera la diluizione e la dispersione verticale determinate dal vento e da  $\sigma_z$
- FACT 2: considera la dispersione orizzontale  $\sigma_y$
- FACT 3: considera i fenomeni di riflessione multipla del pennacchio che si originano in presenza di un'altezza ridotta dello strato di rimescolamento.

La zona denominata "mixing layer" è interessata da fenomeni dispersivi indotti sia da turbolenza meccanica (moto veicolare), sia termica (scarichi gassosi a temperatura elevata), ed è definita come la regione al di sopra del manto stradale, aumentata di tre metri per ciascun lato della carreggiata, al fine di tenere conto della iniziale dispersione orizzontale creata dalla scia dei veicoli e la conseguente diluizione degli inquinanti.

I parametri di dispersione utilizzati dal codice di calcolo CALINE 4 sono rappresentati dalla dispersione verticale  $\sigma_z$  e da quella orizzontale  $\sigma_x$ , raccordati da due curve espresse da funzioni di potenze che tengono conto della rugosità e del flusso di calore sensibile generato dagli scarichi degli automezzi.

La dispersione verticale è direttamente proporzionale al tempo di permanenza dell'inquinante all'interno della mixing zone, ed inversamente proporzionale alla velocità del vento. Le curve di dispersione verticale

utilizzate sono costruite usando un valore di  $\sigma z$  finale (a 10 Km di distanza) uguale a quello che si verifica in condizioni di stabilità atmosferica per un rilascio passivo; inoltre, i valori di  $\sigma z$  considerano la rugosità e il flusso di calore sensibile prodotto dagli scarichi degli automezzi.

Il parametro di dispersione orizzontale  $\sigma y$  sottovento alla sorgente deriva dal metodo di Draxler. Sono inoltre fornite speciali opzioni per modellizzare la qualità dell'aria vicino a intersezioni stradali, aree di parcheggio, strade di livello, in rilevato e in trincea, ponti e canyons stradali. A seconda della tipologia di tratto stradale considerata variano le concentrazioni degli inquinanti, in particolare quelle stimate in corrispondenza dei ricettori ubicati in prossimità del bordo carreggiata:

- per le strade di livello “AT Grade”, il modello di dispersione non permette agli inquinanti di disperdersi al di sotto del piano stradale, assunto a quota zero rispetto al piano di campagna;
- per le strade in trincea “Depressed”, il modello di dispersione aumenta il tempo di residenza dell'inquinante all'interno della mixing zone proporzionalmente alla profondità della sede stradale rispetto al piano di campagna; in tale situazione si ottengono, per i ricettori prossimi al bordo carreggiata, valori di concentrazione superiori al caso standard “AT Grade”, in quanto la dispersione verticale aumenta con il tempo di residenza dell'inquinante all'interno della mixing zone;
- per le strade in viadotto “Bridge”, il modello di dispersione permette all'inquinante di fluire al di sopra ed al di sotto del piano stradale; avendo a disposizione un maggiore volume per la dispersione, le concentrazioni degli inquinanti in prossimità dei ricettori più prossimi al bordo carreggiata risultano inferiori rispetto al caso standard “At Grade”;
- per le strade in rilevato “Fill”, il modello di dispersione pone automaticamente l'altezza a zero in modo tale che le correnti di vento seguono il terreno in modo indisturbato.
- per i parcheggi “Parking Lot”, il modello di dispersione considera i fenomeni di slow moving e di cold-start dei veicoli, caratteristici di tali situazioni di traffico.

CALINE 4 è appropriato per le seguenti applicazioni:

- sorgenti autostradali;
- aree urbane o rurali;
- distanze di trasporto minori di 50 km;
- tempi medi di osservazione da 1 ora a 24 ore.

La stima consente di valutare le concentrazioni orarie e giornaliere e di verificare pertanto eventuali fenomeni di criticità sul breve periodo. Per effettuare i calcoli il modello richiede i seguenti dati di input:

- numero di veicoli orari;
- fattori di emissione de veicoli;
- velocità dei veicoli;
- composizione della linea di traffico;
- configurazione della sorgente (strada lineare, intersezione, ponti, ecc.);
- condizioni meteorologiche.

#### 4.4 STIMA DEI FATTORI DI EMISSIONE

Per quanto concerne invece i fattori medi di emissione per le stime delle concentrazioni effettuate con il modello di dispersione da sorgente lineare Caline4 dell'EPA, i dati sono stati stimati considerando:

- fattori medi di emissione: ultimo aggiornamento disponibile nel sito <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp> (Sistema Informativo Nazionale Ambientale di ISPRA). I dati sono stati stimati con il software COPERT 5.1.1 e l'anno di riferimento è il 2016;
- composizione del parco veicolare circolante: è stato considerato quello desunto dall'ultimo Autoritratto ACI disponibile.

Tra gli aggiornamenti più importanti a livello di classificazione del parco veicoli, è stata inserita la distinzione del parco delle autovetture bifuel benzina – gpl, precedentemente accorpate in Copert 4 in un'unica classe di cilindrata, nelle tre classi: Small (<1,4 l); Medium (1,4 - 2,0 l); Large-SUVExecutive (>2,0 l).

Le emissioni del parco delle autovetture alimentate a gas metano (CNG), precedentemente stimate a parte tramite un modello di stima elaborato ad hoc per l'Italia, sono state calcolate con COPERT in cui nella versione di riferimento è stata aggiornata la classificazione considerando i tre segmenti suddetti: Small, Medium e Large-SUV-Executive. Poiché la classificazione COPERT per le autovetture CNG contempla solamente gli standard: Euro 4, Euro 5 e Euro 6, le autovetture Conventional, Euro 1, Euro 2 e Euro 3 sono state considerate nella classe Euro 4 applicando dei fattori di emissione ponderati con i veic-km come pesi.

I fattori di emissione per il PM<sub>10</sub> considerano sia la frazione “exhaust” sia quella “non exhaust”, e quelli per il C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> la frazione dovuta all’evaporazione.

*I dati sono stati elaborati considerando le emissioni generate in ciclo di guida di tipo “urbano” per tutte le viabilità ad eccezione della SP 31 per la quale è stato considerato un ciclo di guida di tipo “extraurbano”.*

Nello specifico, in relazione alle categorie veicolari rilevate, per i fattori medi di emissione riportati nella tabella seguente si è fatto riferimento alle categorie veicolari presenti.

<b>Ciclo di Guida Urbano</b>	NO <sub>x</sub> g/km	PM <sub>2.5</sub> g/km	PM <sub>10</sub> g/km	CO g/km
Leggeri	0.6541	0.0477	0.0642	4.0816
Pesanti	7.5763	0.3471	0.4184	1.9900
<b>Ciclo di Guida Extra Urbano</b>	NO <sub>x</sub> g/km	PM <sub>2.5</sub> g/km	PM <sub>10</sub> g/km	CO g/km
Leggeri	0.4604	0.0297	0.0410	0.8756
Pesanti	5.0807	0.2028	0.2531	0.5420

**Tabella 4 – Sintesi dei fattori medi di emissione per categoria veicolare e ciclo di guida**

Nella tabella seguente è riportata la composizione media del parco veicolare così come desunta dall’Autoritratto ACI 2017, ultimo disponibile, ed in relazione alle categorie veicolari considerate

Category	Fuel	Segment	Cilindrata	Euro Standard	Parco ACI 2017
Passenger Cars	Petrol	Small	0.8 - 1.4 l	PRE ECE	0.3211%
Passenger Cars	Petrol	Small	0.8 - 1.4 l	ECE 15/00-01	0.3308%
Passenger Cars	Petrol	Small	0.8 - 1.4 l	ECE 15/02	0.3429%
Passenger Cars	Petrol	Small	0.8 - 1.4 l	ECE 15/03	0.3308%
Passenger Cars	Petrol	Small	0.8 - 1.4 l	ECE 15/04	3.6242%
Passenger Cars	Petrol	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 5	1.2292%
Passenger Cars	Petrol	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 5	5.0881%
Passenger Cars	Petrol	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 3	5.0882%
Passenger Cars	Petrol	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 4	9.8410%
Passenger Cars	Petrol	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 5	4.8178%
Passenger Cars	Petrol	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 6 up to 2016	4.1225%
Passenger Cars	Petrol	Medium	1.4 - 2.0 l	PRE ECE	0.0466%
Passenger Cars	Petrol	Medium	1.4 - 2.0 l	ECE 15/00-01	0.0438%
Passenger Cars	Petrol	Medium	1.4 - 2.0 l	ECE 15/02	0.0502%
Passenger Cars	Petrol	Medium	1.4 - 2.0 l	ECE 15/03	0.0669%
Passenger Cars	Petrol	Medium	1.4 - 2.0 l	ECE 15/04	1.0733%
Passenger Cars	Petrol	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 2	0.0611%
Passenger Cars	Petrol	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 2	0.1045%
Passenger Cars	Petrol	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 3	0.0988%
Passenger Cars	Petrol	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 4	0.1989%
Passenger Cars	Petrol	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 5	0.0548%
Passenger Cars	Petrol	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 6 up to 2016	0.0471%
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	PRE ECE	0.0613%
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	ECE 15/00-01	0.0159%
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	ECE 15/02	0.0137%
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	ECE 15/03	0.0172%
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	ECE 15/04	0.1331%
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 1	0.0504%
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 2	1.2981%
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 3	0.7346%
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 4	1.6208%
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 5	0.5729%
Passenger Cars	Petrol	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 6 up to 2016	0.0656%
Passenger Cars	Diesel	Small	0.8 - 1.4 l	Conventional	0.1341%
Passenger Cars	Diesel	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 1	0.0111%
Passenger Cars	Diesel	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 2	0.0116%
Passenger Cars	Diesel	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 3	1.0189%
Passenger Cars	Diesel	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 4	4.1827%
Passenger Cars	Diesel	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 5	2.1415%
Passenger Cars	Diesel	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 6 up to 2016	0.8095%
Passenger Cars	Diesel	Medium	1.4 - 2.0 l	Conventional	0.6594%
Passenger Cars	Diesel	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 1	0.2522%
Passenger Cars	Diesel	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 2	1.6253%
Passenger Cars	Diesel	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 3	4.7586%
Passenger Cars	Diesel	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 4	6.7933%
Passenger Cars	Diesel	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 5	6.9014%
Passenger Cars	Diesel	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 6 up to 2016	5.4561%
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Conventional	0.4585%
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 1	0.1580%
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 2	0.5684%
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 3	1.0201%
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 4	1.1922%
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 5	0.8612%
Passenger Cars	Diesel	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 6 up to 2016	0.6291%
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 4	0.0000%
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 5	0.0146%
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 6 up to 2016	0.0146%
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 4	0.0091%
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 5	0.1114%
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 6 up to 2016	0.1413%
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 4	0.0091%
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 5	0.0068%
Passenger Cars	Petrol Hybrid	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 6 up to 2016	0.0507%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Small	0.8 - 1.4 l	Conventional	0.2265%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 2	0.0426%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 2	0.1824%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 3	0.1598%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 4	1.4592%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 5	1.0078%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 6	0.8363%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Medium	1.4 - 2.0 l	Conventional	0.2429%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 1	0.0945%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 2	0.1868%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 3	0.1848%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 4	0.4415%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 5	0.2119%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 6	0.0632%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Conventional	0.0169%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 1	0.0067%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 2	0.0152%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 3	0.0144%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 4	0.0386%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 5	0.0206%
Passenger Cars	LPG Bifuel	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 6	0.0002%
Passenger Cars	CNG Bifuel	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 4	0.8444%
Passenger Cars	CNG Bifuel	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 5	0.6734%
Passenger Cars	CNG Bifuel	Small	0.8 - 1.4 l	Euro 6	0.3822%
Passenger Cars	CNG Bifuel	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 4	0.4449%
Passenger Cars	CNG Bifuel	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 5	0.0339%
Passenger Cars	CNG Bifuel	Medium	1.4 - 2.0 l	Euro 6	0.0126%
Passenger Cars	CNG Bifuel	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 4	0.0182%
Passenger Cars	CNG Bifuel	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 5	0.0012%
Passenger Cars	CNG Bifuel	Large-SUV-Executive	> 2.0 l	Euro 6	0.0001%
Light Commercial Vehicles	Petrol	N1-II		Conventional	0.1208%
Light Commercial Vehicles	Petrol	N1-II		Euro 1	0.0538%
Light Commercial Vehicles	Petrol	N1-II		Euro 2	0.0579%
Light Commercial Vehicles	Petrol	N1-II		Euro 3	0.0778%
Light Commercial Vehicles	Petrol	N1-II		Euro 4	0.0784%
Light Commercial Vehicles	Petrol	N1-II		Euro 5	0.0425%
Light Commercial Vehicles	Petrol	N1-II		Euro 6 up to 2017	0.0214%
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-II		Conventional	0.0892%
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-II		Euro 1	0.5790%
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-II		Euro 2	1.2333%
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-II		Euro 3	1.9139%
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-II		Euro 4	1.8029%
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-II		Euro 5	1.8029%
Light Commercial Vehicles	Diesel	N1-II		Euro 6 up to 2017	0.2076%
Heavy Duty Trucks	Petrol	>3,5 l		Conventional	0.7913%
Heavy Duty Trucks	Petrol	Rigid <=7,5 l		Conventional	13.9731%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid <=7,5 l		Euro I	2.1013%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid <=7,5 l		Euro II	3.9770%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid <=7,5 l		Euro III	4.5963%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid <=7,5 l		Euro IV	2.2727%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid <=7,5 l		Euro V	2.3093%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid <=7,5 l		Euro VI	0.8501%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 7,5 - 12 t		Conventional	9.4772%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 7,5 - 12 t		Euro I	1.7598%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 7,5 - 12 t		Euro II	3.1917%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 7,5 - 12 t		Euro III	3.4164%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 7,5 - 12 t		Euro IV	0.8853%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 7,5 - 12 t		Euro V	1.6132%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 7,5 - 12 t		Euro VI	0.5880%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 12 - 14 t		Conventional	2.1374%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 12 - 14 t		Euro I	0.1760%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 12 - 14 t		Euro II	0.2315%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 12 - 14 t		Euro III	0.3404%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 12 - 14 t		Euro IV	0.1288%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 12 - 14 t		Euro V	0.2462%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 12 - 14 t		Euro VI	0.0991%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 14 - 20 t		Conventional	4.3725%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 14 - 20 t		Euro I	1.0728%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 14 - 20 t		Euro II	2.4232%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 14 - 20 t		Euro III	2.9771%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 14 - 20 t		Euro IV	0.8501%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 14 - 20 t		Euro V	3.9272%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 14 - 20 t		Euro VI	0.7523%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 20 - 26 t		Conventional	7.8818%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 20 - 26 t		Euro I	1.5286%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 20 - 26 t		Euro II	3.9081%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 20 - 26 t		Euro III	4.8131%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 20 - 26 t		Euro IV	1.0938%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 20 - 26 t		Euro V	3.4842%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 20 - 26 t		Euro VI	1.5845%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 26 - 28 t		Conventional	0.0572%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 26 - 28 t		Euro I	0.0052%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 26 - 28 t		Euro II	0.0078%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 26 - 28 t		Euro III	0.0088%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 26 - 28 t		Euro IV	0.0019%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 26 - 28 t		Euro V	0.0101%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 26 - 28 t		Euro VI	0.0470%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 28 - 32 t		Conventional	0.0650%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 28 - 32 t		Euro I	0.1691%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 28 - 32 t		Euro II	0.9699%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 28 - 32 t		Euro III	2.1766%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 28 - 32 t		Euro IV	0.4944%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 28 - 32 t		Euro V	1.2667%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 28 - 32 t		Euro VI	0.4172%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid >32 t		Conventional	0.2120%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid >32 t		Euro I	0.0380%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid >32 t		Euro II	0.0632%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid >32 t		Euro III	0.0612%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid >32 t		Euro IV	0.0323%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid >32 t		Euro V	0.0328%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid >32 t		Euro VI	0.0136%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 14 - 20 t		Conventional	1.1483%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 14 - 20 t		Euro I	1.6939%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 14 - 20 t		Euro II	3.9538%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 14 - 20 t		Euro III	24.9141%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 14 - 20 t		Euro IV	5.5391%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 14 - 20 t		Euro V	33.0542%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 14 - 20 t		Euro VI	19.5691%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 20 - 28 t		Conventional	0.3850%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 20 - 28 t		Euro I	0.0877%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 20 - 28 t		Euro II	0.2416%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 20 - 28 t		Euro III	0.6186%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 20 - 28 t		Euro IV	0.2532%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 20 - 28 t		Euro V	0.5281%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 20 - 28 t		Euro VI	0.2518%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 28 - 34 t		Conventional	0.0126%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 28 - 34 t		Euro I	0.0028%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 28 - 34 t		Euro II	0.0513%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 28 - 34 t		Euro III	0.0484%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 28 - 34 t		Euro IV	0.0147%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 28 - 34 t		Euro V	0.0505%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 28 - 34 t		Euro VI	0.0217%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 34 - 40 t		Conventional	0.0595%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 34 - 40 t		Euro I	0.0395%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 34 - 40 t		Euro II	0.0891%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 34 - 40 t		Euro III	0.1361%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 34 - 40 t		Euro IV	0.0442%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 34 - 40 t		Euro V	0.1150%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 34 - 40 t		Euro VI	0.0785%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t		Conventional	0.0203%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t		Euro I	0.0039%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t		Euro II	0.0870%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t		Euro III	0.1634%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t		Euro IV	0.0203%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t		Euro V	0.2223%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 40 - 50 t		Euro VI	0.0161%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 50 - 60 t		Conventional	0.0189%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 50 - 60 t		Euro I	0.0077%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 50 - 60 t		Euro II	0.0351%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 50 - 60 t		Euro III	0.0849%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 50 - 60 t		Euro IV	0.0203%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 50 - 60 t		Euro V	0.1487%
Heavy Duty Trucks	Diesel	Articulated 50 - 60 t		Euro VI	0.0147%

Tabella 4-5: Dettaglio composizione parco veicolare

## 4.5 I DATI DI TRAFFICO

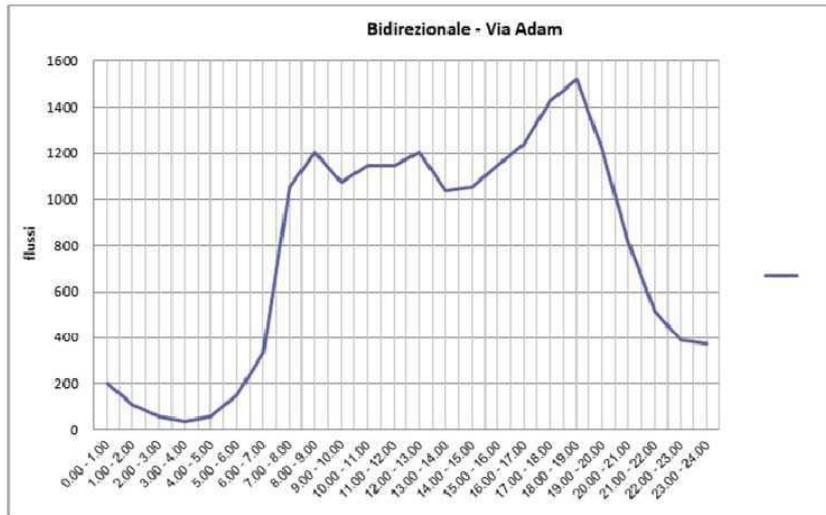
### 4.5.1 Premessa

I dati del traffico utilizzati nella simulazione dello stato di fatto sono stati ricavati elaborando i rilievi effettuati dallo studio Ethos Engineering Srl di Alessandria.

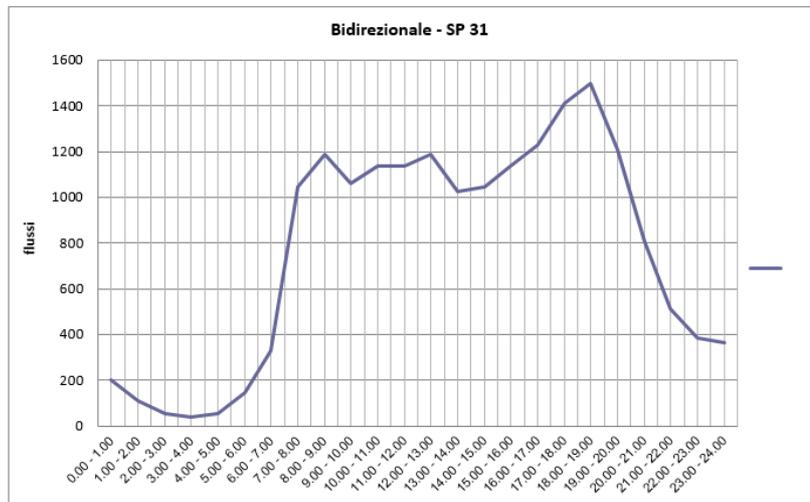
Si è partiti dal dato di traffico relativo all'ora di punta della giornata di venerdì (dalle 18:00 alle 19:00), durante la quale si registra il maggior numero di veicoli sulla rete; pertanto, l'analisi di questo intervallo implica l'analisi del caso peggiore. Il calcolo dell'ora di punta si è basato sulla valutazione del numero di veicoli che contemporaneamente transitano sulla rete considerata. A partire dal dato di traffico dell'ora di punta è stato ricavato il traffico medio giornaliero attraverso la redistribuzione del traffico oraria sulle principali viabilità, ovvero via Adam e la SP 31.

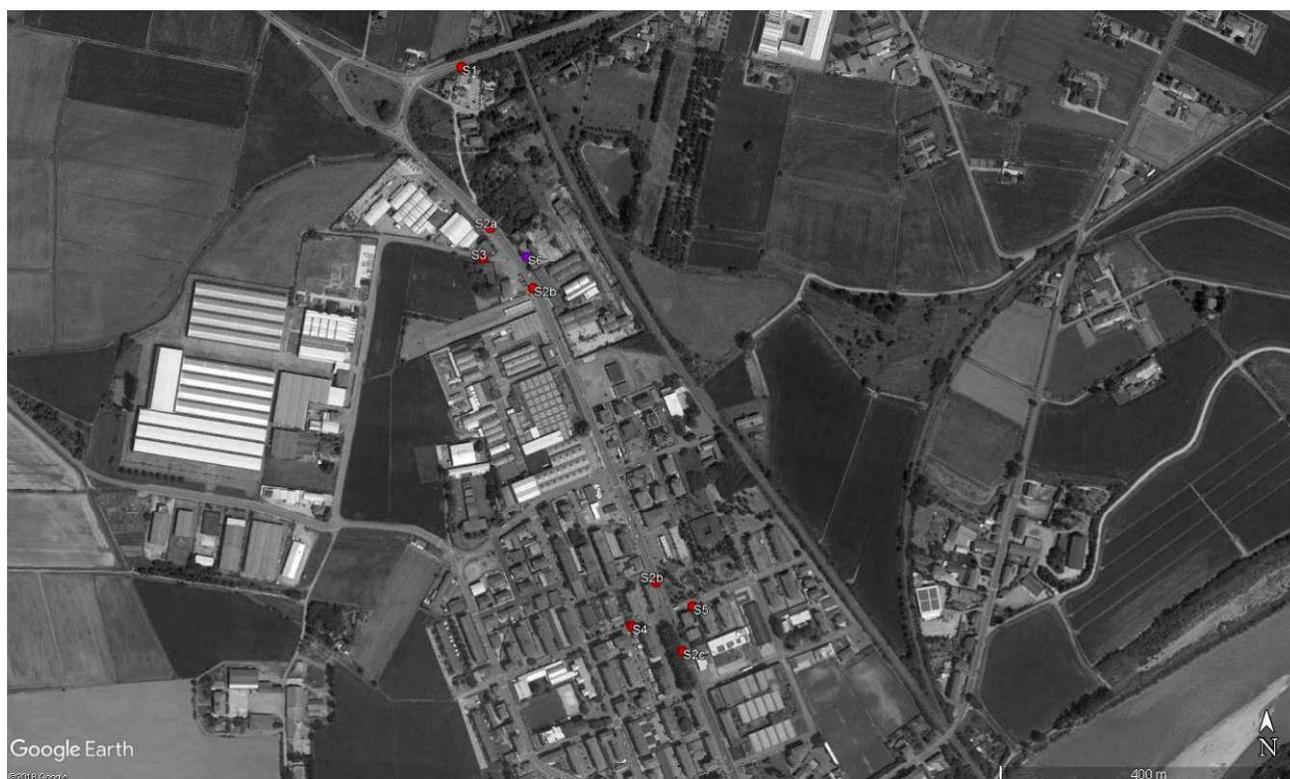
In particolare, nel caso in esame l'ora di punta è risultata pari all'8.2% del traffico medio giornaliero, e la ripartizione tra periodo diurno e periodo notturno è risultata pari al 92.6% di giorno ed il restante 7.4% di notte.

Orario	Flusso Totale sezione	% oraria
0.00 - 1.00	204	1.1
1.00 - 2.00	111	0.6
2.00 - 3.00	56	0.3
3.00 - 4.00	37	0.2
4.00 - 5.00	56	0.3
5.00 - 6.00	148	0.8
6.00 - 7.00	333	1.8
7.00 - 8.00	1055	5.7
8.00 - 9.00	1203	6.5
9.00 - 10.00	1073	5.8
10.00 - 11.00	1147	6.2
11.00 - 12.00	1147	6.2
12.00 - 13.00	1203	6.5
13.00 - 14.00	1036	5.6
14.00 - 15.00	1055	5.7
15.00 - 16.00	1147	6.2
16.00 - 17.00	1240	6.7
17.00 - 18.00	1425	7.7
18.00 - 19.00	1517	8.2
19.00 - 20.00	1221	6.6
20.00 - 21.00	814	4.4
21.00 - 22.00	518	2.8
22.00 - 23.00	389	2.1
23.00 - 24.00	370	2.0
totale giorno	18500	100.0



Orario	Flusso Totale sezione	% oraria
0.00 - 1.00	201	1.1
1.00 - 2.00	110	0.6
2.00 - 3.00	55	0.3
3.00 - 4.00	37	0.2
4.00 - 5.00	55	0.3
5.00 - 6.00	146	0.8
6.00 - 7.00	329	1.8
7.00 - 8.00	1043	5.7
8.00 - 9.00	1189	6.5
9.00 - 10.00	1061	5.8
10.00 - 11.00	1134	6.2
11.00 - 12.00	1134	6.2
12.00 - 13.00	1189	6.5
13.00 - 14.00	1024	5.6
14.00 - 15.00	1043	5.7
15.00 - 16.00	1134	6.2
16.00 - 17.00	1226	6.7
17.00 - 18.00	1409	7.7
18.00 - 19.00	1500	8.2
19.00 - 20.00	1207	6.6
20.00 - 21.00	805	4.4
21.00 - 22.00	512	2.8
22.00 - 23.00	384	2.1
23.00 - 24.00	366	2.0
totale giorno	18293	100.0





**Figura 4.5-1 – Sezioni di traffico Ante Operam e Post Operam**

Di seguito sono riportati i dati di traffico orari medi diurni e notturni utilizzati e l'ora di punta relativi allo stato ante operam e post operam.

Nelle simulazioni il dato di traffico dell'ora di punta è stato ripartito sulle 24 ore in relazione alle percentuali orarie riportate negli andamenti di cui sopra.

Codice	Asse stradale	Ora punta	Traffico orario Diurno		Traffico orario Notturno	
			Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti
S1	SP 31	1102	755	23	121	4
S2a	Via Adam	1530	1059	21	169	3
S2b	Via Adam	1547	1071	21	171	3
S2c	Via Adam	1496	1035	21	165	3
S3	Via Caduti sul lavoro	21	14	0	2	0
S4	Via Alfredo Piacibello	112	78	1	13	0
S5	Via Cabiati	105	73	1	12	0

**Tabella 4.5-1 – Dati di traffico Ante Operam.**

Codice	Asse stradale	Ora punta	Traffico orario Diurno		Traffico orario Notturno	
			Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti
S1	SP 31	1240	822	23	121	3
S2a	Via Adam	1816	1198	21	170	3
S2b	Via Adam	2010	1298	20	172	3
S2c	Via Adam	1911	1249	19	166	3
S3	Via Caduti sul lavoro	31	19	0	2	0
S4	Via Alfredo Piacibello	162	88	1	13	0
S5	Via Cabiati	113	77	1	12	0
S6	Ingresso area progetto	751	365	1	0	0

**Tabella 4.5-2 – Dati di traffico Post Operam.**

## 4.6 LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE AL CONTORNO

Come condizioni meteorologiche sono stati considerati i dati orari forniti dal Servizio Idro Meteo Clima di ARPA, rappresentativi dell'area di indagine.

La stringa meteo di dati orari di input al modello Caline 4 contiene, per ogni ora dell'anno di riferimento considerato, i seguenti parametri:

- Velocità del vento (m/s)
- Classe di stabilità atmosferica
- Altezza di rimescolamento (m)
- Deviazione standard della direzione del vento (°)
- Temperatura ambiente (°C)

## 4.7 STIMA DELLE CONCENTRAZIONI

### 4.7.1 Premessa

I fattori di emissione, i dati di traffico e le condizioni meteorologiche al contorno utilizzate nelle simulazioni sono riportati rispettivamente ai paragrafi 4.4, 4.5 e 3.1.

Le caratteristiche principali dei ricettori individuati e la loro ubicazione sono riportati al par.3.3.

Di seguito sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate, confrontati con i limiti di legge previsti dalla normativa di riferimento (D.Lgs. 155/2010).

Si ricorda che i risultati delle simulazioni sono rappresentative del solo traffico veicolare considerato, e non di altre eventuali sorgenti di origine antropica e/o naturale eventualmente presenti.

### 4.7.2 Risultati

Di seguito sono riportate le concentrazioni stimate, nella situazione Ante Operam e Post Operam, in corrispondenza dei punti bersaglio individuati sulle facciate più esposte dei ricettori considerati.

In merito ai parametri PM<sub>10</sub> ed NO<sub>2</sub> si precisa quanto segue in merito ai limiti di legge sul medio/breve periodo di cui al D.Lgs 155/10:

- Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>): per il limite orario è stato calcolato il 99.8° percentile delle concentrazioni orarie su base annuale, che corrispondente al 18° massimo assoluto, per il quale il D.Lgs 155/10 prevede un numero massimo di n.18 superamenti su base annuale della concentrazione limite di 200 µg/m<sup>3</sup>;
- Polveri inalabili (PM<sub>10</sub>): per il limite giornaliero è stato calcolato il 90.4° percentile delle concentrazioni giornaliere su base annuale, che corrispondente al 35° massimo assoluto, per il quale il D.Lgs 155/10 prevede un numero massimo di n.35 superamenti su base annuale della concentrazione limite di 50 µg/m<sup>3</sup>.

RISULTATI SIMULAZIONI ANTE OPERAM												
Ricettore	CO (max 8 h)	Limite	NO <sub>2</sub> (99.8°)	Limite	NO <sub>2</sub> (media annuale)	Limite	PM <sub>10</sub> (90.4°)	Limite	PM <sub>10</sub> (media annuale)	Limite	PM <sub>2.5</sub> (media annuale)	Limite
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
R01	0.2	10	26.8	200	3.7	40	0.9	50	0.5	40	0.4	25
R02	0.1	10	23.1	200	3.2	40	0.7	50	0.4	40	0.3	25
R03	0.1	10	25.8	200	3.7	40	0.8	50	0.5	40	0.3	25
R04	0.2	10	35.2	200	5.3	40	1.2	50	0.7	40	0.5	25
R05	0.2	10	29.3	200	4.2	40	1.0	50	0.6	40	0.4	25
R06	0.1	10	19.9	200	2.8	40	0.6	50	0.4	40	0.3	25
R07	0.4	10	56.3	200	7.9	40	2.0	50	1.2	40	0.8	25
R08	0.3	10	51.8	200	7.5	40	1.9	50	1.1	40	0.8	25
R09	0.3	10	51.0	200	7.6	40	1.9	50	1.1	40	0.8	25
R10	0.2	10	39.0	200	5.5	40	1.4	50	0.8	40	0.6	25
R11	0.3	10	41.4	200	5.9	40	1.5	50	0.9	40	0.6	25
R12	0.3	10	48.5	200	6.6	40	1.7	50	1.0	40	0.7	25
R13	0.4	10	60.4	200	8.3	40	2.3	50	1.3	40	0.9	25
R14	0.2	10	32.0	200	4.1	40	1.1	50	0.6	40	0.4	25
R15	0.1	10	21.9	200	2.7	40	0.7	50	0.4	40	0.3	25
R16	0.2	10	38.9	200	5.2	40	1.4	50	0.8	40	0.5	25
R17	0.3	10	48.6	200	6.7	40	1.8	50	1.0	40	0.7	25
R18	0.3	10	51.0	200	7.1	40	1.9	50	1.1	40	0.8	25
R19	0.4	10	56.4	200	7.9	40	2.1	50	1.2	40	0.8	25
R20	0.5	10	71.9	200	9.1	40	2.5	50	1.4	40	1.0	25
R21	0.5	10	82.3	200	10.2	40	2.8	50	1.6	40	1.1	25
R22	0.1	10	24.0	200	3.0	40	0.8	50	0.4	40	0.3	25
R23	0.1	10	18.7	200	2.3	40	0.5	50	0.3	40	0.2	25
R24	0.6	10	92.0	200	11.5	40	3.1	50	1.8	40	1.3	25

**Tabella 4.7-1: Concentrazioni stimate in corrispondenza della facciata più esposta di ogni singolo ricettore – Stato ante operam**

RISULTATI SIMULAZIONI POST OPERAM												
Ricettore	CO (max 8 h)	Limite	NO <sub>2</sub> (99.8°)	Limite	NO <sub>2</sub> (media annuale)	Limite	PM <sub>10</sub> (90.4°)	Limite	PM <sub>10</sub> (media annuale)	Limite	PM <sub>2.5</sub> (media annuale)	Limite
	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
R01	0.3	10	41.1	200	4.9	40	1.2	50	0.7	40	0.5	25
R02	0.2	10	37.1	200	4.1	40	1.0	50	0.6	40	0.4	25
R03	0.2	10	34.9	200	4.5	40	1.1	50	0.6	40	0.4	25
R04	0.2	10	41.6	200	6.2	40	1.5	50	0.9	40	0.6	25
R05	0.2	10	41.1	200	5.2	40	1.3	50	0.7	40	0.5	25
R06	0.2	10	26.6	200	3.5	40	0.8	50	0.5	40	0.3	25
R07	0.5	10	68.8	200	9.6	40	2.6	50	1.5	40	1.1	25
R08	0.5	10	72.8	200	9.7	40	2.5	50	1.5	40	1.1	25
R09	0.7	10	95.7	200	11.9	40	3.3	50	1.8	40	1.3	25
R10	0.6	10	80.5	200	9.7	40	2.8	50	1.5	40	1.1	25
R11	0.5	10	71.6	200	10.2	40	2.8	50	1.6	40	1.1	25

R12	0.5	10	72.8	200	9.2	40	2.5	50	1.4	40	1.0	25
R13	0.5	10	78.5	200	10.8	40	2.9	50	1.7	40	1.2	25
R14	0.3	10	45.8	200	5.6	40	1.5	50	0.8	40	0.6	25
R15	0.2	10	34.4	200	3.8	40	1.1	50	0.6	40	0.4	25
R16	0.3	10	51.4	200	6.7	40	1.8	50	1.0	40	0.7	25
R17	0.4	10	61.5	200	8.6	40	2.3	50	1.3	40	0.9	25
R18	0.4	10	63.4	200	9.0	40	2.5	50	1.4	40	1.0	25
R19	0.5	10	69.7	200	9.9	40	2.7	50	1.5	40	1.1	25
R20	0.6	10	92.0	200	11.5	40	3.2	50	1.8	40	1.3	25
R21	0.7	10	103.4	200	12.8	40	3.5	50	2.0	40	1.4	25
R22	0.2	10	31.3	200	3.8	40	1.0	50	0.5	40	0.4	25
R23	0.2	10	24.5	200	3.0	40	0.7	50	0.4	40	0.3	25
R24	0.8	10	113.2	200	14.3	40	3.9	50	2.2	40	1.6	25

**Tabella 4.7-2: Concentrazioni stimate in corrispondenza della facciata più esposta di ogni singolo ricettore – Stato post operam**

I dati sopra riportati evidenziano come le concentrazioni massime stimate, relative al solo contributo del traffico veicolare considerato nelle valutazioni siano risultati non critici. Tale aspetto è evidenziato nella tabella seguente, dove sono riportati per ogni inquinante gli incrementi di concentrazione rilevati dal traffico veicolare indotto dall'intervento di progetto.

Si ritiene importante sottolineare che *“cautelativamente”* per tutte le viabilità prese in esame, comprese quelle a maggiore traffico (Corso della Vittoria, Via delle Americhe e Via Mario Pavesi), al fine della stima dei fattori medi di emissione effettuata con il programma Copert IV, sono state delle velocità medie di percorrenza tipiche di aree urbane, pari a 25 km/h.

Punto bersaglio	CO (max 8 h)	NO <sub>2</sub> (massimo orario)	NO <sub>2</sub> (media annuale)	PM <sub>10</sub> (media giornaliera)	PM <sub>10</sub> (media annuale)	PM <sub>2.5</sub> (media annuale)
	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
R01	0.1	14.4	1.1	0.3	0.2	0.1
R02	0.1	14.0	0.9	0.3	0.1	0.1
R03	0.1	9.1	0.8	0.2	0.1	0.1
R04	0.0	6.4	0.9	0.2	0.1	0.1
R05	0.0	11.8	1.0	0.3	0.2	0.1
R06	0.1	6.8	0.7	0.2	0.1	0.1
R07	0.1	12.6	1.7	0.5	0.3	0.2
R08	0.2	21.0	2.2	0.6	0.4	0.3
R09	0.3	44.7	4.3	1.4	0.7	0.5
R10	0.3	41.5	4.2	1.5	0.7	0.5
R11	0.3	30.2	4.3	1.3	0.7	0.5
R12	0.2	24.3	2.6	0.8	0.4	0.3
R13	0.1	18.1	2.5	0.7	0.4	0.3
R14	0.1	13.8	1.4	0.4	0.2	0.2
R15	0.1	12.5	1.0	0.3	0.2	0.1
R16	0.1	12.5	1.5	0.4	0.2	0.2
R17	0.1	12.8	1.8	0.5	0.3	0.2

R18	0.1	12.4	1.9	0.6	0.3	0.2
R19	0.1	13.4	2.1	0.6	0.3	0.2
R20	0.1	20.1	2.4	0.7	0.4	0.3
R21	0.2	21.2	2.6	0.8	0.4	0.3
R22	0.1	7.2	0.8	0.3	0.1	0.1
R23	0.1	5.9	0.7	0.2	0.1	0.1
R24	0.2	21.2	2.7	0.8	0.5	0.3

**Tabella 4.7-3: Incremento delle concentrazioni dovute al traffico indotto (Post Operam – Ante Operam)**

Infine, viene riportato in tabella la somma del contributo indotto (determinato come da tabella sopra in termini di delta tra la situazione post operam e ante operam) e del fondo ambientale (cfr. 3.2.4).

Punto bersaglio	CO (max 8 h)	NO <sub>2</sub> (massimo orario)	NO <sub>2</sub> (media annuale)	PM <sub>10</sub> (media giornaliera)	PM <sub>10</sub> (media annuale)	PM <sub>2.5</sub> (media annuale)
	mg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
R01	1.9	88.4	30.1	68.2	31.2	27.1
R02	1.9	88.0	29.9	68.2	31.1	27.1
R03	1.9	83.1	29.8	68.1	31.1	27.1
R04	1.8	80.4	29.9	68.1	31.1	27.1
R05	1.8	85.8	30.0	68.2	31.2	27.1
R06	1.9	80.8	29.7	68.1	31.1	27.1
R07	1.9	86.6	30.7	68.4	31.3	27.2
R08	2.0	95.0	31.2	68.5	31.4	27.3
R09	2.1	118.7	33.3	69.3	31.7	27.5
R10	2.1	115.5	33.2	69.4	31.7	27.5
R11	2.1	104.2	33.3	69.2	31.7	27.5
R12	2.0	98.3	31.6	68.7	31.4	27.3
R13	1.9	92.1	31.5	68.6	31.4	27.3
R14	1.9	87.8	30.4	68.3	31.2	27.2
R15	1.9	86.5	30.0	68.2	31.2	27.1
R16	1.9	86.5	30.5	68.3	31.2	27.2
R17	1.9	86.8	30.8	68.4	31.3	27.2
R18	1.9	86.4	30.9	68.5	31.3	27.2
R19	1.9	87.4	31.1	68.5	31.3	27.2
R20	1.9	94.1	31.4	68.6	31.4	27.3
R21	2.0	95.2	31.6	68.7	31.4	27.3
R22	1.9	81.2	29.8	68.2	31.1	27.1
R23	1.9	79.9	29.7	68.1	31.1	27.1
R24	2.0	95.2	31.7	68.7	31.5	27.3

**Tabella 4.7-4: Incremento delle concentrazioni dovute al traffico indotto (Post Operam – Ante Operam + Fondo)**

I dati sopra riportati evidenziano come il contributo dell'indotto generato dall'intervento di progetto, sommato al fondo ambientale, sia tale da garantire il rispetto dei limiti di cui al D.Lgs 155/10 in corrispondenza di tutti i parametri considerati, fatta eccezione per quelli che già allo stato attuale presentano una situazione di superamento, ovvero:  $PM_{10}$  in relazione al valore limite su base giornaliera e  $PM_{2.5}$  in relazione al valore limite su base annuale. Tuttavia, a tal proposito si evidenzia come il contributo relativo all'indotto dal progetto sia risultato molto modesto, in quanto con incrementi medi sul rispettivo valore limite dell'ordine dell'1.1% per il  $PM_{10}$  e dello 0.9% per il  $PM_{2.5}$ .

## 5 CONCLUSIONI

La presente relazione è stata predisposta al fine di valutare l'impatto atmosferico generato dall'intervento di progetto, ovvero la realizzazione di una nuova area commerciale "L2" in Casale Monferrato (TO), in via Adam in corrispondenza della "Area ex IBL".

Le stime delle concentrazioni in atmosfera, effettuate tramite l'ausilio del modello di dispersione da sorgente lineare CALINE 4 dell'EPA, hanno permesso di valutare il contributo generato dalle movimentazioni all'interno dei parcheggi e dall'incremento di traffico indotto dall'intervento sulla viabilità ordinaria.

Le concentrazioni sono state stimate per i parametri inquinanti CO, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> e sono rappresentative del solo contributo emissivo delle sorgenti emmissive considerate.

Per quanto concerne i fattori medi di emissione i dati sono stati stimati considerando:

- fattori medi di emissione: ultimo aggiornamento disponibile nel sito <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp> (Sistema Informativo Nazionale Ambientale di ISPRA). I dati sono stati stimati con il software COPERT 5.1.1;
- composizione del parco veicolare circolante: è stato considerato quello desunto dall'ultimo Autoritratto ACI disponibile.

Le stime sono state effettuate sulla base del dataset meteorologico orario su base annuale, al fine di confrontare le stime con i valori limite di cui al D.Lgs 155/10 per i parametri considerati, ovvero:

- Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>): valore limite come media annuale e come 99.8° percentile delle concentrazioni orarie su base annuale;
- Polveri inalabili (PM<sub>10</sub>): valore limite come media annuale e come 90.4° percentile delle concentrazioni giornaliere su base annuale;
- Polveri respirabili (PM<sub>2.5</sub>): valore limite come media annuale;
- Monossido di Carbonio (CO): valore limite come media mobile massima sulle 8 ore.

Le stime hanno permesso di evidenziare come in corrispondenza di tutti i ricettori individuati il contributo generato dal traffico veicolare indotto dall'intervento di progetto porti ad un ovvio incremento delle concentrazioni, ma comunque tale da non evidenziare situazioni di criticità al fine del rispetto dei limiti di legge per i parametri inquinanti considerati.

In riferimento ai ricettori sensibili (edifici scolastici R22 ed R23) individuati come potenzialmente più esposti al traffico veicolare indotto dall'intervento di progetto, gli incrementi di concentrazione sono risultati molto modesti.

***Pertanto, a seguito di quanto sopra esposto e delle considerazioni riportate, si ritiene che l'intervento di progetto sia da ritenersi ambientalmente compatibile in riferimento alla componente "Atmosfera".***