

## VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ATMOSFERICO

(D. Lgs. 13 agosto 2010, n. 155 e ss.mm.ii.)

### RAGIONE SOCIALE

TORRI BROS S.R.L.

### SEDE LEGALE

VIA BRESCIA, 41 – 36040 TORRI DI QUARTESOLO (VI)

### OGGETTO

PROGETTO PER LA RISTRUTTURAZIONE E CAMBIO D'USO DI FABBRICATO DA ARTIGIANALE A COMMERCIALE

### INDIRIZZO

VIA BRESCIA, 41 – 36040 TORRI DI QUARTESOLO (VI)

PIEVE DI SOLIGO, Lì 18 OTTOBRE 2019

IL TECNICO

PER. IND. CRISTIAN BORTOT

(ISCRITTO ALL'ORDINE DEI PERITI INDUSTRIALI E DEI PERITI INDUSTRIALI LAUREATI DELLA PROVINCIA DI TREVISO AL N. 887)



## SOMMARIO

|   |    |
|---|----|
| PREMESSA.....   | 3  |
| INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED URBANISTICO .....                     | 4  |
| DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....                                    | 5  |
| NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....                                     | 7  |
| DESCRIZIONE DEGLI INQUINANTI CONSIDERATI.....                     | 8  |
| DESCRIZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO.....                           | 10 |
| ANALISI DELLE COMPONENTI METEOCLIMATICHE .....                    | 18 |
| Temperatura.....  | 20 |
| Direzione e velocità del vento .....                              | 21 |
| Classe di stabilità atmosferica.....                              | 23 |
| Lunghezza di Monin-Obukhov ed altezza di inversione termica ..... | 25 |
| DESCRIZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE .....                     | 28 |
| Fase di esercizio .....   | 28 |
| DESCRIZIONE DEGLI SCENARI DI STUDIO .....                         | 37 |
| Dominio spaziale ed orografico.....                               | 37 |
| Stato di fatto .....  | 39 |
| Fase di esercizio .....   | 40 |
| APPLICAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO E RISULTATI .....             | 40 |
| Fase di esercizio .....   | 40 |
| CONCLUSIONI .....   | 52 |
| BIBLIOGRAFIA.....   | 53 |

### Allegati

- ALLEGATO 01. Matrici complessive di calcolo e mappe concentrazione parametro benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>).
- ALLEGATO 02. Matrici complessive di calcolo e mappe concentrazione parametro benzo(a)pirene (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>).
- ALLEGATO 03. Matrici complessive di calcolo e mappe concentrazione parametro biossido di azoto (NO<sub>2</sub>).
- ALLEGATO 04. Matrici complessive di calcolo e mappe concentrazione parametro particolato sospeso (PM<sub>10</sub>).
- ALLEGATO 05. Matrici complessive di calcolo e mappe concentrazione parametro particolato sospeso (PM<sub>2,5</sub>).



## PREMESSA

La committenza, rappresentata dalla ditta TORRI BROS S.r.l. con sede legale in Via Brescia, 41 in comune di Torri di Quartesolo (VI), intende procedere con la presentazione di un progetto di ristrutturazione e cambio d'uso da artigianale a commerciale di un fabbricato sito in via Brescia, 41 in Comune di Torri di Quartesolo (VI), con la realizzazione di due unità commerciali distinte, separate tra loro da parete in muratura non portante in blocchi di cls cellulare, aventi una superficie di vendita complessiva pari a rispettivamente a 1.815,00 m<sup>2</sup> e 2.180,00 m<sup>2</sup>, per un totale di 3.995,00 m<sup>2</sup>.

All'interno della procedura di assoggettabilità a VIA, la presente relazione tecnica si inserisce per la valutazione previsionale dell'impatto atmosferico generato dall'attivazione di eventuali impianti tecnologici che generano emissioni in atmosfera e dalle modificazioni ai flussi veicolari indotti, tramite utilizzo di appositi modelli matematici ed informatici, in cumulazione con gli effetti indotti da parte di un secondo intervento di conversione commerciale in area limitrofa, proposta dalla ditta FRANCIACORTA R.E.D., in recepimento delle richieste avanzate dalla Commissione V.I.A. della Provincia di Vicenza, con propria nota prot. n. 52672 del 07 ottobre 2019.

Sulla base dei dati forniti dalla committenza e dai risultati di un primo screening dei livelli effettuata per le emissioni dovute al progetto di cambio di destinazione d'uso, nella presente relazione sono considerati i parametri benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), benzo(a)pirene (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub> espressi come NO<sub>2</sub>), particolato sospeso (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), come descrittori della qualità dell'aria e degli eventuali impatti atmosferici. I parametri monossido di carbonio ed ossidi di zolfo risultano invece poco significativi sia per lo scarso impatto di tali inquinanti già nello stato di fatto in corrispondenza di stazioni di monitoraggio di grande traffico (nei centri urbani principali quali Verona, Vicenza e Padova), sia per lo scarsissimo contributo prodotto dal progetto di conversione stesso (di 3 ordini di grandezza inferiore al valore dello stato di fatto).

La valutazione si articola pertanto sul confronto della qualità dell'aria nello stato di fatto (valutata sulla base dei dati misurati da A.R.P.A.V. in Comune di Torri di Quartesolo e nell'area urbana di Vicenza) ed in ulteriori scenari operativi così identificati:

- Fase di esercizio: conversione di fabbricato da artigianale a commerciale con produzione di traffico indotto su viabilità esistente e cumulazione impatto con effetti indotti da intervento Franciacorta R.E.D. nella medesima area di analisi.

Per la fase lo scenario analizzato vengono quindi applicati opportuni modelli matematici validati da A.P.A.T. a livello nazionale, che consentono di creare mappe di dispersione su diverse basi temporali (oraria, giornaliera, annua) degli inquinanti, le cui concentrazioni sono quindi confrontate con i valori limite per la protezione della salute umana e degli ecosistemi stabiliti dal D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155 e ss.mm.ii.

## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED URBANISTICO

Il fabbricato oggetto di ristrutturazione con cambio di destinazione d'uso si trova nella porzione sud-orientale del Comune di Torri di Quartesolo (VI), all'interno del parco commerciale denominato "Le Piramidi", in lotto che risulta compreso tra la Strada Regionale 11 e lo svincolo tra l'Autostrada A4 Torino-Venezia e l'Autostrada A31 Rovigo-Piovene Rocchette, poco distante dal casello autostradale di Vicenza Est (rif. figura 01).



Figura 01. Ortofoto con indicazione dell'area del fabbricato oggetto di studio.



## DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La richiesta progettuale prevede il cambio di destinazione d'uso dell'immobile di proprietà, da artigianale a commerciale non alimentare, con previsione di realizzare una superficie di vendita di 3.995 mq. con annesso spazio di magazzino.

La distribuzione della superficie di progetto può essere così descritta:

- Superficie fondiaria: 12.000,00 m<sup>2</sup>
- Superficie coperta: 4.952,02 m<sup>2</sup>
- Volume: 35.528,22 m<sup>3</sup>
- Superficie lorda a pavimento: 6.512,88 m<sup>2</sup>
- Area esterna: 6.212,48 m<sup>2</sup>
- Superficie a parcheggio: 5.872,00 m<sup>2</sup>

L'area esterna di 6.212,48 m<sup>2</sup>, è costituita per 6.055,48 m<sup>2</sup> di superficie impermeabilizzata usata come parcheggio e area di manovra e 157,00 m<sup>2</sup> a prato.

In fase di progetto si prevede di utilizzare 3.995,00 m<sup>2</sup> di spazio del piano terra da destinare a superficie di vendita e l'insediamento di 1 e/o 2 ditte commerciali, con annesso spazio di deposito. L'intervento prevede esternamente una ulteriore superficie impermeabilizzata di 626,58 m<sup>2</sup> ed il mantenimento a prato della superficie residua di 157,00 m<sup>2</sup>. Nel complesso la superficie a parcheggio e manovra risulterà di 5.872,00 m<sup>2</sup>, con presenza di n. 223 posti auto.

Maggiori dettagli possono essere acquisiti dalla relazione progettuale redatta dall'arch. Enrico Novello, a cui si rimanda.

I lavori di adeguamento alla richiesta prevedono:

- adeguamento della struttura all'attività commerciale con esecuzione di modesti interventi edilizi interni.
- installazione di un impianto interrato per il trattamento delle acque di prima pioggia (capacità di 30 m<sup>3</sup>) che sarà costituito da una serie di vasche prefabbricate in cls armato dotato di pozzetto selezionatore delle acque di prima pioggia da quelle di seconda pioggia;
- una vasca disoleatore. Il sistema di smaltimento verrà collegato alla rete fognaria esistente.

Il progetto prevede, inoltre, la sostituzione di n. 5 proiettori a ioduri metallici esistenti e posti nelle facciate esterne dell'edificio con altrettanti corpi illuminanti a LED allo scopo di garantire la massima efficienza energetica ed una migliore distribuzione ed uniformità della luce nell'area esterna.



Figura 02. Planimetria di progetto.

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento in materia di qualità dell'aria, e segnatamente per i parametri oggetto della presente indagine previsionale, è costituita dal D.Lgs. 13 agosto 2010, n.155 e ss.mm.ii. decreto di attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

Si riportano nella seguente Tabella VIII i valori limite stabiliti all'Allegato XI, punti 1 e 3 della sopraccitata normativa per i parametri C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>, NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>.

**TABELLA I – Valori limite per la protezione della salute umana (D.Lgs. 2010/155)**

| Inquinante                      | Nome limite   | Parametro statistico | Valore                | Note  | Data alla quale il valore deve essere raggiunto |
|---------------------------------|---|----------------------|-----------------------|---|---|
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>   | Limite annuale per la protezione della salute umana   | Media annuale        | 5 µg/m <sup>3</sup>   | --  | 01 gennaio 2010                                 |
| C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> | Limite annuale per la protezione della salute umana   | Media annuale        | 1 ng/m <sup>3</sup>   | Valore obiettivo                                | --  |
| NO <sub>x</sub>                 | Limite per la protezione della vegetazione            | Media annuale        | 30 µg/m <sup>3</sup>  | --  | --  |
| NO <sub>2</sub>                 | Limite di 24 ore per la protezione della salute umana | Media 24 h           | 200 µg/m <sup>3</sup> | Da non superare più di 18 volte per anno civile | 01 gennaio 2010                                 |
|                                 | Limite annuale per la protezione della salute umana   | Media annuale        | 40 µg/m <sup>3</sup>  | --  | 01 gennaio 2010                                 |
| PM <sub>10</sub>                | Limite di 24 ore per la protezione della salute umana | Media 24 h           | 50 µg/m <sup>3</sup>  | Da non superare più di 35 volte per anno civile | 01 gennaio 2005                                 |
|                                 | Limite annuale per la protezione della salute umana   | Media annuale        | 40 µg/m <sup>3</sup>  | --  | 01 gennaio 2005                                 |
| PM <sub>2,5</sub>               | Limite annuale per la protezione della salute umana   | Media annuale        | 25 µg/m <sup>3</sup>  | --  | 01 gennaio 2005                                 |



## DESCRIZIONE DEGLI INQUINANTI CONSIDERATI

### **Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)**

Il benzene è un idrocarburo aromatico cancerogeno presente in ambiente prevalentemente in fase vapore. La presenza in atmosfera è dovuta soprattutto ad attività antropiche, in quanto le emissioni naturali derivanti ad esempio da incendi e da decomposizione di biomasse sono quantitativamente trascurabili. Negli ambienti interni il benzene proviene principalmente dal fumo di sigaretta, dai processi di combustione domestica e da emissioni di prodotti contenenti solventi (come collanti e vernici). Nell'ambiente esterno, oltre che dalle fonti appena citate, la parte dominante del benzene atmosferico è prodotto dall'utilizzo di carburanti nel settore dei trasporti. Il benzene rilasciato nell'ambiente non è soggetto a fotolisi diretta, ma può reagire con gli idrossi radicali prodotti fotochimicamente. La reazione risulta accelerata in atmosfere inquinate che contengono ossidi di azoto e di zolfo.

Dal punto di vista tossicologico risultano chiare evidenze del potere cancerogeno del benzene, soprattutto nell'insorgenza di forme leucemiche in caso di esposizioni acute. L'assorbimento da parte dell'uomo avviene principalmente per inalazione nei polmoni, nella misura di circa il 40-50% del totale inalato, con la sostanza che si accumula preferibilmente nei tessuti adiposi e nervosi. Altre forme di assorbimento indiretto sono rappresentate dall'ingestione di cibi contaminati, con deposizione sui terreni agricoli mediante precipitazioni secche e umide e successivo trasferimento lungo le catene alimentari fino ai prodotti di origine animale, e dall'assorbimento attraverso la pelle. La dose letale per l'uomo è stimata in 125 mg/Kg.

### **Benzo(a)pirene (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>)**

Il benzo(a)pirene è un composto cancerogeno appartenente alla famiglia degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (I.P.A.) generalmente contenuti in natura nel carbone fossile. Il benzo(a)pirene, come molti dei suoi congeneri, si forma come prodotto della combustione di molecole organiche pesanti ed è riscontrabile nel fumo di sigaretta, negli scarichi dei motori (con particolare riferimento all'utilizzo di combustibili pesanti come nafta, cherosene, carbone, oli combustibili) e si può formare anche nei processi di combustione dei rifiuti e del legname. In massima parte il benzo(a)pirene viene adsorbito e veicolato dalle particelle carboniose emesse dalle stesse fonti emissive.

Dal punto di vista tossicologico il benzo(a)pirene è considerato cancerogeno in riferimento alla sequenza metabolica nell'organismo umano che porta alla sua ossidazione nel benzo(a)pirene-7,8-diidrodiolo-9,10-diidrossido, un diolo epossido che può legarsi alle molecole di DNA interferendo con il suo meccanismo di replicazione.

### **Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) ed ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)**

Il biossido di azoto è un componente, assieme al monossido di azoto, degli ossidi di azoto atmosferici. Il monossido è un gas inodore ed incolore, che costituisce la parte principale degli NO<sub>x</sub> e che viene

gradualmente ossidato in atmosfera ad  $\text{NO}_2$ . Quest'ultimo ha un colore rosso-bruno ed un odore pungente e soffocante, con una tossicità fino a 4 volte superiore al monossido di azoto. Le fonti naturali di produzione di  $\text{NO}_2$  sono legate ai processi di ossidazione del monossido, che a sua volta si forma per combinazione diretta dell'azoto e dell'ossigeno atmosferici, in presenza delle alte temperature che si possono verificare durante alcuni processi di combustione. Le emissioni da fonti antropiche derivano soprattutto da processi di combustione (centrali termoelettriche, riscaldamento, traffico stradale), ma anche da processi produttivi come ad esempio quelli dell'acido nitrico. In ambito urbano la sua presenza è determinata principalmente dai gas di scarico degli autoveicoli, con entità dipendente dalla velocità ed accelerazione dei mezzi e dalla tipologia di catalizzatore installato.

Il biossido di azoto è un gas irritante per l'apparato respiratorio e per gli occhi, può causare bronchiti e, nei casi più gravi, edemi polmonari in virtù della sua capacità di combinarsi con l'emoglobina modificandone le proprietà chimiche e fisiologiche, con formazione di metaemoglobina e conseguente grave compromissione dei meccanismi di trasporto di ossigeno ai tessuti.

A livello ambientale il biossido di azoto è fra le maggiori cause di smog fotochimico, come precursore dell'ozono troposferico. Contribuisce inoltre, reagendo rapidamente con l'acqua con formazione di  $\text{H}_2\text{NO}_3$ , alla formazione di piogge acide (30% su scala globale). Sebbene in misura minore rispetto agli ossidi di zolfo, gli ossidi di azoto in eccesso, assunti dalla vegetazione per via stomatica a livello dell'apparato fogliare, possono portare all'accumulo nei tessuti vegetali di composti acidi che possono condurre alla necrosi dei tessuti stessi.

### **Particolato sospeso ( $\text{PM}_{10}$ e $\text{PM}_{2,5}$ )**

Con il termine particolato sospeso sono indicate tutte le particelle solide e liquide disperse nell'atmosfera. Vengono prodotte dal traffico stradale (in particolare da veicoli ad alimentazione diesel e da ciclomotori a due tempi), dagli impianti di riscaldamento, da impianti industriali (acciaierie, cementifici, inceneritori, ecc.) e più in generale da qualsiasi processo di combustione. Le polveri possono derivare sia da fenomeni di abrasione superficiale e di erosione (del manto stradale, degli pneumatici, ecc.), che da processi di combustione dei motori. A questi si aggiungono aerosol di origine vulcanica, marina e biologica come spore, batteri e pollini. Il termine  $\text{PM}_{10}$  indica tutte le componenti degli aerosol con diametro inferiore ai  $10 \mu\text{m}$ . I  $\text{PM}_{10}$  sono un miscuglio di sali inorganici, metalli, I.P.A. (principalmente benzo(a)pirene e benzo(a)antracene), sostanze organiche e materiale biologico. La loro tossicità è in massima parte attribuibile alle sostanze chimiche adese alle particelle stesse, con particolare rilevanza alle frazioni più fini (con diametro inferiore a  $2,5 \mu\text{m}$ ) in relazione alla maggior capacità di penetrazione nell'apparato respiratorio animale. A livello di vegetazione, alte concentrazioni di polveri sospese possono portare a fenomeni di accumulo sulla pagina fogliare superiore, con creazione di una patina che impedisce o comunque limita l'assorbimento della luce da parte della clorofilla, con conseguente rallentamento dei processi fotosintetici e del metabolismo generale dell'organismo vegetale.

## DESCRIZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

### Sorgenti di emissione puntuali (ciminiere e camini di emissione).

Per la dispersione degli inquinanti da sorgenti fisse è utilizzabile il modello stazionario di diffusione gaussiana di Pasquill-Gifford (1961) per emissioni di tipo a pennacchio (*plume dispersion*) a carattere continuo.

Per la modellazione è disponibile il pacchetto software WINDIMULA 4.9 della MAIND S.r.l., citato nell'elenco dei software consigliati da A.P.A.T. per la modellazione della dispersione di inquinanti aeriformi da sorgenti puntiformi ed areali.

La relazione generale che valuta la concentrazione di un composto emesso in atmosfera è la seguente:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \cdot \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z-H}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{z+H}{\sigma_z}\right)^2\right] \right\} \quad [1]$$

Con:

$C(x,y,z)$  = concentrazione in un punto di coordinate x,y,z (mg/m<sup>3</sup>)

Q = portata massiva dell'inquinante (espressa in mg/s)

u = velocità media in quota del vento (m/s)

$\sigma_y, \sigma_z$  = coefficienti di dispersione laterale e verticale del vento (m)

H = altezza effettiva di rilascio.

Nel caso si voglia determinare la concentrazione sottovento di un inquinante al suolo, l'equazione [1] si riduce alla seguente relazione:

$$C(0,0,z) = \frac{Q}{\pi\sigma_y\sigma_z u} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{H}{\sigma_y}\right)^2\right] \quad [2]$$

Il modello inoltre integra il termine verticale della relazione [1] (termine compreso tra parentesi graffe) con l'aggiunta di un ulteriore termine ( $V_{inv}$ ) che tiene conto della riflessione del pennacchio per effetto della presenza di un'inversione di quota.

In condizioni di calma di vento il modello proposto con la formula [1] non risulta più applicabile ed il software utilizza quindi di default l'integrale dell'equazione gaussiana a puff come segue:

$$C(x, y, z) = \sum_{i=1,2} \frac{Q}{(2\pi)^{3/2} \alpha \beta \gamma \cdot T_i^2} \exp\left(\frac{-u^2}{2\alpha^2}\right) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\pi}{2}} \cdot \frac{ux}{\alpha^2 T_i} \exp\left(\frac{u^2 x^2}{2\alpha^4 T_i^2}\right) \operatorname{erfc}\left(\frac{-ux}{\sqrt{2}\alpha^2 T_i}\right) \right\}$$

$$T_1^2 = \frac{x^2}{\alpha^2} + \frac{y^2}{\beta^2} + \frac{(z+H)^2}{\gamma^2} \quad [3]$$

$$T_2^2 = \frac{x^2}{\alpha^2} + \frac{y^2}{\beta^2} + \frac{(z-H)^2}{\gamma^2}$$

Per il calcolo dell'innalzamento del pennacchio (*plume rise*) il modello si basa sulle note formulazioni di Briggs, raccomandate anche da U.S. E.P.A.. In particolare lo schema utilizzato dal modello coincide quasi integralmente con quello utilizzato dai modelli ISC e CALPUFF.

Il gas emesso da un camino, prima di iniziare la diluizione effettiva e spostarsi secondo la direzione del vento, sale ad una certa quota, che viene definita altezza effettiva di rilascio ( $H$ ). Tale altezza è quindi rappresentata dalla somma dell'altezza geometrica del camino ( $h$ ) più l'innalzamento del pennacchio ( $\Delta h$ ):

$$H = h + \Delta h \quad [4]$$

L'altezza effettiva di rilascio ( $H$ ) include tutti i fattori che favoriscono o impediscono l'innalzamento del pennacchio e risulta dipendere anche dalle classi di stabilità atmosferica. Tali classi di stabilità sono state categorizzate da Pasquill in una scala da A (instabilità forte) ad F (stabilità forte), secondo lo schema proposto nella seguente figura.

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

Figura 03. Schema per la determinazione delle classi di stabilità atmosferica secondo Pasquill.  
Fonte dati: Allegato A – D.G.R.V. n. 2872 del 28.12.2012 – Piano di Tutela dell'Atmosfera – Documento di Piano.

Tipicamente le classi stabili (E ed F) favoriscono la formazione di inquinanti primari e sono collegate a scarsa ventilazione e a notti serene con forte inversione termica; le classi neutre (D) sono collegate a situazioni ventose



e/o con cielo coperto, favorevoli alla dispersione degli inquinanti; le classi instabili (A, B e C) sono causate da forte irraggiamento solare e scarsa ventilazione e sono situazioni di rimescolamento atmosferico, che possono essere collegate a formazione di inquinanti secondari.

Gli ulteriori parametri che regolano l'innalzamento del pennacchio sono i seguenti.

Flusso di galleggiamento:

$$F_b = g \cdot V_s \cdot \left( \frac{D^2}{4} \right) \cdot \left( \frac{T_s - T_A}{T_A} \right) \quad [5]$$

con:

$V_s$  = velocità di uscita di fumi (m/s);

$D$  = diametro della bocca di uscita della ciminiera (m);

$T_s$  = temperatura assoluta di uscita dei fumi (K);

$T_A$  = temperatura dell'atmosfera (K).

Flusso del momento:

$$F_M = D^2 \cdot V_s \cdot \left( \frac{T_A}{4T_s} \right) \quad [6]$$

con:

$V_s$  = velocità di uscita di fumi (m/s);

$D$  = diametro della bocca di uscita della ciminiera (m);

$T_s$  = temperatura assoluta di uscita dei fumi (K);

$T_A$  = temperatura dell'atmosfera (K).

Parametro di stabilità:

$$S = \frac{g}{T_A} \cdot \frac{\partial \vartheta}{\partial z} \quad [7]$$

con:

$\frac{\partial \vartheta}{\partial z}$  = gradiente verticale della temperatura potenziale pari a 0,015 in classe E ed a 0,037 in classe F.

$g$  = accelerazione di gravità (9.81 m/s<sup>2</sup>)

$T_A$  = temperatura dell'atmosfera (K).

L'innalzamento del pennacchio è quindi calcolato dal modello a seconda della stabilità atmosferica con la seguente trattazione matematica.

Innalzamento del pennacchio in condizioni instabili o neutre (Classi A, B, C e D)

Viene calcolata la *crossover temperature*, che serve per determinare l'innalzamento se il fenomeno è guidato prevalentemente dal flusso di galleggiamento o dal flusso del momento.

$$F_b < 55 \Rightarrow (\Delta T)_c = 0,0297 \cdot T_s \cdot \frac{v_s^{1/3}}{D^{2/3}} \quad [8]$$

$$F_b \geq 55 \Rightarrow (\Delta T)_c = 0,0057 \cdot T_s \cdot \frac{v_s^{2/3}}{D^{1/3}}$$

A questo punto l'innalzamento è calcolato come segue.

Se l'innalzamento è governato dal flusso di galleggiamento ( $T_s - T_A \geq (\Delta T)_c$ ):

$$F_b < 55 \Rightarrow \begin{cases} dH = 21,425 \cdot \frac{F_b^{3/4}}{u} \\ x_f = 49 \cdot F_b^{5/8} \\ x_f = \frac{4D(v_s + 3u)^2}{v_s \cdot u} \quad (F_b = 0) \end{cases} \quad [9]$$

$$F_b \geq 55 \Rightarrow \begin{cases} dH = 38,71 \cdot \frac{F_b^{3/5}}{u} \\ x_f = 119 \cdot F_b^{2/8} \end{cases}$$

Con  $x_f$  = distanza alla quale si verifica l'innalzamento finale del pennacchio

Se l'innalzamento è governato dal flusso del momento ( $T_s - T_A < (\Delta T)_c$  o  $T_s \leq T_A$ ):

$$dH = 3D \cdot \frac{v_s}{u}$$

$$x_f = \frac{4D(v_s + 3u)^2}{v_s \cdot u} \quad [10]$$

Con  $x_f$  = distanza alla quale si verifica l'innalzamento finale del pennacchio

Innalzamento del pennacchio in condizioni stabili (Classi E ed F)

Viene calcolata la *crossover temperature*, che serve per determinare l'innalzamento se il fenomeno è guidato prevalentemente dal flusso di galleggiamento o dal flusso del momento.

$$(\Delta T)_c = 0,019582 \cdot T_s \cdot v_s \cdot \sqrt{S} \quad [11]$$

A questo punto l'innalzamento è calcolato come segue.



Se l'innalzamento è governato dal flusso di galleggiamento ( $T_s - T_A \geq (\Delta T)_c$ ):

$$dH = 2,6 \cdot \left( \frac{F_b}{uS} \right)^{1/3} \quad [12]$$

$$x_f = 2,0715 \cdot \frac{u}{\sqrt{S}}$$

Con  $x_f$  = distanza alla quale si verifica l'innalzamento finale del pennacchio

Se l'innalzamento è governato dal flusso del momento ( $T_s - T_A < (\Delta T)_c$  o  $T_s \leq T_A$ ):

$$dH = 1,5 \cdot \left( \frac{F_M}{u\sqrt{S}} \right)^{1/3} \quad [13]$$

$$x_f = 0,5\pi \cdot \frac{u}{\sqrt{S}}$$

Con  $x_f$  = distanza alla quale si verifica l'innalzamento finale del pennacchio

*Innalzamento in condizione di calma di vento*

$$dH = 5,3 \cdot \frac{F_b^{1/4}}{S^{3/8}} - 3D \quad [14]$$

Il modello WINDIMULA 4.9, rispetto all'altezza effettiva di rilascio, permette di implementare ulteriormente i calcoli con la possibilità di valutare gli effetti del cosiddetto *gradual plume rise*, ovvero della deviazione del pennacchio inquinante dall'asse ortogonale al piano campagna durante il suo innalzamento, per effetto della velocità del vento e della classe di stabilità atmosferica, superando la semplificazione di altri modelli che trattano invece l'ascesa del pennacchio perfettamente ortogonale fino all'altezza effettiva di rilascio, alla cui quota il pennacchio stesso inizia a deflettere.

Per la determinazione del valore della velocità del vento all'altezza effettiva di rilascio, il modello utilizza la seguente relazione a partire da un valore di velocità del vento misurato ad una quota di riferimento (in questo caso  $z_{ref} = 10$  m)

$$u_{He} = u_{ref} \cdot \left( \frac{H_e - z_0}{z_{ref}} \right)^p \quad [15]$$

con:

$u_{He}$  = velocità del vento alla quota di calcolo (altezza di rilascio)

$u_{ref}$  = velocità del vento misurata alla quota di riferimento (10 m);

$H_e$  = quota di calcolo (altezza di rilascio);

$z_0$  = rugosità superficiale

$p$  = esponente che dipende dalla classe di stabilità come segue:



| Classe di stabilità | Coefficiente $p$ |
|---------------------|------------------|
| A                   | 0,1              |
| B                   | 0,1              |
| C                   | 0,16             |
| D                   | 0,16             |
| E                   | 0,3              |
| F                   | 0,3              |

Per la determinazione dei coefficienti di dispersione laterale e verticale del vento il modello utilizza le formulazioni di Briggs (1973), ottenute combinando una larga serie di dati sperimentali:

$$\sigma_y = ax^e(b + cx^f)^d \quad [16]$$

con:

| Classe di stabilità | Briggs in campo aperto |        | Briggs in aree urbane |        |
|---------------------|------------------------|--------|-----------------------|--------|
|                     | a                      | c      | a                     | c      |
| A                   | 0,22                   | 0,0001 | 0,32                  | 0,0004 |
| B                   | 0,16                   | 0,0001 | 0,32                  | 0,0004 |
| C                   | 0,11                   | 0,0001 | 0,22                  | 0,0004 |
| D                   | 0,08                   | 0,0001 | 0,16                  | 0,0004 |
| E                   | 0,06                   | 0,0001 | 0,11                  | 0,0004 |
| F                   | 0,04                   | 0,0001 | 0,11                  | 0,0004 |

b = 1

d = -0.5

e = 1

f = 1

$$\sigma_z = ax^e(b + cx^f)^d \quad [17]$$

con:

| Classe di stabilità | Briggs in campo aperto |        |      | Briggs in aree urbane |        |      |
|---------------------|------------------------|--------|------|-----------------------|--------|------|
|                     | a                      | c      | d    | a                     | c      | d    |
| A                   | 0,2                    | 0      | 1    | 0,24                  | 0,001  | 0,5  |
| B                   | 0,12                   | 0      | 1    | 0,24                  | 0,001  | 0,5  |
| C                   | 0,08                   | 0,0002 | -0,5 | 0,2                   | 0      | 1    |
| D                   | 0,06                   | 0,0015 | -0,5 | 0,14                  | 0,0003 | -0,5 |
| E                   | 0,03                   | 0,0003 | -1   | 0,08                  | 0,0015 | -0,5 |
| F                   | 0,016                  | 0,0003 | -1   | 0,08                  | 0,0015 | -0,5 |

b = 1

e = 1

f = 1

Il modello è ulteriormente implementato mediante la possibilità di caricare un reticolo orografico ed un campo di rugosità del suolo (ottenuto assegnando ad ogni cella il corrispondente codice CORINE LANDCOVER di utilizzo del suolo) georeferenziati ed estratti da un geodatabase nazionale mediante il preprocessore LANDUSE di MAIND S.r.l.

In questo caso il modello opera automaticamente modificando il termine verticale dell'equazione di concentrazione.



Per i punti di calcolo posti a quote maggiori rispetto alla quota della sorgente:

$$h' = \text{MAX}(h - (1 - F) \cdot (q_{x,y} - q_s), h \cdot F, h_{\min}) \quad [18]$$

Per i punti di calcolo posti a quote inferiori rispetto alla quota della sorgente:

$$h' = h - (q_{x,y} - q_s) \quad [19]$$

con:

h = termine verticale invariato

$q_{x,y}$  = quota orografica del punto (x,y) dove si calcola la concentrazione

$q_s$  = quota orografica del punto dove si trova la sorgente

F = *terrain adjustment factor* (assume valore 0 per classi stabili E ed F e assume valore compreso tra 0 e 1 per classi instabili e neutre A, B, C e D).

Un ulteriore fattore di correzione moltiplica il risultato per tenere conto della sovrastima nei calcoli dovuta all'ipotesi di mantenere costante l'asse del pennacchio in condizioni di atmosfera stabile.

In presenza di campo di rugosità superficiale i termini di dispersione laterale e verticale sono calcolati come segue.

$$\sigma_{y,z} = ax^b (\alpha z_0)^{\beta - \gamma} \quad [20]$$

con:

| Classe di stabilità | $\sigma_y$ |      | $\sigma_z$ |      |
|---------------------|------------|------|------------|------|
|                     | a          | b    | a          | b    |
| A                   | 0,29       | 0,9  | 0,28       | 0,9  |
| B                   | 0,24       | 0,85 | 0,23       | 0,85 |
| C                   | 0,26       | 0,8  | 0,23       | 0,8  |
| D                   | 0,23       | 0,76 | 0,2        | 0,76 |
| E                   | 0,18       | 0,73 | 0,15       | 0,73 |
| F                   | 0,15       | 0,67 | 0,12       | 0,67 |

$$\alpha = 10; \beta = 0.53; \gamma = -0.22$$

### Sorgenti di emissione lineari (traffico stradale)

Per la modellazione della dispersione degli inquinanti rilasciati dal traffico stradale è stato utilizzato il software previsionale CALINE4 (Caltrans, 1989), ulteriormente sviluppato ed aggiornato nella versione MMS CALINE4 2.6.1 di MAIND S.r.l. con validazione A.P.A.T. a livello nazionale. Il software si basa sul modello di calcolo stazionario di dispersione gaussiana a pennacchio (*Gaussian plume dispersion model*), descritto al paragrafo precedente ed applicato alle emissioni derivanti da sorgenti lineari continue.

In particolare i calcoli di diffusione gaussiana condotti da CALINE4 si basano sul modello della *mixing zone*, definita come un'area di spessore pari alla dimensione della strada + 3 m a destra e + 3 m a sinistra di essa (per tenere conto della dispersione orizzontale di inquinante legata alla scia generata dal movimento dei veicoli) e di altezza definita dall'utente in input (sulla base dei dati meteorologici disponibili). In quest'area si assume che la turbolenza e l'emissione siano costanti. In questa zona inoltre si suppone che la turbolenza, sia termica che meccanica, sia dovuta alla presenza di veicoli in movimento a temperature elevate. La dispersione verticale di inquinante ( $\sigma_z$ ) è funzione della turbolenza ed è stato dimostrato essere indipendente dal numero di veicoli (in un *range* di 4000 – 8000 veicoli/ora) e dalla loro velocità (in un *range* di 30 – 60 mph), questo perché un aumento del traffico aumenta la turbolenza termica, ma comporta una riduzione della turbolenza meccanica legata alla velocità, da cui l'ipotesi di costanza.

$\sigma_z$  dipende invece dal tempo di residenza TR dell'inquinante nella *mixing zone*, che è a sua volta funzione della velocità del vento. La relazione che lega  $\sigma_z$  e TR utilizzata da CALINE4 è la seguente, formulata sulla base di dati della *General Motors* relativi a medie temporali di 30 minuti:

$$\sigma_z = 1,8 + 0,11 \cdot TR \quad [21]$$

Il valore iniziale di  $\sigma_z$  viene quindi corretto per tempi di media diversi dai 30 minuti secondo la seguente formula, dalla quale si intuisce la dipendenza del tempo di media nei calcoli di diffusione:

$$\sigma_{z\_ATIM} = \sigma_{z\_30} \cdot (ATIM/30)^{0,2} \quad [22]$$

In condizioni di velocità del vento bassa (< 1 m/s) anche l'altezza della *mixing zone* è contenuta. In questo caso la trattazione matematica del modello di calcolo rimanda alla formulazione di Pasquill e Draxler, che richiede la deviazione standard sulla direzione del vento, comunque sempre implementata nel modello CALINE 4.

Il software quindi permette di ricostruire il tracciato stradale di interesse mediante creazione di appositi segmenti all'interno di un piano cartesiano opportunamente orientato. I calcoli vengono poi condotti automaticamente impostando i volumi di traffico e i fattori di emissione per ogni segmento, oltre all'impostazione del campo meteorologico con i parametri connessi alla velocità e direzione del vento, altezza di miscelazione e classe di stabilità dell'atmosfera.

## ANALISI DELLE COMPONENTI METEOCLIMATICHE

I modelli di calcolo sopra descritti forniscono dati di concentrazione al suolo per gli inquinanti prescelti che sono influenzati, oltre che dalla portata massiva di emissione, anche da parametri meteoroclimatici quali la velocità e la direzione del vento, la classe di stabilità atmosferica, l'altezza di rimescolamento.

E' stata quindi condotta una valutazione delle componenti meteoroclimatiche dell'area oggetto di studio su base annuale. I dati utilizzati per la modellazione sono stati forniti direttamente da MAIND S.r.l. con formattazione per l'inserimento nel modello di calcolo. Nello specifico i dati forniti sono stati ricostruiti per l'area descritta attraverso un'elaborazione *mass consistent* con il modello meteorologico CALMET su punto di coordinate 45,507155°N, 11,625644°E, con risoluzione geomorfologica pari a 500 m.

Per il calcolo e la calibrazione del modello meteorologico sono stati utilizzati i dati della rete delle stazioni sinottiche nazionali ed internazionali certificate SYNOP-ICAO (Organizzazione Internazionale degli Aeroporti Civili) presenti nell'area interessata, integrate con i dati disponibili (nello stesso intervallo temporale) dalle stazioni meteo della Rete A.R.P.A. Veneto più rappresentative per dislocazione territoriale. In particolare sono stati utilizzati i dati delle seguenti stazioni:

- Istrana – LIPS 160980 [45,684993°N – 12,082989°E] Stazione sinottica SYNOP-ICAO
- Grumolo delle Abbadesse [45,516025°N – 11,654289°E] Rete A.R.P.A.V.



Figura 04. Ortofoto con indicazione delle stazioni di superficie più prossime al dominio.



Figura 05. Stazioni locali e SYNOP-ICAO di superficie più prossime all'area di intervento.

L'analisi si è concentrata sulla serie oraria elaborata da CALMET nel periodo dal 01.01.2018 al 31.12.2018, per un totale di 8760 ore valide su 8760 (100%), ed ha considerato i parametri di temperatura oraria, direzione prevalente del vento, velocità media del vento, altezza di rimescolamento, classe di stabilità atmosferica. I dati rilevati hanno permesso di ricostruire gli andamenti dei vari parametri su base annuale.

Il campo meteorologico tridimensionale così creato è stato opportunamente formattato in modo da poter essere direttamente inserito nei software di calcolo modellistico, i quali pertanto permettono di effettuare dei *run in short-term*, con valutazione su base oraria (per un totale di 8760 simulazioni) di tutti i principali parametri meteorologici connessi con le dinamiche che regolano la dispersione dei pennacchi di inquinanti (temperatura, direzione e velocità del vento, classe di stabilità atmosferica, altezza della quota di inversione termica).

Nei sottoparagrafi seguenti si riporta la sintesi dei risultati dell'analisi statistica dei dati elaborati da CALMET per la definizione delle principali caratteristiche meteorologiche dell'area di analisi.

## Temperatura

L'analisi delle medie giornaliere del campo termico calcolato da CALMET per il punto di griglia in loc. Torri di Quartesolo ha permesso di evidenziare un *range* termico di -6,3°C – 35,2°C, con una media annuale di 14,1°C.

| Periodo   | Minima | Media | Massima |
|-----------|--------|-------|---------|
| Anno      | -6,29  | 14,14 | 35,21   |
| Primavera | -4,10  | 13,89 | 29,74   |
| Estate    | 10,61  | 23,83 | 35,21   |
| Autunno   | -1,03  | 14,99 | 30,46   |
| Inverno   | -6,29  | 3,66  | 15,34   |
| gen       | -1,95  | 4,88  | 13,13   |
| feb       | -6,29  | 3,48  | 11,28   |
| mar       | -4,10  | 6,82  | 16,30   |
| apr       | 3,14   | 15,52 | 27,95   |
| mag       | 8,02   | 19,38 | 29,74   |
| giu       | 13,07  | 22,66 | 32,53   |
| lug       | 16,54  | 24,33 | 35,21   |
| ago       | 10,61  | 24,45 | 34,71   |
| set       | 5,43   | 20,00 | 30,46   |
| ott       | 5,86   | 14,96 | 24,27   |
| nov       | -1,03  | 10,01 | 20,24   |
| dic       | -5,00  | 2,60  | 15,34   |

Figura 06. Valori di temperatura minima, massima e media su base annuale stagionale e mensile.  
(Fonte dati: Maind S.r.l. - Elaborazione CALMET per loc. Torri di Quartesolo, 2018).

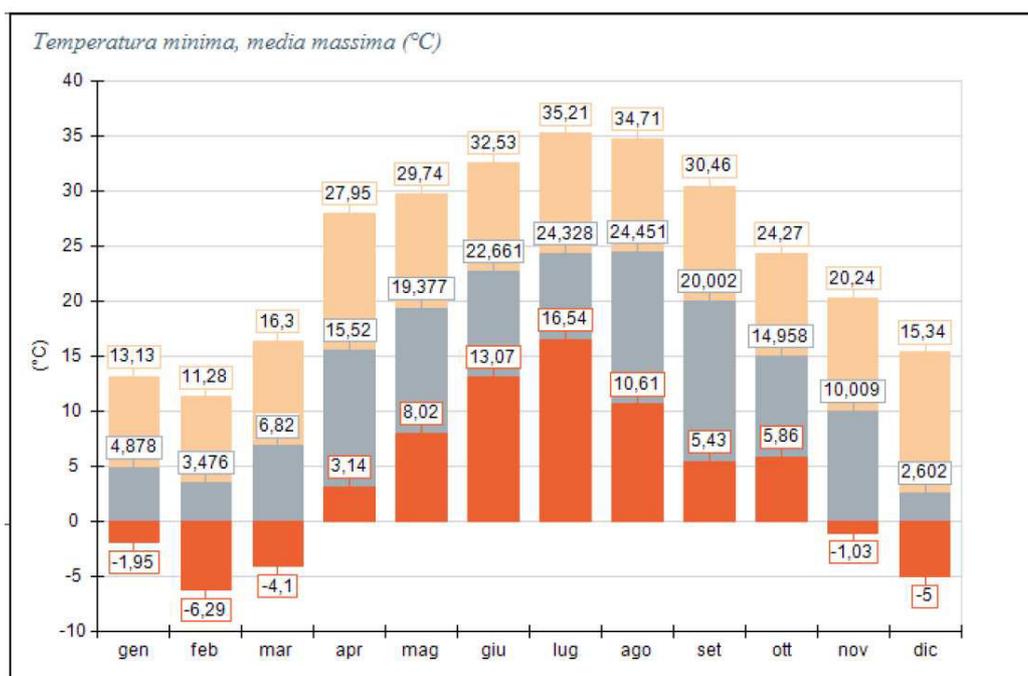


Figura 07. Andamento dei valori di temperatura minima, massima e media su base annuale.  
(Fonte dati: Maind S.r.l. - Elaborazione CALMET per loc. Torri di Quartesolo, 2018).

## Direzione e velocità del vento

L'analisi preliminare volta all'identificazione della direzione prevalente del vento nell'area ed alla quantificazione della sua intensità media ha preso in considerazione un anno tipo (2018) temporalmente prossimo al periodo di analisi per un totale di 8760 dati orari validati.

Per ogni ora sono stati considerati i parametri di direzione prevalente di provenienza del vento e valore della velocità del vento, espressa in m/s, così come elaborata da CALMET.

| SECTORS       | V1 (< 0,5) | V2 (0,5 - 1,0) | V3 (1,0 - 2,0) | V4 (2,0 - 3,0) | V5 (3,0 - 4,0) | V6 (4,0 - 5,0) | V7 (> 5,0) | Totale  | Vmed |
|---------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|---------|------|
| 348,8 - 11,3  | 38,01      | 24,89          | 23,40          | 4,57           | 0,80           | 0,23           | 0,11       | 92,01   | 0,87 |
| 11,3 - 33,8   | 13,70      | 12,21          | 18,84          | 13,01          | 2,97           | 1,03           | 0,23       | 61,99   | 1,46 |
| 33,8 - 56,3   | 15,07      | 17,24          | 31,62          | 18,26          | 12,67          | 5,02           | 2,28       | 102,17  | 1,87 |
| 56,3 - 78,8   | 9,47       | 7,99           | 9,59           | 6,51           | 3,31           | 1,83           | 0,68       | 39,38   | 1,60 |
| 78,8 - 101,3  | 15,41      | 15,18          | 18,72          | 7,53           | 2,17           | 0,80           | 1,03       | 60,84   | 1,29 |
| 101,3 - 123,8 | 4,45       | 4,34           | 8,79           | 2,40           | 0,57           | 0,11           | 0,68       | 21,35   | 1,42 |
| 123,8 - 146,3 | 12,44      | 14,84          | 15,64          | 2,97           | 0,46           | 0,23           | 0,23       | 46,80   | 1,06 |
| 146,3 - 168,8 | 11,07      | 12,33          | 12,79          | 3,65           | 0,23           | 0,00           | 0,23       | 40,30   | 1,05 |
| 168,8 - 191,3 | 14,95      | 15,98          | 19,86          | 5,37           | 1,37           | 0,00           | 0,00       | 57,53   | 1,11 |
| 191,3 - 213,8 | 11,64      | 8,33           | 6,05           | 1,48           | 0,23           | 0,23           | 0,00       | 27,97   | 0,83 |
| 213,8 - 236,3 | 12,44      | 6,28           | 6,74           | 3,88           | 2,63           | 1,26           | 0,80       | 34,02   | 1,40 |
| 236,3 - 258,8 | 7,88       | 3,77           | 4,00           | 2,28           | 1,14           | 0,34           | 0,11       | 19,52   | 1,17 |
| 258,8 - 281,3 | 22,72      | 4,79           | 2,74           | 0,23           | 0,46           | 0,11           | 0,00       | 31,05   | 0,51 |
| 281,3 - 303,8 | 59,02      | 17,01          | 4,45           | 0,34           | 0,00           | 0,11           | 0,00       | 80,94   | 0,44 |
| 303,8 - 326,3 | 112,21     | 37,79          | 13,01          | 2,74           | 0,23           | 0,11           | 0,34       | 166,44  | 0,53 |
| 326,3 - 348,8 | 45,21      | 20,55          | 9,93           | 1,94           | 0,34           | 0,00           | 0,00       | 77,97   | 0,62 |
| Variabili     | 0,00       | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00       | 0,00    | 0,00 |
| Calme         | 39,73      | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00           | 0,00       | 39,73   | 0,00 |
| Totale        | 445,43     | 223,52         | 206,16         | 77,17          | 29,57          | 11,42          | 6,74       | 1000,00 | 0,00 |

Figura 08. Distribuzione della velocità del vento per singolo settore angolare di provenienza (Fonte dati: Maind S.r.l. - Elaborazione CALMET per loc. Torri di Quartesolo, 2018).

I dati statistici tabellati di cui alla figura precedente sono inoltre riproposti schematicamente alla seguente figura.

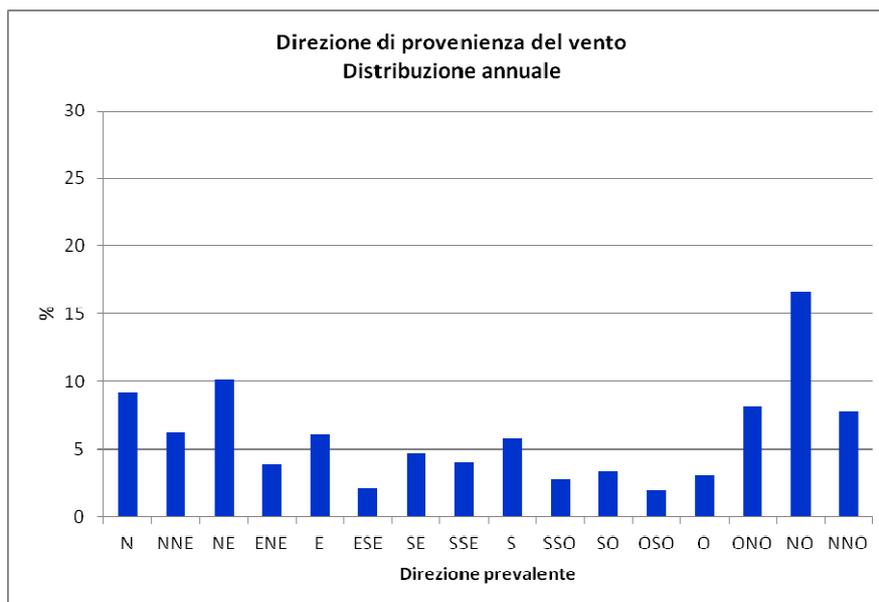


Figura 09. Distribuzione annuale della direzione prevalente del vento. (Fonte dati: Maind S.r.l. - Elaborazione CALMET per loc. Torri di Quartesolo, 2018).

L'analisi statistica delle frequenze di accadimento dei venti elaborate a partire dai dati di processamento del modello CALMET per l'area di analisi ha quindi reso possibile la creazione della rosa dei venti riportata alla seguente figura.

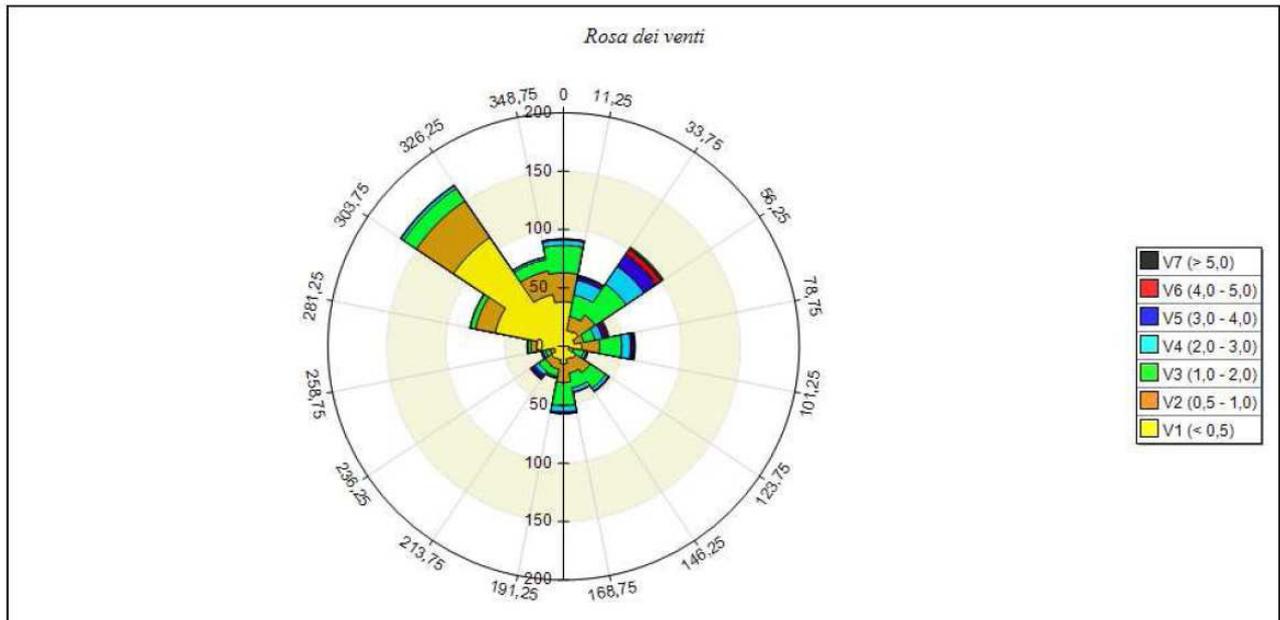


Figura 10. Rosa dei venti per l'area di analisi.  
(Fonte dati: Maind S.r.l. - Elaborazione CALMET per loc. Torri di Quartesolo, 2018).

I risultati dell'analisi presentano una situazione anemometrica caratterizzata da venti mediamente di debole/media intensità ( $u < 3$  m/s per oltre il 95% dei dati validati) provenienti con larga maggioranza dai settori nord-orientali e nord-occidentali e con una percentuale di vento debole ( $u < 0,5$  m/s) molto significativa e pari a circa il 45%.

La velocità media del vento nel periodo considerato risulta pari a 1,0 m/s con *range* di 0,0 – 8,5 m/s.

### Classe di stabilità atmosferica

La categorizzazione delle classi di stabilità atmosferica dipende dalla velocità media del vento e dal valore di radiazione solare (in periodo diurno) e di copertura nuvolosa (in periodo notturno).

Per la determinazione percentuale dell'occorrenza delle varie classi di stabilità nel presente studio sono stati considerati i valori medi calcolati sulla base dell'elaborazione oraria prodotta da CALMET per l'area di Torri di Quartesolo e fornita da Maind S.r.l., per un totale di 8760 dati orari validati nell'anno 2018. I valori considerati sono quindi riassunti e riportati nella seguente tabella.

**TABELLA II – Classi di stabilità atmosferica. Frequenze annuali e stagionali. Torri di Quartesolo, 2018.**

|                  | A    | B     | C     | D     | E    | F+G   | Totali |
|------------------|------|-------|-------|-------|------|-------|--------|
| <b>Anno</b>      | 3,74 | 16,18 | 18,24 | 20,45 | 1,66 | 39,74 | 100    |
| <b>Primavera</b> | 4,71 | 22,64 | 18,43 | 17,07 | 1,54 | 35,60 | 100    |
| <b>Estate</b>    | 9,10 | 24,73 | 18,93 | 8,47  | 1,27 | 37,50 | 100    |
| <b>Autunno</b>   | 0,73 | 10,21 | 17,86 | 23,58 | 1,56 | 46,06 | 100    |
| <b>Inverno</b>   | 0,32 | 6,85  | 17,73 | 32,96 | 2,27 | 39,86 | 100    |

Fonte dati: Maind S.r.l. - Elaborazione CALMET per loc. Torri di Quartesolo, 2018.

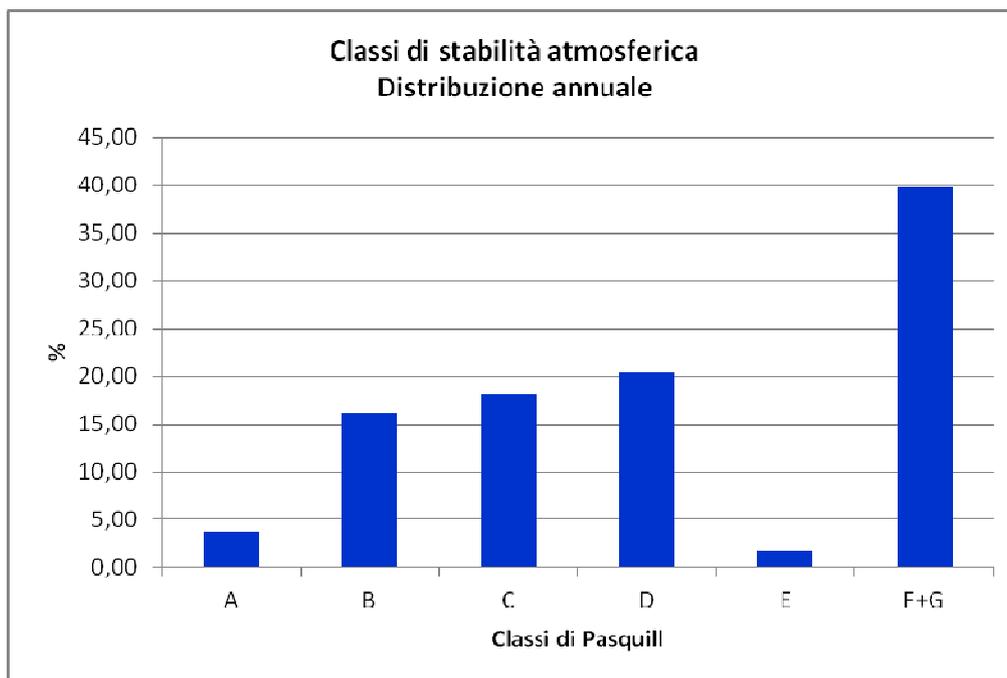


Figura 11. Distribuzione delle frequenze annuali di accadimento delle classi di stabilità atmosferica per l'area di analisi. (Fonte dati: Maind S.r.l. - Elaborazione CALMET per loc. Torri di Quartesolo, 2018).

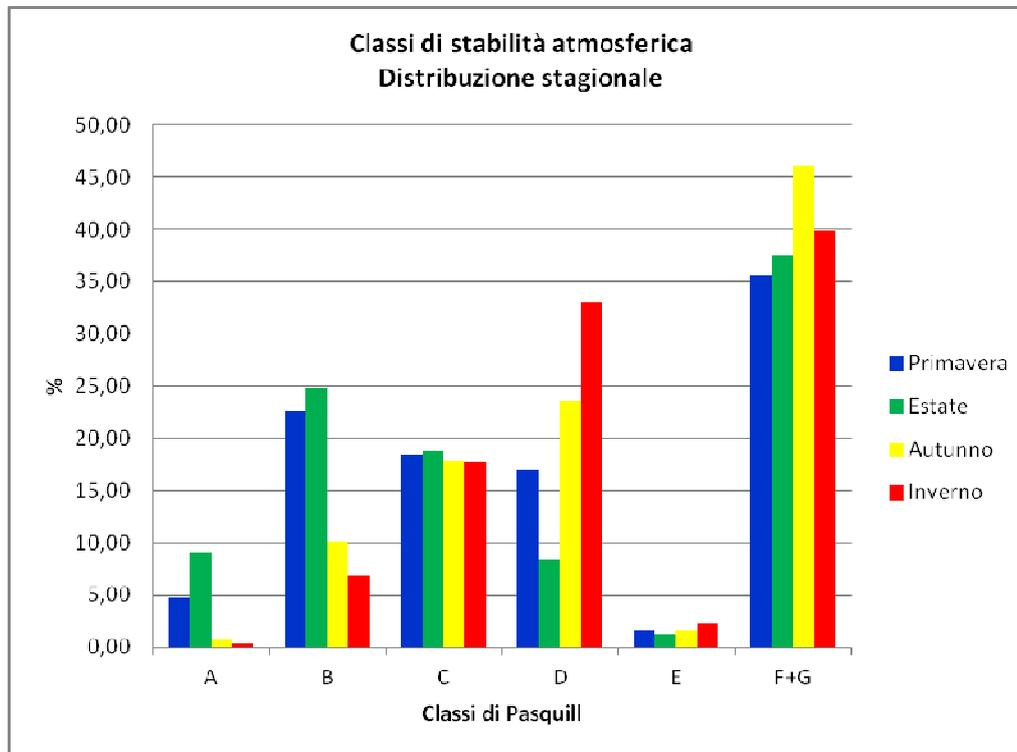


Figura 12. Distribuzione delle frequenze stagionali di accadimento delle classi di stabilità atmosferica per l'area di analisi.  
(Fonte dati: Maind S.r.l. - Elaborazione CALMET per loc. Torri di Quartesolo, 2018).

La distribuzione delle classi di stabilità per l'area oggetto di studio presenta quindi una prevalenza della condizione di stabilità forte (F), seguita da condizioni di instabilità medio-bassa (B e C) e di neutralità (D). Risultano meno rappresentate le condizioni di instabilità forte associabile a giornate con forte radiazione solare e scarsa ventilazione e di stabilità moderata associabile a nottate con vento moderato e copertura nuvolosa media. La situazione presentata nel seguente paragrafo è da ritenersi ragionevolmente applicabile a tutto l'areale di studio considerato

### Lunghezza di Monin-Obukhov ed altezza di inversione termica

Il mescolamento e la diluizione degli inquinanti si verificano prevalentemente al di sotto della quota di inversione termica, all'interno di uno strato che è definito di miscelamento. L'altezza dello strato di miscelamento in condizioni instabili è definita dalla seguente relazione

$$h_{mix} = 0,3 \cdot \frac{u_*}{f} \quad [23]$$

Con:

$u_*$  = velocità di attrito del vento

$f$  = fattore di Coriolis

In condizioni di atmosfera neutra o stabile l'altezza di rimescolamento può invece essere stimata utilizzando la seguente formula di Zilitinkevich:

$$h_{mix} = \frac{u_*}{|f|} \cdot \left[ \frac{1}{c} + \left( \frac{u_*}{|f| \cdot k} \right)^2 \cdot \frac{1}{0,85} \cdot \left( \frac{1}{L} \right)^2 \right]^{-1} \quad [24]$$

Con:

$c$  = costante (0.30)

$u_*$  = velocità di attrito del vento

$f$  = fattore di Coriolis

$k$  = costante di Von Karman (0.35)

$L$  = Lunghezza di Monin-Obukhov

La lunghezza di Monin-Obukhov è un parametro che varia in funzione della classe di stabilità atmosferica ed in particolare secondo il valore di calore sensibile, di calore specifico a pressione costante, di densità dell'aria. In mancanza di tali dati, la lunghezza di Monin-Obukhov può essere stimata con la formula di approssimazione di Liu (1976) ed Irwin (1979), come segue:

$$\frac{1}{L} = a \cdot z_0^B \quad [25]$$

Nella formula [25], i coefficienti  $a$  e  $B$  sono determinati empiricamente a seconda della classe di stabilità, con l'ottenimento dei valori riportati alla seguente Tabella III.

**TABELLA III – Valori empirici dei coefficienti  $a$  e  $B$  secondo approssimazione di Liu (1975) ed Irwin (1979).**

| Classe di stabilità | $a$      | $B$     |
|---------------------|----------|---------|
| A                   | -0,0875  | -0,1029 |
| B                   | -0,03849 | -0,1714 |
| C                   | -0,00807 | -0,3049 |
| D                   | 0        | 0       |
| E                   | 0,00807  | -0,3049 |
| F                   | 0,03849  | -0,1714 |

Utilizzando la formula [25] si ha quindi che il parametro  $1/L$  è negativo per condizioni instabili, nullo per condizioni neutre e positivo per condizioni stabili.

Per la determinazione della velocità di attrito del vento può essere utilizzata la seguente relazione:

$$u_* = \frac{k \cdot u}{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right) - \psi_m\left(\frac{z}{L}\right) + \psi_m\left(\frac{z_0}{L}\right)} \quad [26]$$

Con:

$k$  = costante di Von Karman (0.35)

$u$  = velocità del vento a quota  $z$

$z$  = altezza di riferimento (10 m)

$z_0$  = parametro di rugosità del suolo.

La funzione  $\psi_m$  è detta Funzione Universale di Similarità Relativa. Pur essendo concettualmente una funzione continua in  $z/L$  è più comodo trattare separatamente le situazioni convettive (atmosfera instabile) dalle situazioni neutre e stabili, come segue:

condizioni di atmosfera instabili (Classi A, B, C –  $1/L < 0$ ) – Relazione di Businger-Dyer

$$\psi_m\left(\frac{z}{L}\right) = \ln\left[\left(\frac{1+x^2}{2}\right) \cdot \left(\frac{1+x}{2}\right)^2\right] - 2 \tan^{-1} x + \pi/2 \quad [27]$$

Con:

$$x = \left(1 - 16 \cdot \frac{z}{L}\right)^{\frac{1}{4}} \quad [28]$$

condizioni di atmosfera neutre e stabili (Classi D, E, F –  $1/L \geq 0$ )

$$\psi_m\left(\frac{z}{L}\right) = -5 \cdot \frac{z}{L} \quad [29]$$

Il software di modellazione meteorologica CALMET fornisce automaticamente il valore della quota di inversione termica, per la definizione dell'altezza dello strato di rimescolamento (PBL) nelle diverse ore del periodo di previsione.

I risultati della post-elaborazione (medie della quota di inversione termica nelle diverse classi di stabilità) sono riportati alla seguente tabella.

Il campo meteorologico implementato nel software utilizza comunque i valori puntuali orari di inversione di quota.

TABELLA IV – Calcolo dell'altezza di inversione termica nelle diverse classi di velocità e come valore medio.

| Altezza di inversione termica (m) |             |             |            |            |            |           |
|-----------------------------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|-----------|
|                                   | A           | B           | C          | D          | E          | F         |
| N                                 | 1137        | 1013        | 551        | 273        | 231        | 52        |
| NNE                               | 1156        | 1140        | 605        | 433        | 240        | 59        |
| NE                                | 1226        | 1267        | 805        | 583        | 201        | 59        |
| ENE                               | 1183        | 1274        | 693        | 645        | 221        | 52        |
| E                                 | 1244        | 1405        | 1013       | 935        | 227        | 51        |
| ESE                               | 1356        | 1484        | 1111       | 1018       | 209        | 51        |
| SE                                | 1521        | 1542        | 1002       | 655        | 631        | 52        |
| SSE                               | 1451        | 1277        | 862        | 594        | 198        | 51        |
| S                                 | 1527        | 1265        | 736        | 380        | 149        | 54        |
| SSW                               | 1442        | 1319        | 1100       | 445        | 108        | 51        |
| SW                                | 1347        | 1377        | 1237       | 946        | 229        | 54        |
| WSW                               | 1434        | 1434        | 1014       | 716        | 207        | 59        |
| W                                 | 1542        | 865         | 299        | 219        | 307        | 50        |
| WNW                               | 1387        | 504         | 183        | 115        | 150        | 50        |
| NW                                | 1081        | 486         | 284        | 277        | 198        | 148       |
| NNW                               | 946         | 766         | 374        | 190        | 217        | 51        |
| Media per classe                  | <b>1279</b> | <b>1103</b> | <b>648</b> | <b>480</b> | <b>723</b> | <b>52</b> |

Fonte dati: Maind S.r.l. - Elaborazione CALMET per loc. Torri di Quartesolo, 2018.



## DESCRIZIONE DELLE SORGENTI DI EMISSIONE

La presente relazione di valutazione previsionale di impatto atmosferico ha preso in considerazione uno specifico scenario di emissione antropogenica connesso al progetto di ristrutturazione con cambio di destinazione d'uso da artigianale a commerciale di un fabbricato in comune di Torri di Quartesolo (VI), con aumento dei volumi di traffico su alcuni assi della viabilità principale e secondaria. In recepimento delle richieste di integrazione avanzate dalla commissione V.I.A. provinciale, è stato studiato il seguente scenario di emissione, confrontato con lo stato di fatto che definisce la situazione emissiva attuale:

- **Fase di esercizio:** conversione di fabbricato da artigianale a commerciale con produzione di traffico indotto su viabilità esistente e cumulazione impatto con effetti indotti da intervento Franciacorta R.E.D. nella medesima area di analisi.

Lo scenario presenta caratteristiche di emissione specifiche e legate all'attivazione delle tipologie di sorgenti presenti, nonché alle caratteristiche tecnologiche dei veicoli che costituiranno prevedibilmente il parco veicolare in transito lungo gli assi viari principali, considerati nella presente relazione tecnica.

Sono quindi riportate di seguito le metodologie impiegate per la definizione delle sorgenti e per la quantificazione degli inquinanti immessi da ciascuna di esse, per l'applicazione dei modelli di calcolo nello scenario di emissione considerato.

### Fase di esercizio

#### *Sorgenti puntiformi*

Il progetto di ristrutturazione con cambio d'uso non prevede inserimento di alcun tipo di nuova sorgente puntiforme significativa.

#### Sorgenti lineari

Le sorgenti lineari sono rappresentate dal traffico veicolare in transito lungo gli assi viari considerati nella presente relazione tecnica. Per il calcolo delle emissioni generate dai veicoli in transito è necessario conoscere la composizione del parco veicolare in termini di tipologia del veicolo (leggero e pesante) e di tipologia e tecnologia di alimentazione (benzina/diesel e convenzionale/catalizzato). Tali dati infatti consentono di produrre opportune medie pesate dei fattori di emissione di ciascuna tipologia di veicolo per arrivare ad un valore medio che viene poi inserito nel software CALINE4 per la modellazione della dispersione degli inquinanti.

Per la composizione degli autoveicoli l'analisi si è avvalsa dei dati riportati nelle serie storiche pubblicate da ACI nel 2012, riferite alla distribuzione del parco autovetture nazionale nell'anno 2011, suddivise per tipo di alimentazione e per anno di immatricolazione, utile per poter determinare la tipologia di abbattimento catalitico degli inquinanti installato. L'analisi della serie storica ha permesso di stimare per l'anno 2011 una percentuale del 55,4% di veicoli a benzina, del 39,8% di veicoli diesel e del 4,8% di veicoli a GPL/metano su un totale di

36,432,622 veicoli circolanti. La composizione dettagliata del parco autoveicoli italiano è rappresentata nella seguente Tabella V.

**Tabella V – Composizione del parco autoveicoli italiano nell'anno 2011.**

| Tipologia di catalisi | Numero autoveicoli |                 |                | Percentuale autoveicoli (%) |            |            |
|-----------------------|--------------------|-----------------|----------------|-----------------------------|------------|------------|
|                       | Benzina            | Gasolio         | GPL/metano     | Benzina                     | Gasolio    | GPL/metano |
| Euro 0                | 4099472            | 694853          | 298535         | 20,3                        | 4,8        | 16,9       |
| Euro I                | 3649360            | 815776          | 225347         | 18,1                        | 5,6        | 12,7       |
| Euro II               | 3564375            | 1787885         | 149808         | 17,7                        | 12,3       | 8,5        |
| Euro III              | 3938355            | 4443886         | 145382         | 19,5                        | 30,7       | 8,2        |
| Euro IV               | 3495921            | 4807780         | 612237         | 17,3                        | 33,2       | 34,6       |
| Euro V                | 1425674            | 1937991         | 339985         | 7,1                         | 13,4       | 19,2       |
| <b>TOTALE</b>         | <b>20173157</b>    | <b>14488171</b> | <b>1771294</b> | <b>100</b>                  | <b>100</b> | <b>100</b> |

Fonte dati: ACI 2012.

Per quanto riguarda i veicoli pesanti a livello cautelativo si segue l'ipotesi che la composizione preveda una larghissima maggioranza per i veicoli ad alimentazione diesel caratterizzati dai fattori di emissione più elevati. Tale ipotesi trova conferma nei dati pubblicati da ANFIA-ACI nel 2013 nello studio "Trasporto merci su strada, analisi economico-statistica delle potenzialità e criticità di un settore strategico per lo sviluppo sostenibile", in cui si propone (sulla base dei dati ricavati da ACI) un percentuale di circa il 95% di autocarri con alimentazione a gasolio (aggiornamento all'anno 2011).

Per quanto riguarda la distribuzione delle tecnologie di catalisi dal medesimo studio sono desumibili i seguenti dati medi: Euro 0 = 21,0%; Euro 1 = 9,1%; Euro 2 = 18,1%; Euro 3 = 26,0%; Euro 4 = 21,4%; Euro 5 = 4,4%

I fattori di emissione per i parametri,  $C_6H_6$ ,  $C_{20}H_{12}$ ,  $NO_x$ ,  $PM_{10}$  e  $PM_{2,5}$  sono stati ricavati dai dati pubblicati da I.S.P.R.A. nel manuale nazionale dei fattori di emissione a partire da dati basati sul software COPERT III per il 2016 e consultabili al sito web <http://www.sinanet.apat.it/it/sinanet/fetransp/>.

I fattori di emissione medi sono stati quindi calcolati partendo dai valori presentati per ciascun inquinante e per ciascuna tipologia di veicolo, di alimentazione e considerando il ciclo di guida urbano, in relazione alle modalità di fruizione dei diversi assi viari della viabilità primaria, secondaria ed interna al lotto di intervento. I fattori di emissione così calcolati sono riportati al sito <http://www.sinanet.isprambiente.it> all'interno della banca dati dei fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia e sono ulteriormente riportati nella seguente tabella.

**Tabella VI – Fattori medi di emissione per traffico veicolare per ciclo di guida "urbano".**

| Fattore medio di emissione (g/Km*veicolo) |             |                      |             |             |             |
|---|-------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|
| Tipologia veicolo                         | $C_6H_6$    | $C_{20}H_{12}$       | $NO_x$      | $PM_{10}$   | $PM_{2,5}$  |
| <b>Leggeri</b>                            | 0,002504321 | $1,14 \cdot 10^{-6}$ | 0,458665533 | 0,048773542 | 0,032739566 |
| <b>Pesanti</b>                            | 0,00013385  | $0,90 \cdot 10^{-6}$ | 7,501464445 | 0,333621805 | 0,259938442 |

Fonte dati: I.S.P.R.A. 2019.

Per quanto riguarda il fattore di emissione del particolato sospeso, i valori riportati nella precedente tabella si riferiscono unicamente all'emissione contenuta nei gas di scarico dei veicoli. Una parte rilevante di emissione di



questo inquinante è però prodotta dalla risospensione delle polveri a seguito del transito dei veicoli sulle strade asfaltate.

Per la determinazione del fattore di emissione di polveri per sollevamento dalla sede stradale è richiamata la relazione contenute nel documento "AP 42, Fifth Edition – Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources" pubblicato da U.S.-E.P.A. (Environmental Protection Agency).

In particolare per la fase inerente il sollevamento di polveri inerti da sede stradale asfaltata viene utilizzata l'equazione "Paved roads [Equation(2), AP-42 13.2.1]":

$$E_{EXT} = k \cdot (sL)^{0,91} \cdot (W)^{1,02} \quad [30]$$

Con:

$E_{EXT}$  = quantità di particolato PM<sub>10</sub> emesso in g/VKT (grammi per veicolo per chilometro percorso)

$k$  = costante moltiplicativa legata alla granulometria della polvere, in questo caso pari a 0,62 per PM<sub>10</sub> ed a 0,15 per PM<sub>2,5</sub>.

$sL$  = carico di sedimento sulla superficie stradale in g/m<sup>2</sup> (range di validità dell'equazione 0,03 – 400) variabile a seconda del numero di transiti giornalieri medi.

$W$  = peso medio in tonnellate dei veicoli in transito.

I fattori di emissione per le polveri sono quindi integrati anche della quota prodotta per risospensione del particolato dalla sede stradale asfaltata, per l'ottenimento del fattore di emissione complessivo.

Si ricorda inoltre che nel presente studio si utilizza in via cautelativa il fattore di emissione per il totale NO<sub>x</sub> in riferimento al biossido di azoto, assumendo quindi in via cautelativa che tutta la miscela NO+NO<sub>2</sub> sia fortemente sbilanciata verso il biossido di azoto. In realtà va comunque fatto rilevare che il fattore di emissione da traffico proprio di NO<sub>2</sub> è pari a circa al 30% di quello di NO<sub>x</sub>. I valori prodotti dalla modellazione sono quindi prevedibilmente sovrastimati rispetto al controllo del rispetto del limite per il biossido di azoto.

Per la modellazione delle emissioni da traffico, il programma CALINE4 è stato implementato caricando uno schema dei principali assi viari per i quali risultavano disponibili i dati di viabilità, desunti da uno studio specifico condotto sul caso in esame, integrati anche da quelli per i quali potrebbero essere prevedibili delle modificazioni dei flussi veicolari, in relazione alla redistribuzione del traffico indotto all'interno del reticolo della viabilità interna al lotto e relativa alle aree parcheggio in progetto. In particolare sono stati considerati i segmenti viari per lo stato di fatto e per lo scenario "Fase di esercizio" riportati nella seguente figura.

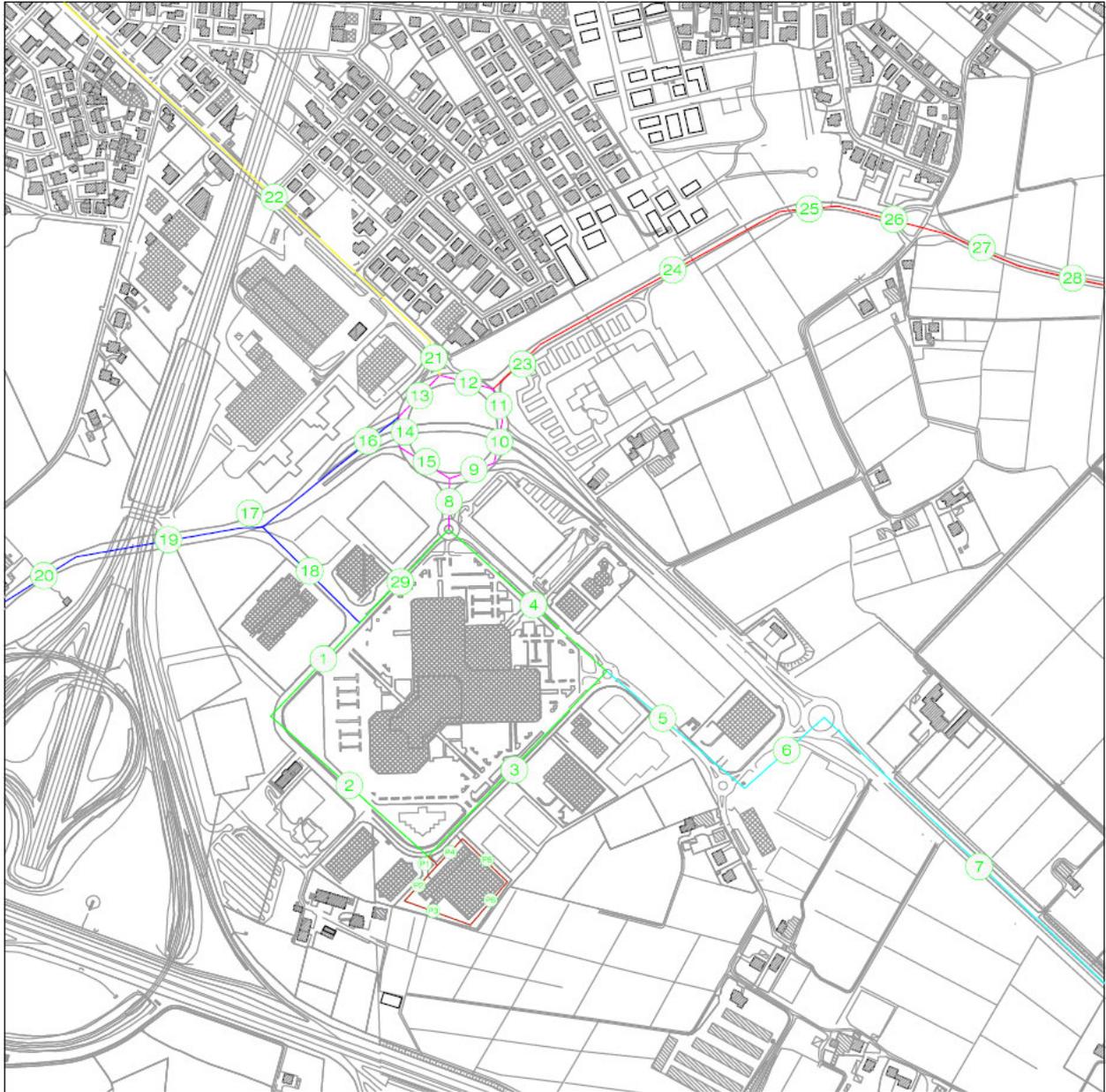


Figura 13. Estratto C.T.R. con schematizzazione dei segmenti di traffico considerati.

Per il calcolo tramite software previsionale CALINE4 é necessario valutare il contributo del traffico veicolare nello stato di fatto, per poter quindi stimare l'aumento di tale variabile nello scenario "Fase di esercizio".

Il software di calcolo permette di poter inserire i flussi di traffico anche su base oraria, per poter garantire una ancor più aderente corrispondenza tra le fluttuazioni nelle movimentazioni nell'arco della giornata e la variazione delle principali componenti meteo climatiche che influenzano la dispersione degli inquinanti.

Sulla base dei dati disponibili nello studio di viabilità, e del periodo di apertura della struttura commerciale in progetto, la presente analisi si è pertanto concentrata sulle modificazione dei flussi orari medi di veicoli leggeri e

pesanti in periodo diurno tra le ore 08:00 e le ore 20:00, come media pesata tra quelli risultanti dal modello di calcolo viabilistico per le giornate campione analizzate (venerdì 20.09.2019 e sabato 21.09.2019) su entrambe le direzioni di marcia di due sezioni individuate rispettivamente in corrispondenza dei tratti di Via Nazionale (sezione 1) e di Via Borsellino (sezione 2).



Figura 14. Ortofoto con indicazione della sezione utilizzata per i rilievi del traffico.

Per la valutazione del Traffico Medio Orario in ciascuna ora (T.M.O.) del periodo analizzato si opera una media pesata tra le giornate di venerdì e sabato, ipotizzando che la giornata di venerdì rappresenti i giorni feriali e la giornata di sabato rappresenti i giorni festivi, secondo la seguente relazione:

$$TMO_i = TOV_i \cdot 0,714 + TOS_i \cdot 0,286 \quad [31]$$

Con:

- TMO<sub>i</sub> = Traffico Medio Orario nell'ora i-esima;
- TOV<sub>i</sub> = Traffico Orario Venerdì nell'ora i-esima;
- TOS<sub>i</sub> = Traffico Orario Sabato nell'ora i-esima;



I risultati ottenuti sono riportati nella seguente tabella.

**Tabella VII – Traffico Medio Orario nello stato di fatto su Sezione 1 nel periodo di tempo analizzato con evidenziazione dell'ora di punta (ora con il massimo di veicoli).**

| Orario      | T.M.O   |         |        | % leggeri | % pesanti |
|-------------|---------|---------|--------|-----------|-----------|
|             | Leggeri | Pesanti | Totali |           |           |
| 08.00-09.00 | 1394    | 14      | 1408   | 0,99      | 0,01      |
| 09.00-10.00 | 1615    | 10      | 1626   | 0,99      | 0,01      |
| 10.00-11.00 | 1249    | 14      | 1264   | 0,99      | 0,01      |
| 11.00-12.00 | 1821    | 11      | 1832   | 0,99      | 0,01      |
| 12.00-13.00 | 1245    | 12      | 1257   | 0,99      | 0,01      |
| 13.00-14.00 | 1215    | 7       | 1223   | 0,99      | 0,01      |
| 14.00-15.00 | 1016    | 6       | 1022   | 0,99      | 0,01      |
| 15.00-16.00 | 1148    | 5       | 1153   | 1,00      | 0,00      |
| 16.00-17.00 | 1633    | 4       | 1637   | 1,00      | 0,00      |
| 17.00-18.00 | 1865    | 4       | 1869   | 1,00      | 0,00      |
| 18.00-19.00 | 1680    | 1       | 1681   | 1,00      | 0,00      |
| 19.00-20.00 | 1452    | 1       | 1453   | 1,00      | 0,00      |

**Tabella VIII – Traffico Medio Orario nello stato di fatto su Sezione 2 nel periodo di tempo analizzato con evidenziazione dell'ora di punta (ora con il massimo di veicoli).**

| Orario      | T.M.O   |         |        | % leggeri | % pesanti |
|-------------|---------|---------|--------|-----------|-----------|
|             | Leggeri | Pesanti | Totali |           |           |
| 08.00-09.00 | 748     | 6       | 754    | 0,99      | 0,01      |
| 09.00-10.00 | 691     | 8       | 699    | 0,99      | 0,01      |
| 10.00-11.00 | 780     | 10      | 790    | 0,99      | 0,01      |
| 11.00-12.00 | 849     | 11      | 860    | 0,99      | 0,01      |
| 12.00-13.00 | 893     | 12      | 905    | 0,99      | 0,01      |
| 13.00-14.00 | 900     | 8       | 908    | 0,99      | 0,01      |
| 14.00-15.00 | 913     | 8       | 920    | 0,99      | 0,01      |
| 15.00-16.00 | 953     | 6       | 959    | 0,99      | 0,01      |
| 16.00-17.00 | 1095    | 8       | 1103   | 0,99      | 0,01      |
| 17.00-18.00 | 1292    | 6       | 1298   | 1,00      | 0,00      |
| 18.00-19.00 | 1181    | 1       | 1182   | 1,00      | 0,00      |
| 19.00-20.00 | 1063    | 0       | 1063   | 1,00      | 0,00      |

Lo studio di viabilità indica quindi un valore di induzione di traffico nell'ora di punta pari a +502 veicoli/ora (suddivisi in +308 veicoli/ora indotti dall'intervento in oggetto, cui si sommano +194 veicoli/ora indotti dall'intervento Franciacorta R.E.D.), i quali sono da presupporre composti in modo pressoché totale da veicoli leggeri, stante l'uso commerciale delle aree oggetto di intervento, i quali si ripartiranno sulla viabilità esterna secondo lo schema riportato alla figura seguente, desunto dallo studio di viabilità.



Figura 15. Schema di ripartizione del traffico indotto sulla viabilità esterna.

In riferimento alla distribuzione del traffico si ipotizza che il valore massimo di 502 veicoli/ora (ora di punta) rappresenti il 100% di induzione.

I risultati globali di ripartizione del traffico sono quindi proposti nella seguente Tabella per tutti i segmenti di traffico considerati in termini di percentuale rispetto al valore massimo.

Tabella IX – Ipotesi di distribuzione del traffico sulla viabilità interna ed esterna rispetto al valore di punta di traffico indotto.

| ID segmento                            | % su totale indotto ora di punta |
|--|----------------------------------|
| 01, 02, 03, 04                         | 50                               |
| 05, 06, 07                             | 15                               |
| 08                                     | 72                               |
| 09, 10, 11, 12, 13                     | 42                               |
| 14, 15, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 | 30                               |
| 16, 18                                 | 13                               |
| 17, 19, 20                             | 25                               |
| 29                                     | 37                               |
| P1                                     | 61                               |
| P2, P3                                 | 34                               |
| P4, P5                                 | 19                               |
| P6                                     | 8                                |

Inoltre risulta necessario poter valutare, in analogia con i dati disponibili per lo stato di fatto, un profilo orario di induzione di traffico, in quanto risulterebbe eccessivamente sovrastimato attribuire il valore di induzione di punta a tutto il periodo di apertura della struttura.

Per poter valutare un profilo orario ragionevole e che risulti il più possibile congruente con i dati effettivamente rilevati nelle sezioni di indagine, si è proceduto a valutare il fattore di diminuzione medio dei flussi orari delle singole ore in rapporto a quello dell'ora di punta, ottenendo il seguente profilo.

Tabella X – Fattore diminuzione di traffico orario rispetto all'ora di punta nel periodo di analisi.

| Ora           | Fattore di diminuzione su punta |
|---------------|---------------------------------|
| 08.00 – 09.00 | 0,66                            |
| 09.00 – 10.00 | 0,70                            |
| 10.00 – 11.00 | 0,64                            |
| 11.00 – 12.00 | 0,82                            |
| 12.00 – 13.00 | 0,68                            |
| 13.00 – 14.00 | 0,67                            |
| 14.00 – 15.00 | 0,63                            |
| 15.00 – 16.00 | 0,68                            |
| 16.00 – 17.00 | 0,86                            |
| 17.00 – 18.00 | 1,00                            |
| 18.00 – 19.00 | 0,91                            |
| 19.00 – 20.00 | 0,80                            |

A questo punto per ogni segmento secondario è stata calcolata il flusso indotto nell'ora di punta sulla base della percentuale di distribuzione di cui alla Tabella IX; successivamente per ogni segmento è stato calcolato il profilo orario indotto moltiplicando il valore di punta relativo per il contributo percentuale di ogni ora rispetto all'ora di punta. A livello analitico l'algoritmo è sintetizzabile nella seguente relazione:

$$TMO_{ij} = TP_{Indotto} \cdot FD_j \cdot FOP_i \quad [32]$$

Con:

- TMO<sub>ij</sub> = Traffico Medio Orario indotto nell'ora i-esima per il segmento j-esimo;
- TP<sub>Indotto</sub> = Traffico di Punta indotto;
- FD<sub>j</sub> = Fattore di distribuzione del traffico indotto sul segmento j-esimo (rif. Tabella IX);
- FOP<sub>i</sub> = Fattore Orario di diminuzione del traffico nell'ora i-esima rispetto al valore di punta (rif. Tabella X).



Applicando la relazione [32] si ottengono i seguenti profili di traffico orario indotto nel periodo di apertura delle due medie strutture per ciascun segmento di traffico.

**Tabella XI – Profili orari di traffico indotto sui segmenti di traffico analizzati nel periodo di analisi.**

| Orario        | ID SEGMENTO |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
|---------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
|               | 01          | 02  | 03  | 04  | 05  | 06  | 07  | 08  | 09  | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16 |
| 08.00 – 09.00 | 166         | 166 | 166 | 166 | 50  | 50  | 50  | 241 | 141 | 141 | 141 | 141 | 141 | 99  | 99  | 42 |
| 09.00 – 10.00 | 176         | 176 | 176 | 176 | 53  | 53  | 53  | 254 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 105 | 105 | 44 |
| 10.00 – 11.00 | 160         | 160 | 160 | 160 | 48  | 48  | 48  | 231 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 96  | 96  | 40 |
| 11.00 – 12.00 | 205         | 205 | 205 | 205 | 62  | 62  | 62  | 296 | 174 | 174 | 174 | 174 | 174 | 123 | 123 | 51 |
| 12.00 – 13.00 | 171         | 171 | 171 | 171 | 52  | 52  | 52  | 247 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 102 | 102 | 43 |
| 13.00 – 14.00 | 169         | 169 | 169 | 169 | 51  | 51  | 51  | 245 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 101 | 101 | 42 |
| 14.00 – 15.00 | 157         | 157 | 157 | 157 | 48  | 48  | 48  | 227 | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 | 94  | 94  | 39 |
| 15.00 – 16.00 | 170         | 170 | 170 | 170 | 51  | 51  | 51  | 246 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 101 | 101 | 43 |
| 16.00 – 17.00 | 216         | 216 | 216 | 216 | 65  | 65  | 65  | 313 | 183 | 183 | 183 | 183 | 183 | 129 | 129 | 54 |
| 17.00 – 18.00 | 251         | 251 | 251 | 251 | 76  | 76  | 76  | 363 | 213 | 213 | 213 | 213 | 213 | 150 | 150 | 63 |
| 18.00 – 19.00 | 228         | 228 | 228 | 228 | 69  | 69  | 69  | 329 | 193 | 193 | 193 | 193 | 193 | 136 | 136 | 57 |
| 19.00 – 20.00 | 228         | 228 | 228 | 228 | 69  | 69  | 69  | 329 | 193 | 193 | 193 | 193 | 193 | 136 | 136 | 57 |
|               |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
|               | 17          | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  |     |     |    |
| 08.00 – 09.00 | 84          | 42  | 84  | 84  | 99  | 99  | 99  | 99  | 99  | 99  | 99  | 99  | 125 |     |     |    |
| 09.00 – 10.00 | 88          | 44  | 88  | 88  | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 132 |     |     |    |
| 10.00 – 11.00 | 80          | 40  | 80  | 80  | 96  | 96  | 96  | 96  | 96  | 96  | 96  | 96  | 120 |     |     |    |
| 11.00 – 12.00 | 103         | 51  | 103 | 103 | 123 | 123 | 123 | 123 | 123 | 123 | 123 | 123 | 154 |     |     |    |
| 12.00 – 13.00 | 86          | 43  | 86  | 86  | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 128 |     |     |    |
| 13.00 – 14.00 | 85          | 42  | 85  | 85  | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 127 |     |     |    |
| 14.00 – 15.00 | 79          | 39  | 79  | 79  | 94  | 94  | 94  | 94  | 94  | 94  | 94  | 94  | 118 |     |     |    |
| 15.00 – 16.00 | 85          | 43  | 85  | 85  | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 127 |     |     |    |
| 16.00 – 17.00 | 109         | 54  | 109 | 109 | 129 | 129 | 129 | 129 | 129 | 129 | 129 | 129 | 162 |     |     |    |
| 17.00 – 18.00 | 126         | 63  | 126 | 126 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 188 |     |     |    |
| 18.00 – 19.00 | 114         | 57  | 114 | 114 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 171 |     |     |    |
| 19.00 – 20.00 | 114         | 57  | 114 | 114 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 171 |     |     |    |
|               |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
|               | P1          | P2  | P3  | P4  | P5  | P6  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 08.00 – 09.00 | 204         | 113 | 113 | 64  | 64  | 27  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 09.00 – 10.00 | 216         | 120 | 120 | 68  | 68  | 28  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 10.00 – 11.00 | 196         | 109 | 109 | 62  | 62  | 25  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 11.00 – 12.00 | 252         | 140 | 140 | 79  | 79  | 33  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 12.00 – 13.00 | 209         | 116 | 116 | 66  | 66  | 27  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 13.00 – 14.00 | 208         | 115 | 115 | 65  | 65  | 27  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 14.00 – 15.00 | 193         | 107 | 107 | 61  | 61  | 25  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 15.00 – 16.00 | 208         | 116 | 116 | 66  | 66  | 27  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 16.00 – 17.00 | 265         | 147 | 147 | 84  | 84  | 34  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 17.00 – 18.00 | 308         | 171 | 171 | 97  | 97  | 40  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 18.00 – 19.00 | 279         | 155 | 155 | 88  | 88  | 36  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
| 19.00 – 20.00 | 279         | 155 | 155 | 88  | 88  | 36  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |

A ciascun segmento è quindi attribuito in fattore di emissione medio per ciascun inquinante, tenuto in considerazione che l'induzione di traffico interesserà in modo pressoché totale veicoli leggeri.

Per la restante frazione del periodo diurno e per il periodo notturno invece i dati di input al modello risultano di fatto invariati tra stato di fatto e stato di progetto, a fronte di un'induzione di traffico nulla nei periodi la futura area commerciale non risulterà aperte al pubblico. Applicando quindi l'induzione di traffico allo stato di fatto si ottiene la configurazione di progetto caricata come input al modello. L'analisi delle due condizioni di traffico (progetto e stato di fatto) consente quindi di calcolare i contributi in emissione del traffico veicolare indotto, per la valutazione dell'impatto atmosferico in relazione ai valori dello stato di fatto.

## DESCRIZIONE DEGLI SCENARI DI STUDIO

### Dominio spaziale ed orografico

La dispersione degli inquinanti considerati dalla presente relazione di valutazione previsionale di impatto atmosferico è stata condotta su un dominio spaziale di 1500x1500 m, con griglia di calcolo 100x100m (256 punti), con estremo Sud-Ovest alle coordinate UTM32: 704473 m E; 5042358 m N; e con estremo Nord-Est alle coordinate UTM32: 705973 m E; 5043858 m N (rif. Figura 16).

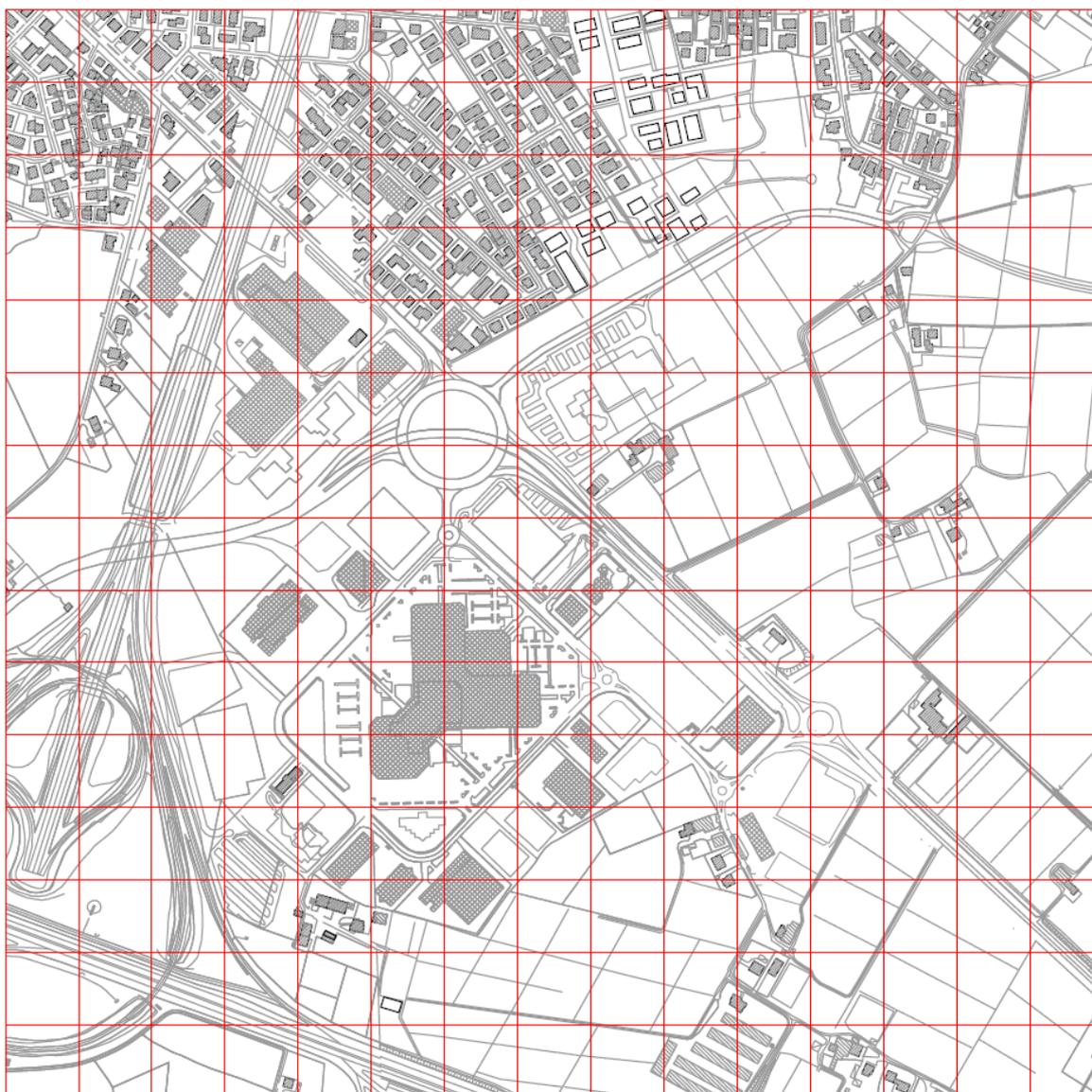


Figura 16. Mappa grafica con indicazione della griglia di calcolo utilizzata per la modellazione della dispersione degli inquinanti sul territorio.

Stante l'areale di calcolo considerato il presente studio è stato condotto nell'ipotesi semplificativa secondo cui sono stati ritenuti trascurabili gli eventuali fenomeni di deposizione che possono potenzialmente coinvolgere gli inquinanti considerati.

Il modello è stato implementato impostando il reticolo orografico e di rugosità del suolo georeferenziato, ricavato mediante preprocessore LANDUSE dal geodatabase nazionale disponibile. Il reticolo si compone dello stesso numero di punti utilizzati per il dominio di calcolo, a cui è associato il relativo valore altimetrico desunto dal geodatabase nazionale. La griglia ottenuta è quindi statisticamente interpolata con metodo *Modified Shepard's Method* ad anisotropia nulla con il software Surfer ® per la creazione della mappa di cui alla seguente figura 17.

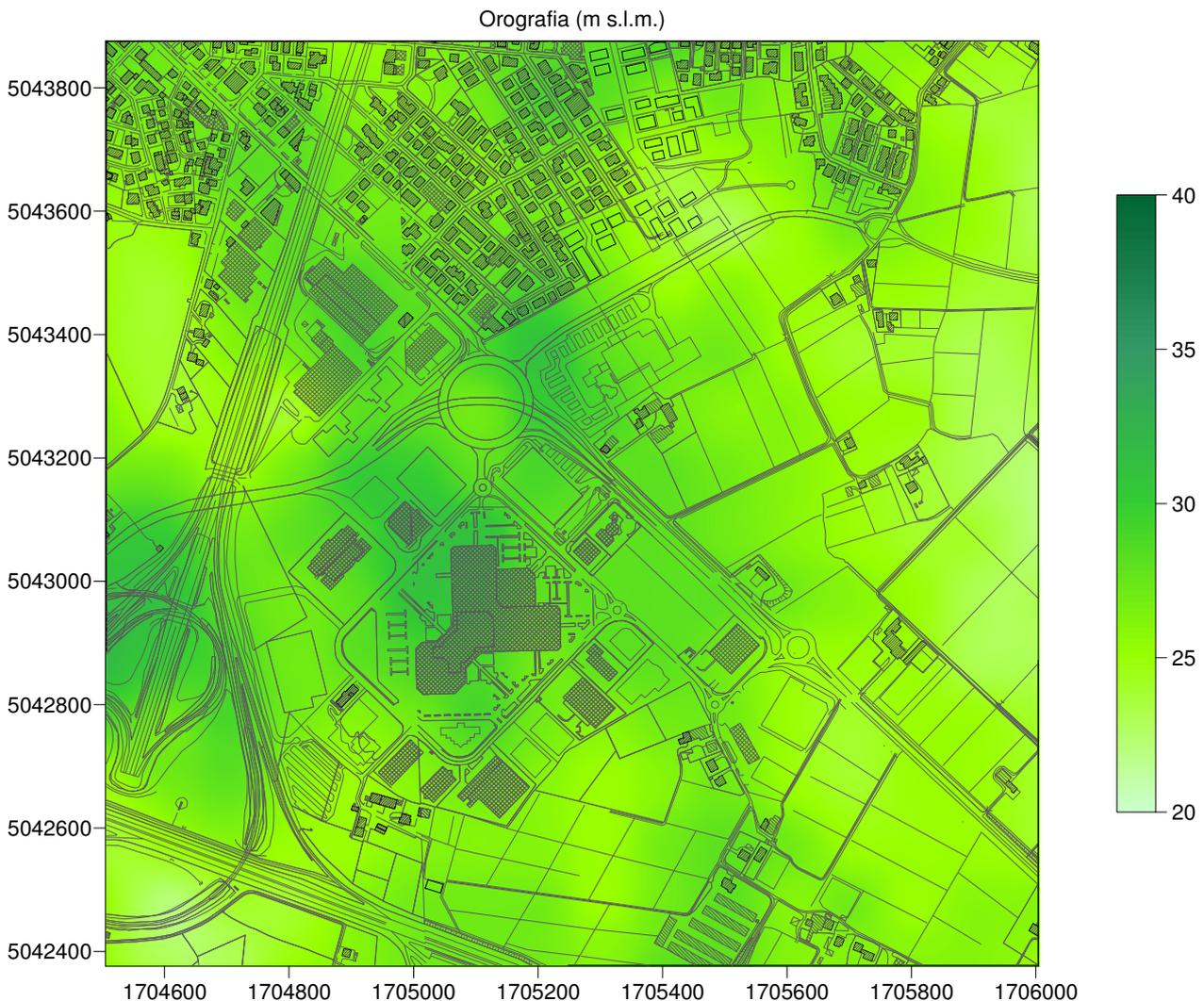


Figura 17. Mappa della distribuzione altimetrica (in metri s.l.m.) all'interno del dominio di calcolo.

## Stato di fatto

Per la definizione dei valori di concentrazione degli inquinanti considerati nello stato di fatto sono stati considerati in prima analisi i risultati del monitoraggio con campagna mobile effettuata da A.R.P.A.V. nel 2018 all'interno del territorio comunale di Torri di Quartesolo, lungo via Roma (rif. A.R.P.A.V., 2019 – *Campagna di Monitoraggio della Qualità dell'aria. Comune di Torri di Quartesolo. Via Roma*)

Tale stazione rilocabile è assimilata ad una tipologia di Fondo Urbano (FU), tipica delle condizioni riferibili alle aree residenziali con flussi di traffico modesti. Siccome il dominio di calcolo comprende anche un'area a destinazione d'uso industriale/commerciale ed infrastrutture di grande traffico, l'utilizzo dei dati della campagna A.R.P.A.V. sopraccitata potrebbe comportare una sottostima in termini di qualità media dell'aria su tutto l'areale interessato dall'analisi.

Onde ovviare a questa possibile sottostima, non disponendo di dati direttamente misurati all'interno o in prossimità del parco commerciale, sulla base delle analogie della stazione di Via Roma con le aree residenziali di Fondo Urbano di Vicenza (stazione Vicenza – Quartiere Italia), si inseriscono nell'analisi di stato di fatto anche i dati relativi al medesimo anno 2018 per una stazione di Traffico Urbano del vicentino (Vicenza – Via San Felice) (rif. A.R.P.A.V., 2019. *Relazione regionale della qualità dell'aria – Anno di riferimento 2018*).

I dati delle due tipologie di stazione sono quindi mediati per l'ottenimento di un valore da attribuire all'intero dominio di calcolo, considerando che, operando in questo modo, si introduce probabilmente una sovrastima dei livelli in corrispondenza delle aree residenziali ed agricole, la quale è tuttavia del tutto tollerabile ragionando nell'ottica del principio di cautela (in questo caso perseguito applicando un valore di fondo per gli inquinanti probabilmente più elevato rispetto a quanto potenzialmente riscontrabile).

Unicamente per il parametro PM<sub>2,5</sub>, in assenza di dati per la stazione mobile di Torri di Quartesolo e per quella fissa di Vicenza – Via San Felice, si utilizzeranno quelli riferiti alla stazione fissa di Vicenza – Quartiere Italia per l'anno 2018.

I valori assegnati ad ogni singola cella sono quindi riassunti e riportati alla seguente Tabella.

**Tabella XII – Attribuzione valori di concentrazione di fondo alle celle del dominio di calcolo per i parametri oggetto di studio.**

| Tipologia di stazione          | Valore di concentrazione media nel 2018     |  |   |            |                                    |                                     |
|--------------------------------|---|--|---|------------|------------------------------------|-------------------------------------|
|                                | BENZENE<br>(C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) | BENZO(A)PIRENE<br>(C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> ) | BIOSSIDO DI AZOTO<br>(NO <sub>2</sub> ) |            | PARTICOLATO<br>(PM <sub>10</sub> ) | PARTICOLATO<br>(PM <sub>2,5</sub> ) |
|                                | Anno  | anno   | Anno                                    | Ora        | Anno                               | Anno                                |
| FU<br>Torri di Quartesolo      | 0,800                                       | 0,200  | 24,0                                    | 105        | 29,00                              | n.d                                 |
| TU<br>Vicenza – Via San Felice | 1,100                                       | 0,900  | 34,0                                    | n.d.       | 34,00                              | n.d.                                |
| Media                          | <b>0,950</b>                                | <b>0,550</b>   | <b>29,0</b>                             | <b>105</b> | <b>31,50</b>                       | <b>24,00<sup>2</sup></b>            |

<sup>1</sup> Tutti i valori sono espressi in µg/m<sup>3</sup> ad eccezione del parametro benzo(a)pirene per cui i valori sono espressi in ng/m<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Valore relativo alla stazione di Vicenza – Quartiere Italia



Stanti i dati rilevati da A.R.P.A.V. nell'anno campione non si rilevano particolari criticità rispetto ai limiti previsti dal D.Lgs. 155/2010, descrivendo sostanzialmente una condizione emissiva generalmente conforme.

### **Fase di esercizio**

Lo Scenario "fase di esercizio" valuta le modificazioni prodotte sulla distribuzione degli inquinanti aerodispersi prodotte dal traffico indotto dal progetto (sorgenti lineari) secondo le parametrizzazioni indicate nei paragrafi precedenti.

## **APPLICAZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO E RISULTATI**

### **Fase di esercizio**

#### Descrizione del procedimento di calcolo

La dispersione degli inquinanti considerati dalla presente relazione di valutazione previsionale di impatto atmosferico è stata condotta applicando il software previsionale MMS CALINE4 per le sorgenti lineari (traffico stradale) implementato come descritto in precedenza e sul dominio di calcolo composto dalla griglia di cui alla figura 16.

Con i risultati ottenuti dai software di calcolo sono state quindi ottenute delle matrici  $x,y,z$  (con  $x,y$  = coordinate del punto di calcolo e  $z$  = valore calcolato) utilizzando le quali è stato possibile creare su base statistica (metodo di aggregazione tipo *Modified Sheperd's Method* ad angolo di anisotropia nullo, quale algoritmo che risultava fittare con più precisione i dati puntuali calcolati) delle mappe di dispersione dei vari inquinanti per ciascuno degli scenari di studio, tramite l'utilizzo del software Surfer 8.0 della Golden Software. Tali mappe sono state poi sovrapposte all'estratto di Carta Tecnica Regionale disponibile per l'area per fornire la rappresentazione grafica completa della dispersione media annua dei vari inquinanti sul territorio, onde poter valutarne gli andamenti nello scenario di progetto, nell'ottica di individuare eventuali/potenziali aree di superamento dei valori limite per la qualità dell'aria stabiliti dal D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155.

### Risultati – Benzene ( $C_6H_6$ )

Nella seguente tabella vengono riportati i valori minimo, massimo e medio in  $\mu g/m^3$  su tutto l'areale di calcolo dei seguenti parametri connessi alla concentrazione media annua dell'inquinante considerato: contributo prodotto da traffico indotto (in concentrazione ed in % sul totale dell'indotto); contributo prodotto da camini (in concentrazione ed in % sul totale dell'indotto); contributo totale indotto dal progetto (in concentrazione); valore assoluto nello stato di fatto; valore assoluto nella fase di esercizio; valore della variazione percentuale tra fase di esercizio e stato di fatto.

**Tabella XIII – Schema riassuntivo dei risultati su tutto l'areale di calcolo per la concentrazione media annua dell'inquinante benzene.**

|                                     | Contributo traffico indotto ( $\mu g/m^3$ )          | Contributo camini ( $\mu g/m^3$ ) | Contributo differenziale totale indotto dal progetto ( $\mu g/m^3$ ) | Contributo traffico (%) | Contributo camini (%) | Valore assoluto stato di fatto ( $\mu g/m^3$ ) | Valore assoluto fase di esercizio ( $\mu g/m^3$ ) | Variazione percentuale SDP/SDF (%) |
|-------------------------------------|--|-----------------------------------|--|-------------------------|-----------------------|--|---|------------------------------------|
| <b>Minimo</b>                       | 0,000  | 0,000                             | 0,000  | 100,0                   | 0,0                   | 0,950  | 0,950   | 0,0                                |
| <b>Massimo</b>                      | 0,039  | 0,000                             | 0,039  | 100,0                   | 0,0                   | 0,950  | 0,989   | 4,1                                |
| <b>Medio</b>                        | 0,003  | 0,000                             | 0,003  | 100,0                   | 0,0                   | 0,950  | 0,953   | 0,3                                |
| <b>Valore limite D.Lgs 133/2010</b> | 5 $\mu g/m^3$ per la salvaguardia della salute umana |                                   |  |                         |                       |  |   |                                    |

La matrice complessiva dei risultati di calcolo per ciascun punto di griglia è riportata all'allegato 01.

La dispersione dei dati modellata su base statistica per lo scenario Fase di esercizio è invece proposta alla figura seguente.

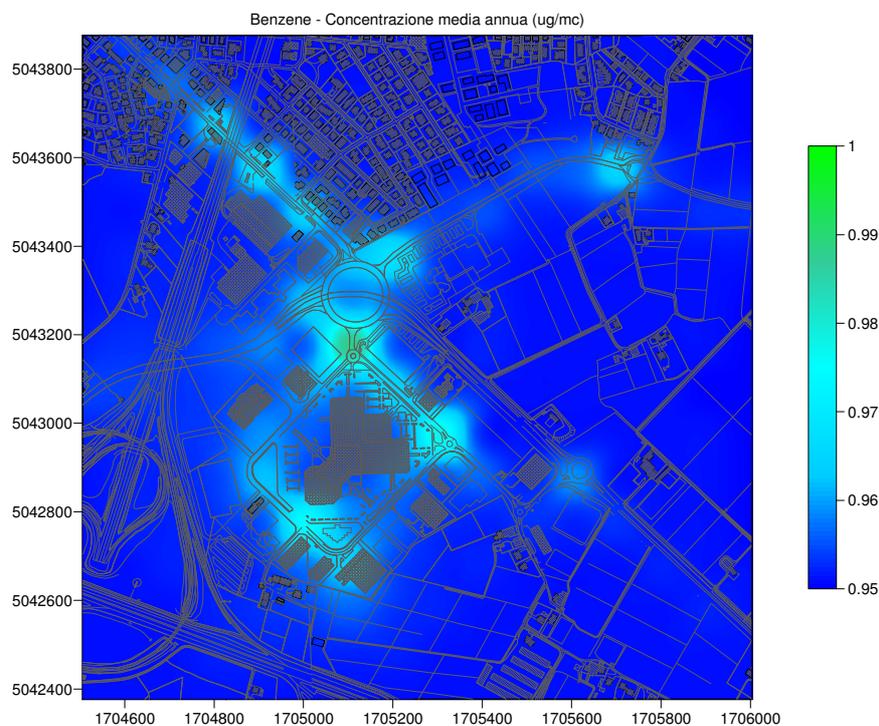


Figura 18. Mapa planimetrica dei valori di concentrazione media annua in  $\mu g/m^3$  di benzene nell'areale di studio nello scenario "Fase di esercizio".

### Risultati – Benzo(a)pirene (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>)

Nella seguente tabella vengono riportati i valori minimo, massimo e medio in ng/m<sup>3</sup> su tutto l'areale di calcolo dei seguenti parametri connessi al massimo giornaliero della concentrazione media annua dell'inquinante considerato: contributo prodotto da traffico indotto (in concentrazione ed in % sul totale dell'indotto); contributo prodotto da camini (in concentrazione ed in % sul totale dell'indotto); contributo totale indotto dal progetto (in concentrazione); valore assoluto nello stato di fatto; valore assoluto nella fase di esercizio; valore della variazione percentuale tra fase di esercizio e stato di fatto.

**Tabella XIV – Schema riassuntivo dei risultati su tutto l'areale di calcolo per la concentrazione media annua dell'inquinante benzo(a)pirene.**

|                                     | Contributo traffico indotto (ng/m <sup>3</sup> )           | Contributo camini (ng/m <sup>3</sup> ) | Contributo differenziale totale indotto dal progetto (ng/m <sup>3</sup> ) | Contributo traffico (%) | Contributo camini (%) | Valore assoluto stato di fatto (ng/m <sup>3</sup> ) | Valore assoluto fase di esercizio (ng/m <sup>3</sup> ) | Variazione percentuale SDP/SDF (%) |
|-------------------------------------|--|--|---|-------------------------|-----------------------|---|--|------------------------------------|
| <b>Minimo</b>                       | 0,000  | 0,000                                  | 0,000   | 100,0                   | 0,0                   | 0,550   | 0,550  | 0,0                                |
| <b>Massimo</b>                      | 0,017  | 0,000                                  | 0,017   | 100,0                   | 0,0                   | 0,550   | 0,567  | 3,1                                |
| <b>Medio</b>                        | 0,001  | 0,000                                  | 0,001   | 100,0                   | 0,0                   | 0,550   | 0,551  | 0,2                                |
| <b>Valore limite D.Lgs 133/2010</b> | 1 ng/m <sup>3</sup> per la salvaguardia della salute umana |  |   |                         |                       |   |  |                                    |

La matrice complessiva dei risultati di calcolo per ciascun punto di griglia è riportata all'allegato 02.

La dispersione dei dati modellata su base statistica per lo scenario Fase di esercizio è invece proposta alla figura seguente.

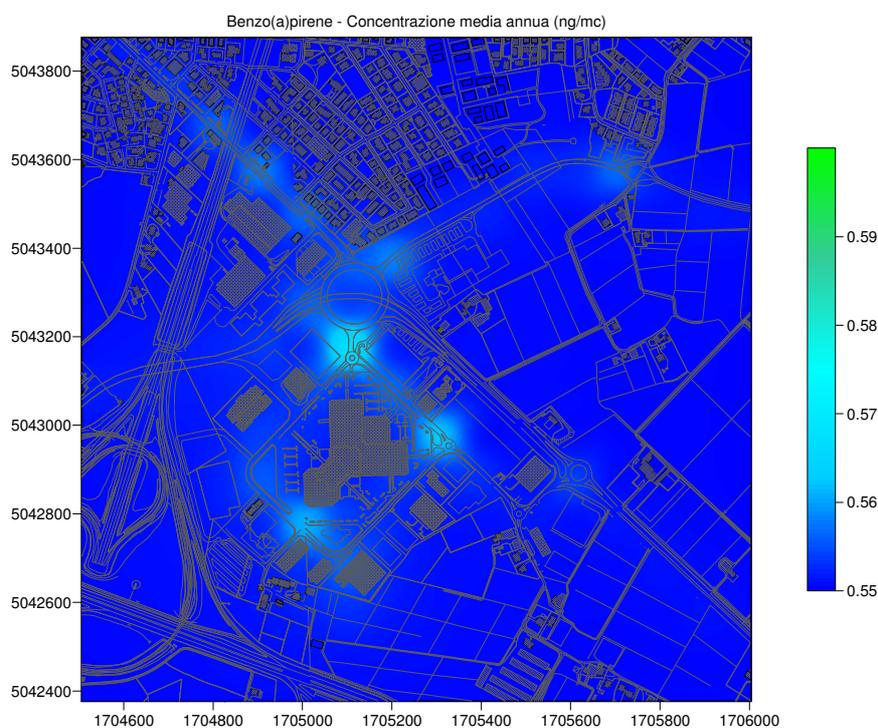


Figura 19. Mapa planimetrica dei valori di concentrazione media annua in ng/m<sup>3</sup> di benzo(a)pirene nell'areale di studio nello scenario "Fase di esercizio".

### Risultati – Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Nella seguente tabella vengono riportati i valori minimo, massimo e medio in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  su tutto l'areale di calcolo dei seguenti parametri connessi alla concentrazione media annua dell'inquinante considerato: contributo prodotto da traffico indotto (in concentrazione ed in % sul totale dell'indotto); contributo prodotto da camini (in concentrazione ed in % sul totale dell'indotto); contributo totale indotto dal progetto (in concentrazione); valore assoluto nello stato di fatto; valore assoluto nella fase di esercizio; valore della variazione percentuale tra fase di esercizio e stato di fatto.

**Tabella XV – Schema riassuntivo dei risultati su tutto l'areale di calcolo per la concentrazione media annua dell'inquinante biossido di azoto.**

|                                     | Contributo traffico indotto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )           | Contributo camini ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Contributo differenziale totale indotto dal progetto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Contributo traffico (%) | Contributo camini (%) | Valore assoluto stato di fatto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Valore assoluto fase di esercizio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Variazione percentuale SDP/SDF (%) |
|-------------------------------------|--|--|---|-------------------------|-----------------------|---|--|------------------------------------|
| <b>Minimo</b>                       | 0,1  | 0,0  | 0,1   | 100,0                   | 0,0                   | 29,0  | 29,1   | 0,3                                |
| <b>Massimo</b>                      | 6,3  | 0,0  | 6,3   | 100,0                   | 0,0                   | 29,0  | 35,3   | 21,6                               |
| <b>Medio</b>                        | 0,7  | 0,0  | 0,7   | 100,0                   | 0,0                   | 29,0  | 29,7   | 2,3                                |
| <b>Valore limite D.Lgs 133/2010</b> | 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la salvaguardia della salute umana |  |   |                         |                       |   |  |                                    |

La matrice complessiva dei risultati di calcolo per ciascun punto di griglia è riportata all'allegato 03.

La dispersione dei dati modellata su base statistica per lo scenario Fase di esercizio è invece proposta alla figura seguente.

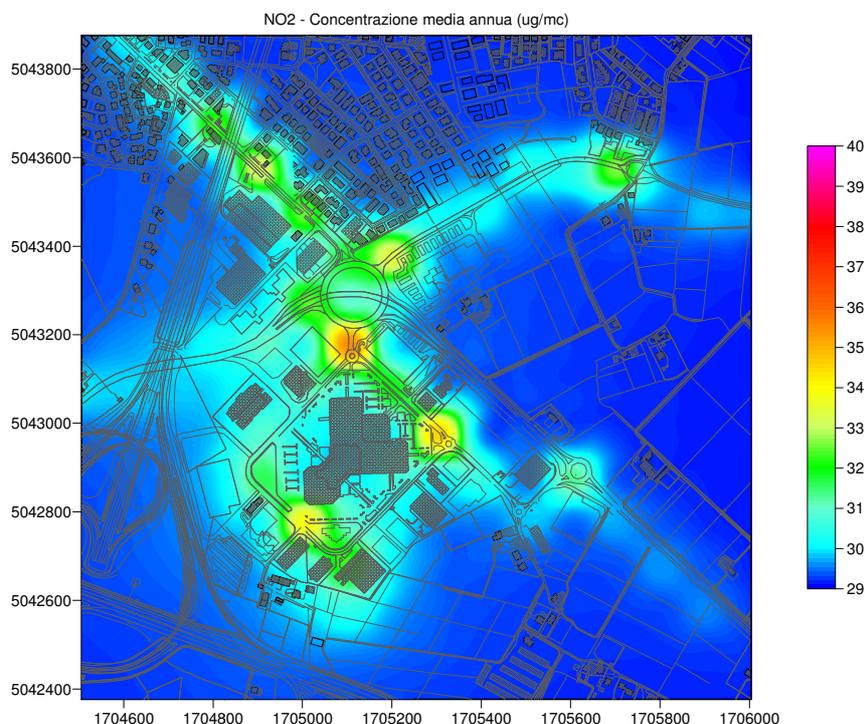


Figura 20. Mapa planimetrica dei valori di concentrazione media annua in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di biossido di azoto nell'areale di studio nello scenario "Fase di esercizio".

Nella seguente tabella vengono invece riportati i valori minimo, massimo e medio in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  su tutto l'areale di calcolo dei seguenti parametri connessi al massimo della concentrazione media oraria dell'inquinante considerato: contributo prodotto da traffico indotto (in concentrazione ed in % sul totale dell'indotto); contributo prodotto da camini (in concentrazione); contributo totale indotto dal progetto (in concentrazione ed in % sul totale dell'indotto); valore assoluto nello stato di fatto; valore assoluto nella fase di esercizio; valore della variazione percentuale tra fase di esercizio e stato di fatto.

**Tabella XVI – Schema riassuntivo dei risultati su tutto l'areale di calcolo per il massimo della concentrazione media oraria dell'inquinante biossido di azoto.**

|                                     | Contributo traffico indotto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )            | Contributo camini ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Contributo differenziale totale indotto dal progetto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Contributo traffico (%) | Contributo camini (%) | Valore assoluto stato di fatto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Valore assoluto fase di esercizio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Variazione percentuale SDP/SDF (%) |
|-------------------------------------|---|--|---|-------------------------|-----------------------|---|--|------------------------------------|
| <b>Minimo</b>                       | 3   | 0  | 3   | 100,0                   | 0,0                   | 105   | 108  | 2,6                                |
| <b>Massimo</b>                      | 31  | 0  | 31  | 100,0                   | 0,0                   | 105   | 136  | 29,8                               |
| <b>Medio</b>                        | 8   | 0  | 8   | 100,0                   | 0,0                   | 105   | 113  | 7,2                                |
| <b>Valore limite D.Lgs 133/2010</b> | 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la salvaguardia della salute umana |  |   |                         |                       |   |  |                                    |

La matrice complessiva dei risultati di calcolo per ciascun punto di griglia è riportata all'allegato 03.

La dispersione dei dati modellata su base statistica per lo scenario Fase di esercizio è invece proposta alla figura seguente.

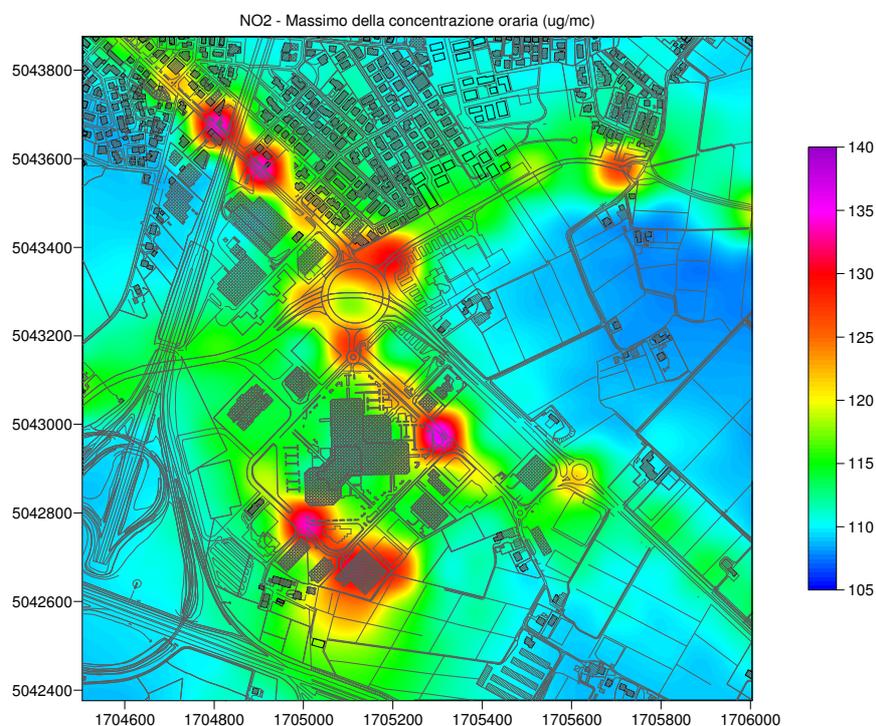


Figura 21. Mapa planimetrica dei valori del massimo della media oraria in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di biossido di azoto nell'areale di studio nello scenario "Fase di esercizio".

### Risultati – Particolato sospeso (PM<sub>10</sub>)

Nella seguente tabella vengono riportati i valori minimo, massimo e medio in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  su tutto l'areale di calcolo dei seguenti parametri connessi alla concentrazione media annua dell'inquinante considerato: contributo prodotto da traffico indotto (in concentrazione ed in % sul totale dell'indotto); contributo prodotto da camini (in concentrazione ed in % sul totale dell'indotto); contributo totale indotto dal progetto (in concentrazione); valore assoluto nello stato di fatto; valore assoluto nella fase di esercizio; valore della variazione percentuale tra fase di esercizio e stato di fatto.

**Tabella XVII – Schema riassuntivo dei risultati su tutto l'areale di calcolo per la concentrazione media annua dell'inquinante particolato sospeso (PM<sub>10</sub>).**

|                                     | Contributo traffico indotto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )           | Contributo camini ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Contributo differenziale totale indotto dal progetto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Contributo traffico (%) | Contributo camini (%) | Valore assoluto stato di fatto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Valore assoluto fase di esercizio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Variazione percentuale SDP/SDF (%) |
|-------------------------------------|--|--|---|-------------------------|-----------------------|---|--|------------------------------------|
| <b>Minimo</b>                       | 0,01   | 0,00   | 0,01  | 100,0                   | 0,0                   | 31,50   | 31,51  | 0,0                                |
| <b>Massimo</b>                      | 1,46   | 0,00   | 1,46  | 100,0                   | 0,0                   | 31,50   | 32,96  | 4,6                                |
| <b>Medio</b>                        | 0,12   | 0,00   | 0,12  | 100,0                   | 0,0                   | 31,50   | 31,62  | 0,4                                |
| <b>Valore limite D.Lgs 133/2010</b> | 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la salvaguardia della salute umana |  |   |                         |                       |   |  |                                    |

La matrice complessiva dei risultati di calcolo per ciascun punto di griglia è riportata all'allegato 04.

La dispersione dei dati modellata su base statistica per lo scenario Fase di esercizio è invece proposta alla figura seguente.

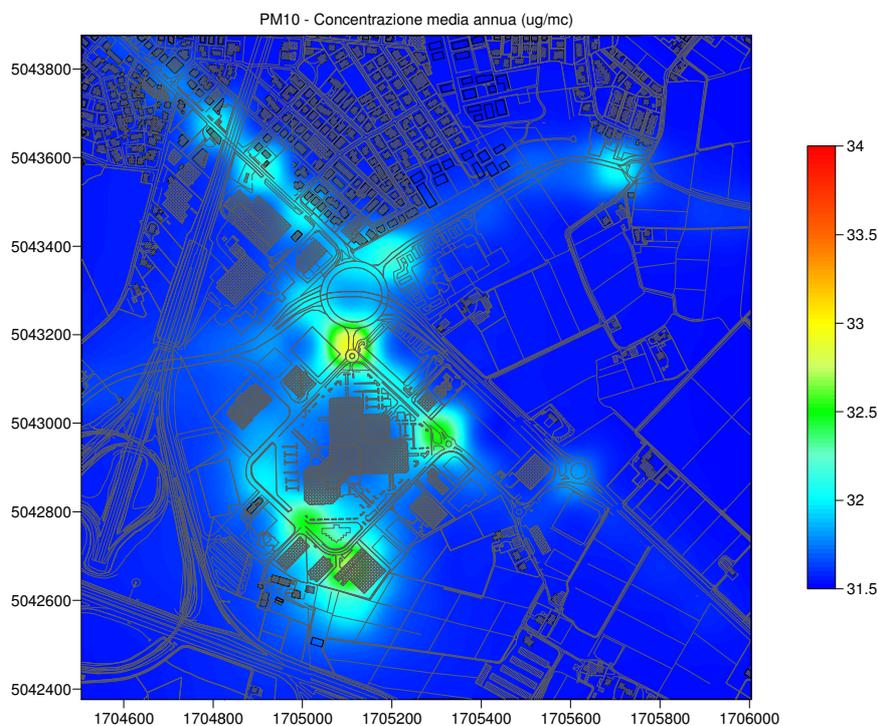


Figura 22. Mapa planimetrica dei valori di concentrazione media annua in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di particolato sospeso (PM<sub>10</sub>) nell'areale di studio nello scenario "Fase di esercizio".

### Risultati – Particolato sospeso (PM<sub>2,5</sub>)

Nella seguente tabella vengono riportati i valori minimo, massimo e medio in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  su tutto l'areale di calcolo dei seguenti parametri connessi alla concentrazione media annua dell'inquinante considerato: contributo prodotto da traffico indotto (in concentrazione ed in % sul totale dell'indotto); contributo prodotto da camini (in concentrazione ed in % sul totale dell'indotto); contributo totale indotto dal progetto (in concentrazione); valore assoluto nello stato di fatto; valore assoluto nella fase di esercizio; valore della variazione percentuale tra fase di esercizio e stato di fatto.

**Tabella XVIII – Schema riassuntivo dei risultati su tutto l'areale di calcolo per la concentrazione media annua dell'inquinante particolato sospeso (PM<sub>2,5</sub>).**

|                                     | Contributo traffico indotto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )           | Contributo camini ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Contributo differenziale totale indotto dal progetto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Contributo traffico (%) | Contributo camini (%) | Valore assoluto stato di fatto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Valore assoluto fase di esercizio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Variazione percentuale SDP/SDF (%) |
|-------------------------------------|--|--|---|-------------------------|-----------------------|---|--|------------------------------------|
| <b>Minimo</b>                       | 0,01   | 0,00   | 0,01  | 100,0                   | 0,0                   | 24,00   | 24,01  | 0,02                               |
| <b>Massimo</b>                      | 0,68   | 0,00   | 0,68  | 100,0                   | 0,0                   | 24,00   | 24,68  | 2,83                               |
| <b>Medio</b>                        | 0,05   | 0,00   | 0,05  | 100,0                   | 0,0                   | 24,00   | 24,05  | 0,23                               |
| <b>Valore limite D.Lgs 133/2010</b> | 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per la salvaguardia della salute umana |  |   |                         |                       |   |  |                                    |

La matrice complessiva dei risultati di calcolo per ciascun punto di griglia è riportata all'allegato 05.

La dispersione dei dati modellata su base statistica per lo scenario Fase di esercizio è invece proposta alla figura seguente.

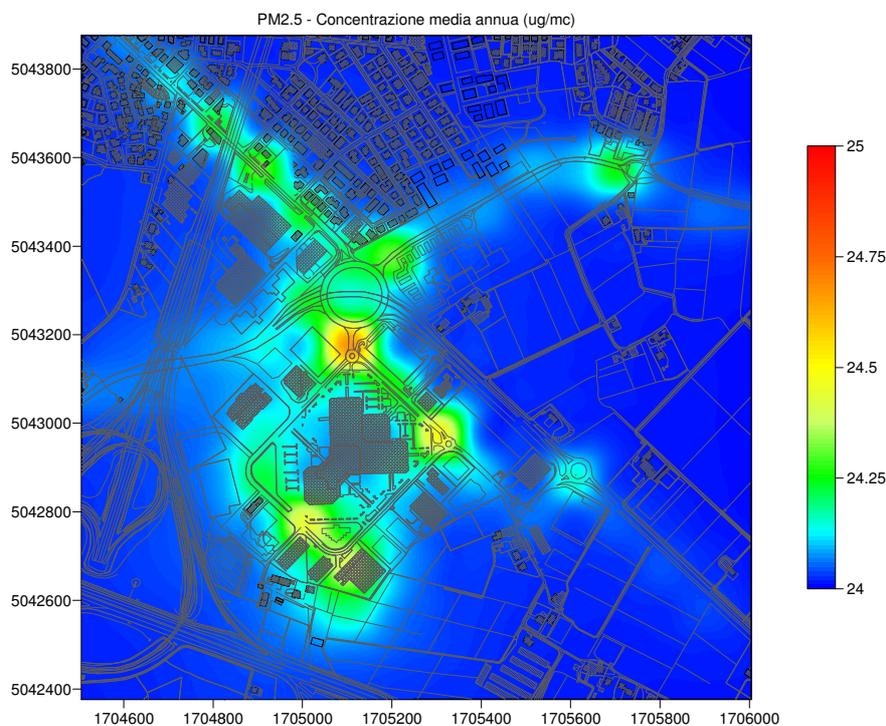


Figura 23. Mapa planimetrica dei valori di concentrazione media annua in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  di particolato sospeso (PM<sub>2,5</sub>) nell'areale di studio nello scenario "Fase di esercizio".

### Risultati – Ozono

L'ozono è un inquinante di tipo secondario, prodotto da reazioni fotochimiche di trasformazione di inquinanti primari composti prevalentemente da ossidi di azoto e composti organici volatili (VOC). L'ozono reagisce fotochimicamente con il monossido di azoto (la specie che compone la maggior parte della miscela degli ossidi di azoto antropogenici) emesso da traffico ed impianti di riscaldamento, formando biossido di azoto. Per questo in corrispondenza di queste sorgenti emissive l'ozono ha concentrazioni generalmente inferiori, in quanto viene consumato dalla parte di NO in larga eccedenza. Ove la concentrazione di VOC diviene significativa in termini di rapporto con gli ossidi di azoto, i radicali organici si sostituiscono all'ozono nella formazione di NO<sub>2</sub>, che viene poi degradato in atmosfera a NO+O<sub>3</sub>, formando quindi concentrazioni di ozono di nuova formazione. Le reazioni sono ulteriormente complicate da fattori quali la radiazione solare e dalla temperatura, con configurazioni secondo cui è molto complesso poter prevedere le concentrazioni su base quantitativa. La formazione di ozono segue comunque un noto ciclo circadiano basato sull'ampiezza del fotoperiodo, con livelli più bassi al mattino, picco di formazione nel primo pomeriggio e graduale riduzione nelle ore serali con il diminuire della radiazione solare.

Basandosi sulla concentrazione iniziale dei precursori dell'ozono (VOC inteso come carbonio reattivo) ed NO<sub>x</sub> si genera un grafico empirico di formazione di ozono

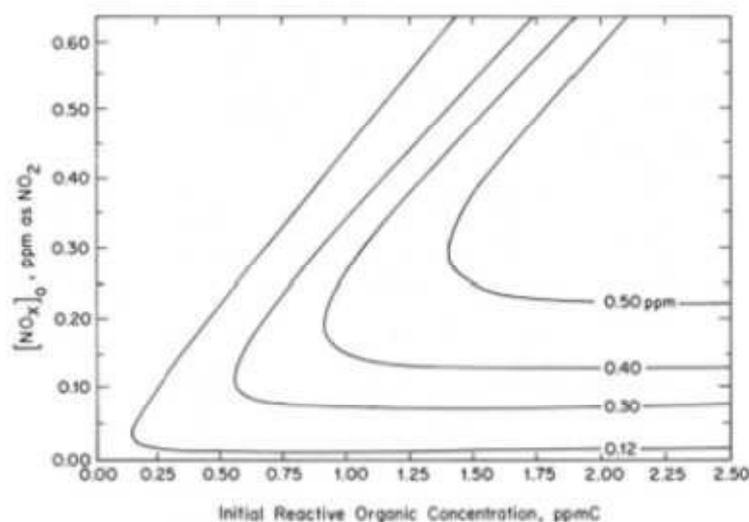


Figura 24. Relazione tra concentrazione iniziale di carbonio organico, ossidi di azoto e formazione di ozono.

Dal grafico si possono evincere sostanzialmente due tipologie di macrosituazioni per la formazione di ossigeno, a seconda del valore del rapporto VOC/NO<sub>x</sub>.

Se il rapporto ha valori bassi, overosia in condizioni di eccedenza di NO<sub>x</sub> (come è tipico delle aree urbane), l'ozono tende a non accumularsi in quanto da una parte la miscela di ossidi di azoto è composta ancora per oltre il 90% da NO, per cui prevale la rimozione dell'ozono da parte del monossido con formazione secondaria



di biossido di azoto, dall'altra la concentrazione di VOC in aria non è sufficiente a competere con l'ozono per la formazione di  $\text{NO}_2$  e la sua successiva trasformazione in ozono di nuova formazione.

Viceversa, nelle aree rurali dove diminuisce la concentrazione di  $\text{NO}_x$ , se in presenza di una concentrazione iniziale significativa di VOC (quindi con valori di rapporto alti), l'ozono tende ad accumularsi in quanto la massa inquinante di  $\text{NO}_x$  è trasformata in  $\text{NO}_2$ . In questo caso tuttavia, qualora il rapporto sia troppo alto (larga eccedenza di VOC), l'accumulo di ozono è limitato in quanto lo stesso viene consumato dagli alcheni, oppure rimosso dai radicali liberi, oppure ancora ostacolato nella formazione per la reazione di competizione tra radicali liberi nella conversione  $\text{NO}-\text{NO}_2$ .

In area urbana quindi, mentre la variazione di concentrazione di  $\text{NO}_x$  ha generalmente una bassa influenza sulla formazione dell'ozono, la concentrazione iniziale di carbonio organico diventa il fattore limitante.

Nel caso in specie i valori incrementali di ossidi di azoto e di VOC sono molto limitati in termini di ppm (generalmente  $\ll 0,1$  ppm), con dei rapporti che sono bassi, riflettendo la tipica condizione di aree con traffico intenso in cui la concentrazione di  $\text{NO}_x$  risulta dominante rispetto a quella di VOC.

Per via modellistica nello scenario di esercizio si prevede infatti un valore massimo di  $\text{NO}_x$  pari a  $+6,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (composto per massima parte da NO) ed un valore massimo di VOC pari a  $+8,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , con produzione per quest'ultimo parametro a carico unicamente del traffico indotto.

In assenza di nuove sorgenti di VOC specifiche, si verifica come il progetto produce un rapporto incrementale  $\text{VOC}/\text{NO}_x$  basso (di poco superiore a 1, sia in condizione massima che media), che si risolve in una bassa probabilità di influenzare il rapporto medio tra i due inquinanti nello stato di fatto (con eccedenza di NOX stante l'area urbana). L'eccedenza di NO nelle aree urbane fa prevalere i fenomeni di rimozione secondo il processo fotochimico che relaziona  $\text{NO}-\text{NO}_2-\text{O}_3$ . I valori incrementali dei due inquinanti sono inoltre molto contenuti sull'intera area di analisi e non appaiono poter influenzare in modo significativo i rapporti tra i precursori dell'ozono dello stato di fatto.

Rispetto ai dati modellistici ed alle condizioni di fondo si ritiene quindi che gli effetti del progetto nello scenario di esercizio sull'ozono siano trascurabili, in quanto si va ad intensificare quella sorgente (traffico) che generalmente è associata ad aree di minore accumulo dell'inquinante (come sono quelle ove si registra il massimo aumento dei due parametri precursori), in assenza di nuove e specifiche fonti di VOC che potrebbero portare ad uno spostamento dell'equilibrio delle complesse relazioni fotochimiche verso una neo-formazione significativa di ozono.

### Discussione dei risultati

L'analisi modellistico/statistica della dispersione degli inquinanti in atmosfera ha permesso di definire un quadro di impatto atmosferico nello scenario della fase di esercizio i cui risultati, suddivisi per ciascun inquinante, sono stati esplicitati sia in forma tabellare, che grafica, nel sottoparagrafo precedente.

In via generale si verifica un impatto contenuto per tutti i parametri ad eccezione del biossido di azoto, con variazioni minime in termini sia quantitativi che spaziali e con un aumento percentuale su base annua che raggiunge valori massimi pari ad appena il +3-4% su un'area molto limitata.

Il biossido di azoto dimostra invece un aumento relativamente più marcato che, in via puntuale, può raggiungere un aumento percentuale di oltre il +20% rispetto al valore di fondo ipotizzato, in corrispondenza del raccordo tra la grande rotatoria a nord del parco commerciale e quella di ingresso al vertice nord dello stesso,

In via generale si verifica un impatto più significativo nei punti ove il traffico indotto tende a concentrarsi, quindi in corrispondenza delle rotatorie e lungo la viabilità perimetrale del parco commerciale, oltre che in corrispondenza del nuovo insediamento commerciale oggetto di studio.

In nessun caso si verifica un aumento tale da comportare un superamento delle soglie, le quali risultano prevedibilmente rispettate, anche con ampio margine per taluni parametri, rispetto ai valori dello stato di fatto ipotizzati in via cautelativa a partire dai rilevamenti A.R.P.A.V. in area residenziale a Torri di Quartesolo e in aree di traffico del centro urbano Vicenza.

Ulteriormente l'areale di massimo impatto relativo è limitato ad aree a parcheggio o ad aree di viabilità ordinaria (senza sosta prolungata da parte di persone) all'interno di un contesto fortemente antropizzato con prevalenza di insediamenti commerciali, direzionali e produttivi/artigianali, senza interessare in modo significativo quindi gli agglomerati o le unità residenziali, caratterizzati da una maggiore sensibilità.

Segue l'analisi dei risultati per ciascun parametro analizzato.

**Benzene:** Si rileva il rispetto del limite annuo di concentrazione in tutto l'areale di studio nello scenario di esercizio. Il progetto comporterà delle modeste variazioni in corrispondenza soprattutto nell'area di raccordo tra le due rotatorie al vertice settentrionale del parco commerciale, con un aumento massimo puntuale dell'ordine del 4,1% rispetto ad una condizione attuale comunque già contenuta all'interno della soglia di qualità per il parametro.

**Benzo(a)pirene:** Si rileva il rispetto del limite annuo di concentrazione in tutto l'areale di studio nello scenario di esercizio. Il progetto comporterà delle modeste variazioni in corrispondenza soprattutto nell'area di raccordo tra le due rotatorie al vertice settentrionale del parco commerciale, con un aumento massimo puntuale dell'ordine

del 3,1% rispetto ad una condizione attuale comunque già contenuta all'interno della soglia di qualità per il parametro.

**Biossido di azoto:** Il progetto produce un aumento della concentrazione media annua soprattutto in corrispondenza dell'area di raccordo tra le due rotatorie al vertice settentrionale del parco commerciale e lungo la viabilità perimetrale allo stesso. La modellazione ha verificato un aumento puntuale significativo pari ad un incremento percentuale massimo di +21,6%, anche se a livello globale di area l'impatto è molto più diluito ed assume un valore medio pari a +2,3%. L'impatto massimo si registra tuttavia in un'area di raccordo viabilistico tra due rotatorie e non interessa quindi aree sensibili come quelle residenziali.

Va ulteriormente ricordato comunque che la modellazione assume un fattore di emissione per il traffico veicolare pari a quello dell'intera miscela NO+NO<sub>2</sub> (ossidi di azoto totali), producendo quindi dei contributi che sono sovrastimati rispetto alla reale quota di emissione della sola componente a biossido, che ha un F.E. pari a circa il 30% di quello dell'intera miscela (da dati I.S.P.R.A., aggiornamento 2016). E' quindi prevedibile che il reale effetto sia più contenuto rispetto ai termini cautelativi valutati nel presente studio.

Si rileva il prevedibile superamento della soglia di 30 µg/m<sup>3</sup> per la salvaguardia della vegetazione, in aree che tuttavia non presentano una componente vegetazionale particolarmente sviluppata o di pregio naturalistico.

L'analisi del valore massimo di media giornaliera, condotta ipotizzando come valore di fondo il valore massimo orario registrato da A.R.P.A.V. nella stazione mobile di Torri di Quartesolo, consente di prevedere il rispetto del valore limite di 200 µg/m<sup>3</sup>. Anche in questo caso si rileva un'area di impatto sostanzialmente sovrapponibile a quella relativa alla concentrazione media annua, con un areale di massimo impatto in cui si raggiungono valori di circa 130-140 µg/m<sup>3</sup> (come somma tra contributo del progetto e valore massimo di fondo). Anche per quanto riguarda l'esposizione acuta si rileva un impatto contenuto e con valori cumulativi significativamente inferiori al valore soglia stabilito dalla normativa.

**Particolato sospeso:** Il progetto produce un aumento della polverosità media annua nell'ordine massimo di circa il +4,6% di PM<sub>10</sub> ed il +2,8% di PM<sub>2,5</sub> nelle aree già evidenziate per i restanti parametri, ma con un apporto relativamente più elevato in corrispondenza delle aree parcheggio interne al comparto commerciale oggetto di studio. In questo caso infatti



l'areale di impatto massimo si realizza soprattutto per effetto dei fenomeni di risospensione della polvere dovuta al transito dei veicoli, che è più significativo in quei tratti stradali interessati da minori flussi, che permettono sostanzialmente alla polvere di potersi depositare a terra.

Si ricorda doverosamente che i livelli previsti nel presente studio sono il prodotto dell'induzione di traffico cumulativa fra due progetti di riconversione commerciale limitrofi. A questo proposito si rileva come il contributo netto del solo progetto di proposta Torri Bros S.r.l. abbia un peso relativo pari al 60% circa dell'impatto totale, configurando quindi un impatto specifico più contenuto (apprezzabile in caso di attivazione dei due comparti in modo differito, non contemporaneo)

Alla luce dei risultati prodotti dall'analisi, l'impatto del progetto (in cumulazione con quello proposto da Franciacorta R.E.D.) appare sostanzialmente tale da non presentare una probabilità significativa di insorgenza di criticità che possano comportare il superamento diffuso su areali significativi e sensibili dei valori limite per la qualità dell'aria per i principali parametri descrittivi.

## CONCLUSIONI

L'analisi modellistico/statistica della dispersione degli inquinanti in atmosfera connessa al progetto ristrutturazione e cambio d'uso da artigianale a commerciale di un fabbricato sito in via Brescia, 41 in Comune di Torri di Quartesolo (VI), con la realizzazione di due unità commerciali distinte, in cumulazione con un progetto di analoga portata proposto da Franciacorte R.E.D. in area limitrofa, permette di affermare in sintesi quanto segue:

- i modelli di calcolo tengono in considerazione sia il contributo netto delle sorgenti emissive di progetto, sia la cumulazione tra le sorgenti stesse ed i valori di fondo dell'area, valutando quindi la cumulazione degli effetti del progetto con le condizioni già verosimilmente presenti sul territorio;
- in fase di esercizio l'aumento dei flussi di traffico nel comparto interessato dal progetto permette di stimare un aumento della concentrazione media annua e (ove applicabile) media oraria dei principali inquinanti aerodispersi: benzene, benzo(a)pirene, biossido di azoto, particolato sospeso (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>). L'incremento medio dei vari inquinanti su tutto l'areale di calcolo è modesto e non supera nel caso peggiore il +2,3% per l'esposizione cronica (media annuale) ed il +7,2% per l'esposizione acuta (massimo della media oraria). A livello puntuale e specificamente in corrispondenza del raccordo fra le due rotatorie in corrispondenza del vertice nord del parco commerciale "Le Piramidi" si verifica in via previsionale l'impatto massimale, che per gli ossidi di azoto (parametro più sensibile all'aumento) raggiunge punte di circa +21,0% su base annua, determinando ad ogni modo un aumento fortemente localizzato del valore di fondo verso livelli che non risultano comunque critici rispetto alle soglie per la salvaguardia della salute umana (anche considerando che nello studio si è utilizzato il fattore di emissione per gli NO<sub>x</sub> totali e non quello, più contenuto, relativo alla sola specie NO<sub>2</sub>). Ulteriormente si verifica che gli areali di massimo impatto relativo sono comunque corrispondenti a contesti di insediamento commerciale/artigianale o al tracciato viabilistico, con un interessamento solo marginale delle aree residenziali, con particolare riferimento al centro abitato di Torri di Quartesolo in direzione Nord-Ovest, il quale (anche in virtù di valori di fondo più contenuti rispetto a quelli cautelativi valutati nello studio) non sarà prevedibilmente interessato da condizioni di criticità in termini di peggioramento della qualità dell'aria;
- i dati modellistici riguardanti gli inquinanti primari di formazione dell'ozono indicano una bassa probabilità di neo-formazioni incrementali che possano rappresentare criticità nell'area analizzata;
- in relazione ai criteri di valutazione degli impatti di cui al D.Lgs. 104/2017, nello scenario analizzato non si rilevano areali in cui vengano superate stabilmente ed in modo significativo soglie critiche per la salute umana, con valori inferiori ai limiti normativi specifici e con valori massimi che si esercitano comunque su aree di viabilità/manovra di veicoli o su aree commerciali/artigianali, senza interessare quindi aree residenziali o altri recettori sensibili come scuole, ospedali, case di cura, ecc.;



- in relazione ai criteri di valutazione degli impatti di cui al D.Lgs. 104/2017, l'impatto atmosferico nello scenario valutato non è tale da interessare in modo quantitativamente significativo aree naturali protette, siti della Rete Natura 2000 o comunque aree umide o altre aree di valenza ecologica, con valori massimi concentrati in area urbana e quantitativamente compatibili con la natura e l'antropizzazione dei luoghi;
- in relazione ai criteri di valutazione degli impatti di cui al D.Lgs. 104/2017, gli areali di impatto per tutti gli inquinanti nello scenario valutato sono compresi interamente all'interno del territorio comunale di Torri di Quartesolo, in area urbana e soprattutto commerciale, caratterizzata da una capacità di carico ambientale commisurata all'intervento.

Si precisa infine che la presente relazione tecnica contiene una valutazione previsionale di impatto atmosferico redatta tramite approccio matematico/modellistico/statistico con modelli di calcolo riconosciuti a livello internazionale dalla U.S. E.P.A e a livello nazionale da A.P.A.T.. La modellazione ed i relativi risultati sono basati su dati climatici e meteorologici elaborati con CALMET calibrato con dati desunti da misurazioni dirette da centraline di monitoraggio certificate della rete SYNOP-ICAO integrate con quelle fisse più significative dal punto di vista territoriale della rete A.R.P.A.V (con fornitura e validazione da parte di Maind S.r.l. di Milano), nonché su dati sui flussi veicolari forniti dagli studi tecnici incaricati della progettazione e su fattori di emissione ricavabili da database nazionali, e sono comunque soggetti ad una tolleranza dovuta all'incertezza sugli stessi dati di ingresso.

Pieve di Soligo, Ottobre 2019

## BIBLIOGRAFIA

A.R.P.A.V., 2019. *Relazione regionale della qualità dell'aria – Anno di riferimento 2018*

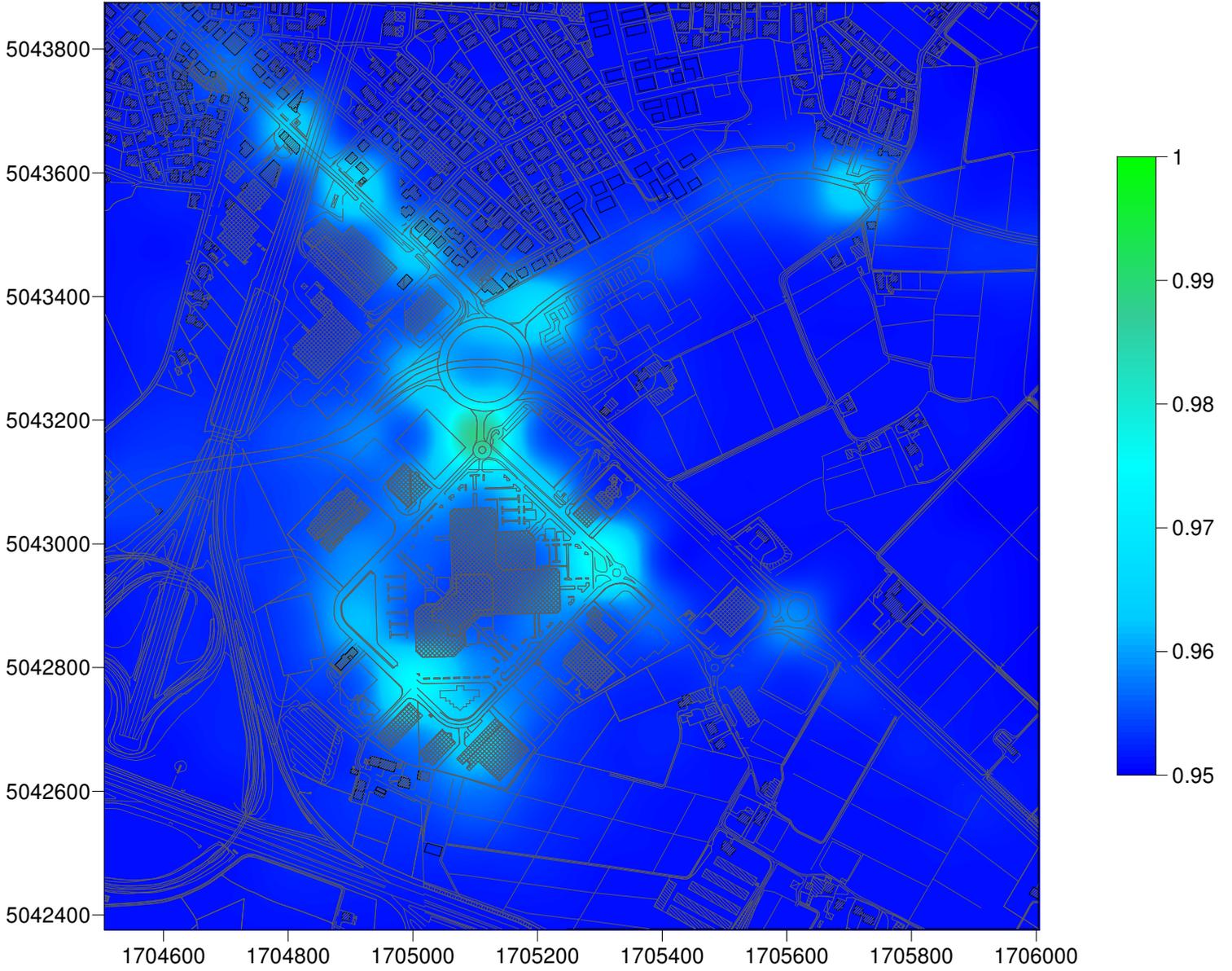
A.R.P.A.V. Dipartimento Provinciale di Vicenza. 2019. *Campagna di Monitoraggio della Qualità dell'aria. Comune di Torri di Quartesolo. Via Roma*

# ALLEGATO 01

Matrici complessive di calcolo e mappe concentrazione  
parametro benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)



Benzene - Concentrazione media annua (ug/mc)

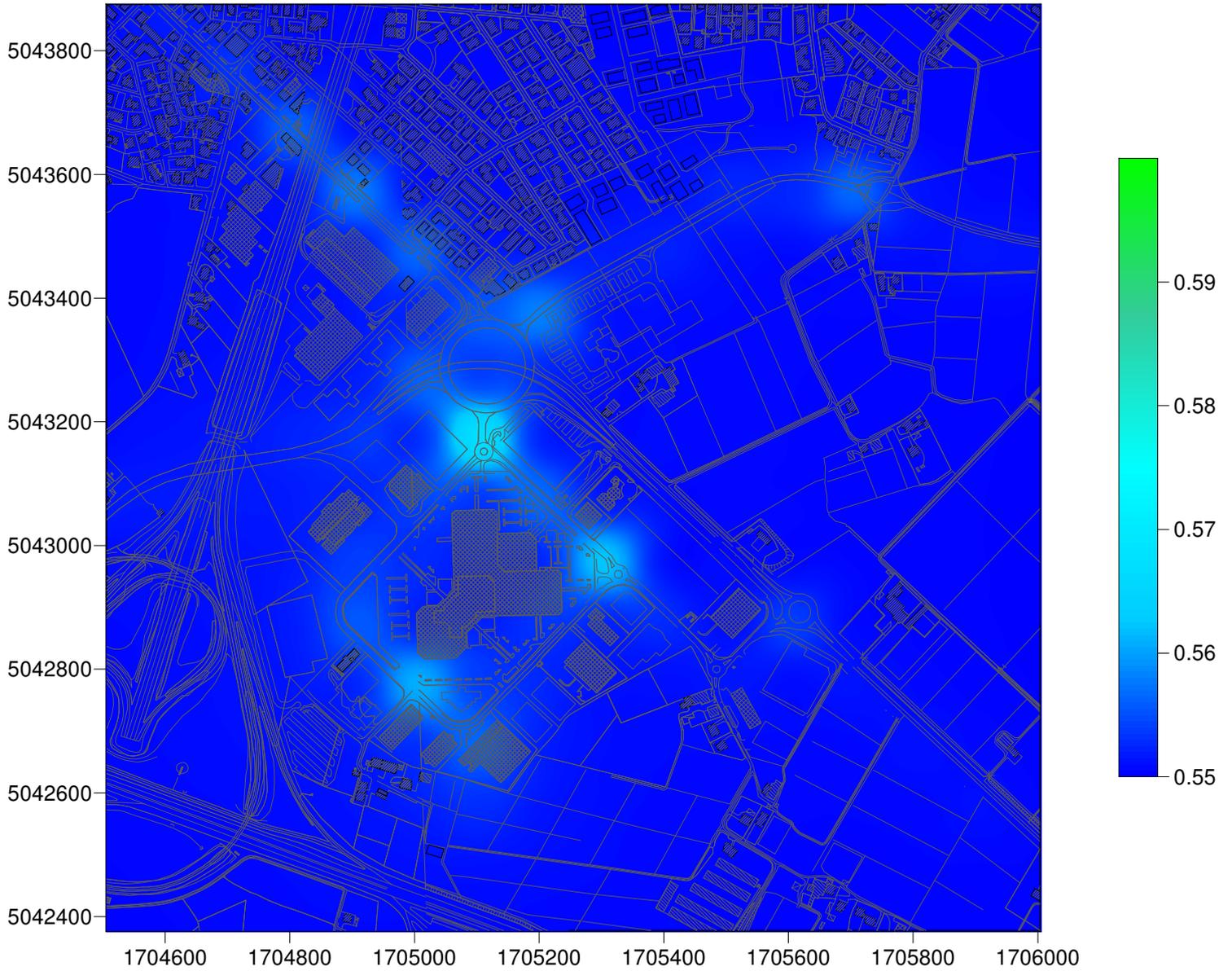


## ALLEGATO 02

Matrici complessive di calcolo e mappe concentrazione  
parametro benzo(a)pirene ( $C_{20}H_{12}$ )



Benzo(a)pirene - Concentrazione media annua (ng/mc)

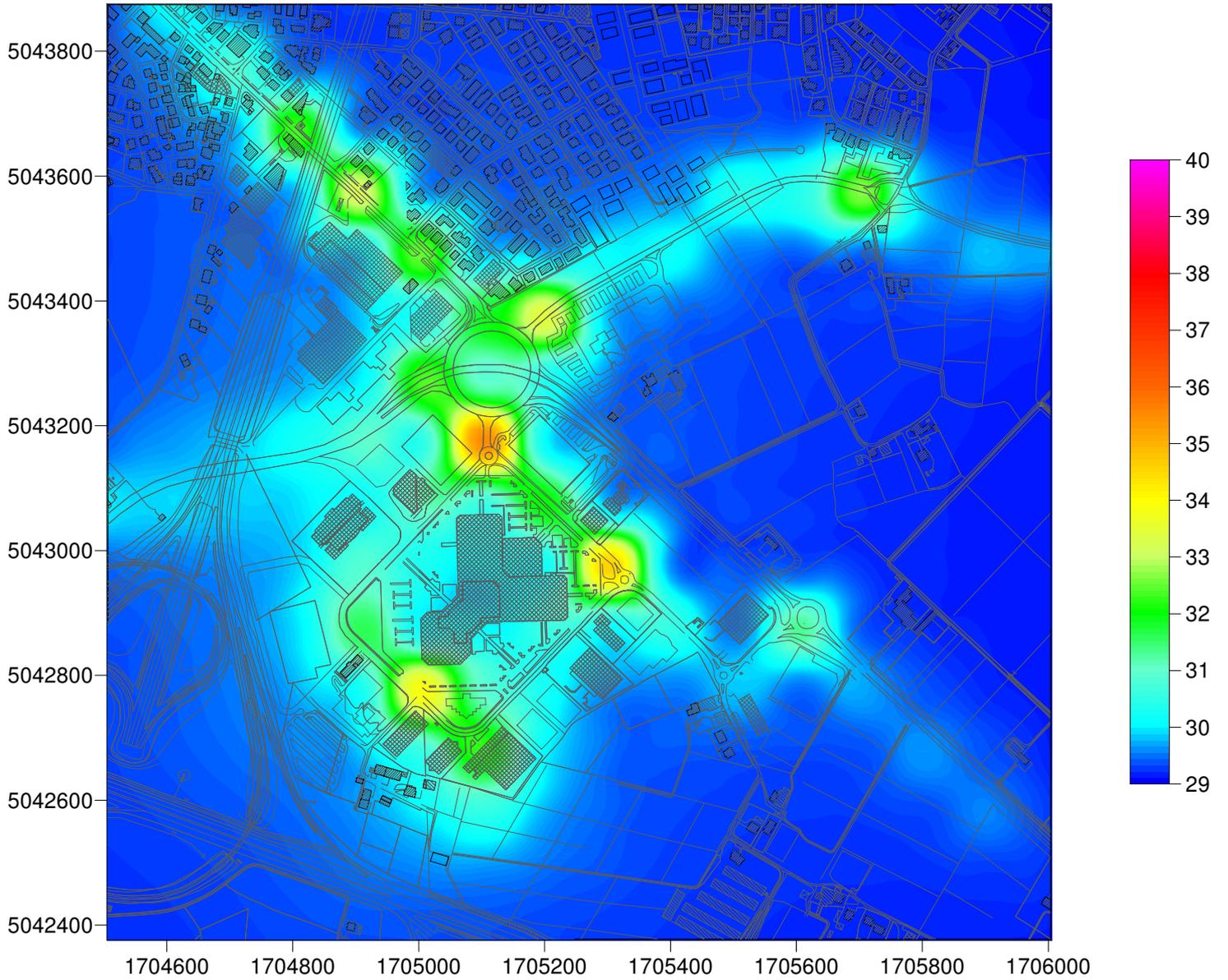


## ALLEGATO 03

Matrici complessive di calcolo e mappe concentrazione  
parametro biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)



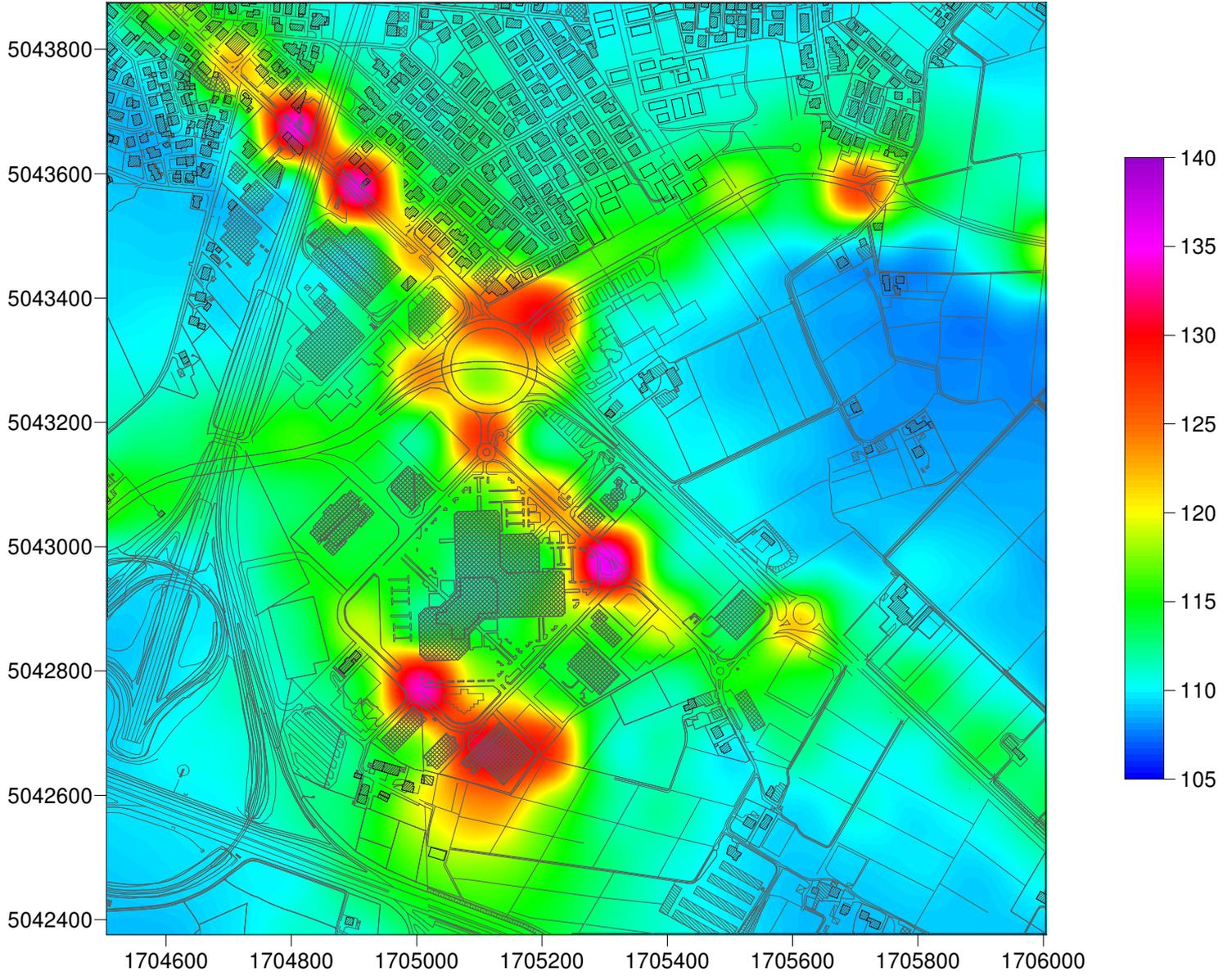
NO2 - Concentrazione media annua (ug/mc)



| NO2 - MASSIMO DELLA MEDIA ORARIA - CONTRIBUTO TRAFFICO INDOTTO (µg/mc) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|  | 704473 | 704573 | 704673 | 704773 | 704873 | 704973 | 705073 | 705173 | 705273 | 705373 | 705473 | 705573 | 705673 | 705773 | 705873 | 705973 |
| 5043858  | 6      | 13     | 8      | 7      | 5      | 6      | 6      | 5      | 5      | 5      | 5      | 4      | 5      | 5      | 5      | 4      |
| 5043758  | 4      | 6      | 18     | 8      | 7      | 6      | 7      | 5      | 6      | 6      | 5      | 5      | 7      | 6      | 4      | 5      |
| 5043658  | 4      | 4      | 6      | 30     | 9      | 7      | 8      | 6      | 7      | 6      | 7      | 9      | 6      | 8      | 7      | 6      |
| 5043558  | 4      | 4      | 5      | 5      | 30     | 9      | 9      | 7      | 8      | 8      | 14     | 9      | 22     | 10     | 7      | 6      |
| 5043458  | 4      | 4      | 5      | 6      | 6      | 18     | 11     | 8      | 11     | 11     | 6      | 5      | 4      | 3      | 6      | 15     |
| 5043358  | 5      | 5      | 4      | 6      | 7      | 10     | 22     | 25     | 7      | 5      | 4      | 4      | 3      | 3      | 3      | 3      |
| 5043258  | 6      | 6      | 6      | 7      | 8      | 19     | 12     | 15     | 6      | 5      | 4      | 4      | 3      | 3      | 3      | 3      |
| 5043158  | 7      | 8      | 10     | 11     | 10     | 7      | 23     | 7      | 7      | 5      | 5      | 4      | 3      | 3      | 3      | 3      |
| 5043058  | 11     | 10     | 7      | 8      | 9      | 9      | 11     | 19     | 8      | 6      | 5      | 4      | 4      | 4      | 4      | 4      |
| 5042958  | 5      | 5      | 6      | 9      | 9      | 10     | 7      | 9      | 31     | 7      | 6      | 5      | 4      | 5      | 4      | 3      |
| 5042858  | 4      | 5      | 5      | 8      | 14     | 8      | 8      | 12     | 11     | 15     | 8      | 17     | 7      | 5      | 4      | 4      |
| 5042758  | 4      | 5      | 6      | 6      | 9      | 29     | 14     | 10     | 8      | 7      | 10     | 9      | 7      | 9      | 6      | 4      |
| 5042658  | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 12     | 26     | 24     | 7      | 7      | 5      | 7      | 5      | 5      | 9      | 7      |
| 5042558  | 4      | 5      | 5      | 7      | 9      | 15     | 18     | 13     | 7      | 7      | 5      | 4      | 6      | 5      | 6      | 8      |
| 5042458  | 4      | 4      | 5      | 5      | 9      | 11     | 12     | 11     | 8      | 6      | 5      | 4      | 4      | 5      | 4      | 6      |
| 5042358  | 4      | 4      | 5      | 6      | 6      | 8      | 10     | 9      | 7      | 6      | 5      | 4      | 4      | 4      | 4      | 4      |

| NO2 - MASSIMO DELLA MEDIA ORARIA - VALORE ASSOLUTO TOTALE (µg/mc) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|   | 704473 | 704573 | 704673 | 704773 | 704873 | 704973 | 705073 | 705173 | 705273 | 705373 | 705473 | 705573 | 705673 | 705773 | 705873 | 705973 |
| 5043858   | 111    | 118    | 113    | 112    | 110    | 111    | 111    | 110    | 110    | 110    | 110    | 109    | 110    | 110    | 110    | 109    |
| 5043758   | 109    | 111    | 123    | 113    | 112    | 111    | 112    | 110    | 111    | 111    | 110    | 110    | 112    | 111    | 109    | 110    |
| 5043658   | 109    | 109    | 111    | 135    | 114    | 112    | 113    | 111    | 112    | 111    | 112    | 114    | 111    | 113    | 112    | 111    |
| 5043558   | 109    | 109    | 110    | 110    | 135    | 114    | 114    | 112    | 113    | 113    | 119    | 114    | 127    | 115    | 112    | 111    |
| 5043458   | 109    | 109    | 110    | 111    | 111    | 123    | 116    | 113    | 116    | 116    | 111    | 110    | 109    | 108    | 111    | 120    |
| 5043358   | 110    | 110    | 109    | 111    | 112    | 115    | 127    | 130    | 112    | 110    | 109    | 109    | 108    | 108    | 108    | 108    |
| 5043258   | 111    | 111    | 111    | 112    | 113    | 124    | 117    | 120    | 111    | 110    | 109    | 109    | 108    | 108    | 108    | 108    |
| 5043158   | 112    | 113    | 115    | 116    | 115    | 112    | 128    | 112    | 112    | 110    | 110    | 109    | 108    | 108    | 108    | 108    |
| 5043058   | 116    | 115    | 112    | 113    | 114    | 114    | 116    | 124    | 113    | 111    | 110    | 109    | 109    | 109    | 109    | 109    |
| 5042958   | 110    | 110    | 111    | 114    | 114    | 115    | 112    | 114    | 136    | 112    | 111    | 110    | 109    | 110    | 109    | 108    |
| 5042858   | 109    | 110    | 110    | 113    | 119    | 113    | 113    | 117    | 116    | 120    | 113    | 122    | 112    | 110    | 109    | 109    |
| 5042758   | 109    | 110    | 111    | 111    | 114    | 134    | 119    | 115    | 113    | 112    | 115    | 114    | 112    | 114    | 111    | 109    |
| 5042658   | 109    | 110    | 111    | 112    | 113    | 117    | 131    | 129    | 112    | 112    | 110    | 112    | 110    | 110    | 114    | 112    |
| 5042558   | 109    | 110    | 110    | 112    | 114    | 120    | 123    | 118    | 112    | 112    | 110    | 109    | 111    | 110    | 111    | 113    |
| 5042458   | 109    | 109    | 110    | 110    | 114    | 116    | 117    | 116    | 113    | 111    | 110    | 109    | 109    | 110    | 109    | 111    |
| 5042358   | 109    | 109    | 110    | 111    | 111    | 113    | 115    | 114    | 112    | 111    | 110    | 109    | 109    | 109    | 109    | 109    |

NO2 - Massimo della concentrazione oraria (ug/mc)



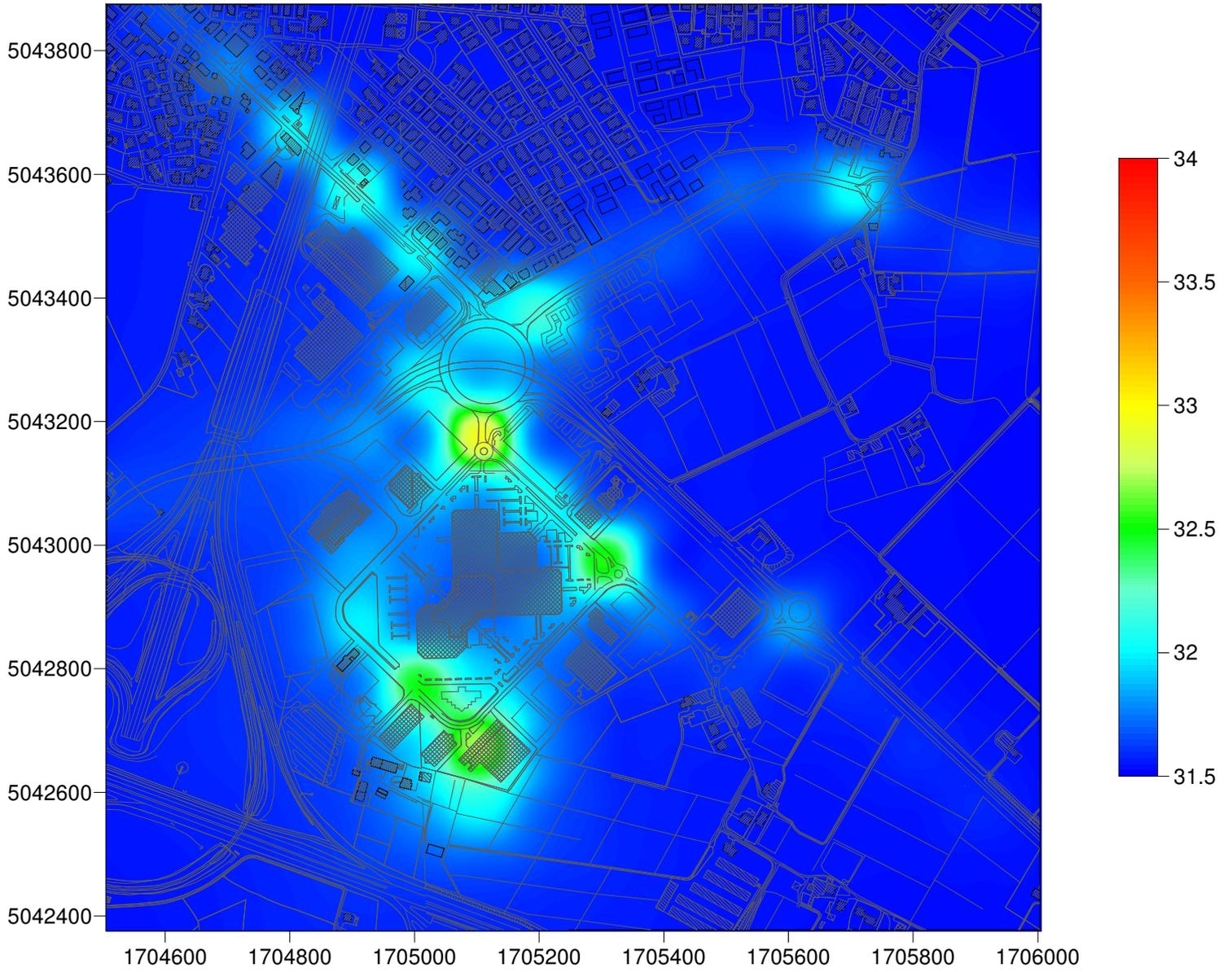
## ALLEGATO 04

Matrici complessive di calcolo e mappe concentrazione  
parametro particolato sospeso (PM<sub>10</sub>)

| PM10 - MEDIA ANNUALE - CONTRIBUTO TRAFFICO INDOTTO (µg/mc) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|  | 704473 | 704573 | 704673 | 704773 | 704873 | 704973 | 705073 | 705173 | 705273 | 705373 | 705473 | 705573 | 705673 | 705773 | 705873 | 705973 |
| 5043858  | 0,04   | 0,16   | 0,06   | 0,05   | 0,05   | 0,04   | 0,04   | 0,04   | 0,03   | 0,03   | 0,03   | 0,03   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,01   |
| 5043758  | 0,05   | 0,10   | 0,27   | 0,07   | 0,06   | 0,05   | 0,05   | 0,04   | 0,04   | 0,04   | 0,04   | 0,04   | 0,03   | 0,03   | 0,02   | 0,01   |
| 5043658  | 0,05   | 0,07   | 0,11   | 0,51   | 0,09   | 0,07   | 0,06   | 0,05   | 0,05   | 0,05   | 0,05   | 0,06   | 0,05   | 0,04   | 0,03   | 0,02   |
| 5043558  | 0,05   | 0,06   | 0,08   | 0,12   | 0,64   | 0,11   | 0,09   | 0,08   | 0,07   | 0,09   | 0,20   | 0,20   | 0,54   | 0,11   | 0,05   | 0,02   |
| 5043458  | 0,05   | 0,06   | 0,07   | 0,10   | 0,14   | 0,53   | 0,14   | 0,12   | 0,16   | 0,17   | 0,08   | 0,06   | 0,06   | 0,08   | 0,12   | 0,10   |
| 5043358  | 0,05   | 0,06   | 0,08   | 0,10   | 0,13   | 0,20   | 0,46   | 0,67   | 0,11   | 0,07   | 0,05   | 0,04   | 0,04   | 0,04   | 0,04   | 0,03   |
| 5043258  | 0,06   | 0,07   | 0,09   | 0,11   | 0,16   | 0,50   | 0,33   | 0,22   | 0,09   | 0,06   | 0,05   | 0,04   | 0,03   | 0,03   | 0,02   | 0,02   |
| 5043158  | 0,07   | 0,10   | 0,13   | 0,19   | 0,30   | 0,25   | 1,46   | 0,18   | 0,10   | 0,06   | 0,05   | 0,04   | 0,03   | 0,03   | 0,02   | 0,02   |
| 5043058  | 0,14   | 0,14   | 0,14   | 0,15   | 0,20   | 0,38   | 0,30   | 0,56   | 0,12   | 0,07   | 0,05   | 0,04   | 0,03   | 0,02   | 0,02   | 0,02   |
| 5042958  | 0,07   | 0,08   | 0,10   | 0,15   | 0,34   | 0,25   | 0,20   | 0,23   | 1,05   | 0,08   | 0,06   | 0,05   | 0,04   | 0,03   | 0,02   | 0,02   |
| 5042858  | 0,06   | 0,07   | 0,09   | 0,17   | 0,48   | 0,23   | 0,23   | 0,30   | 0,20   | 0,23   | 0,08   | 0,32   | 0,05   | 0,03   | 0,02   | 0,02   |
| 5042758  | 0,05   | 0,07   | 0,09   | 0,13   | 0,23   | 0,99   | 0,47   | 0,25   | 0,11   | 0,09   | 0,12   | 0,06   | 0,10   | 0,05   | 0,03   | 0,02   |
| 5042658  | 0,05   | 0,07   | 0,09   | 0,12   | 0,18   | 0,44   | 1,20   | 0,29   | 0,09   | 0,06   | 0,05   | 0,05   | 0,05   | 0,09   | 0,05   | 0,02   |
| 5042558  | 0,05   | 0,06   | 0,07   | 0,09   | 0,15   | 0,32   | 0,55   | 0,19   | 0,09   | 0,06   | 0,05   | 0,04   | 0,04   | 0,04   | 0,08   | 0,04   |
| 5042458  | 0,04   | 0,05   | 0,06   | 0,08   | 0,12   | 0,14   | 0,15   | 0,11   | 0,08   | 0,06   | 0,04   | 0,04   | 0,03   | 0,03   | 0,03   | 0,03   |
| 5042358  | 0,04   | 0,04   | 0,05   | 0,07   | 0,08   | 0,08   | 0,09   | 0,07   | 0,06   | 0,05   | 0,04   | 0,03   | 0,03   | 0,03   | 0,03   | 0,02   |

| PM10 - MEDIA ANNUALE - VALORE ASSOLUTO TOTALE (µg/mc) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|   | 704473 | 704573 | 704673 | 704773 | 704873 | 704973 | 705073 | 705173 | 705273 | 705373 | 705473 | 705573 | 705673 | 705773 | 705873 | 705973 |
| 5043858   | 31,54  | 31,66  | 31,56  | 31,55  | 31,55  | 31,54  | 31,54  | 31,54  | 31,53  | 31,53  | 31,53  | 31,53  | 31,52  | 31,52  | 31,52  | 31,51  |
| 5043758   | 31,55  | 31,60  | 31,77  | 31,57  | 31,56  | 31,55  | 31,55  | 31,54  | 31,54  | 31,54  | 31,54  | 31,54  | 31,53  | 31,53  | 31,52  | 31,51  |
| 5043658   | 31,55  | 31,57  | 31,61  | 32,01  | 31,59  | 31,57  | 31,56  | 31,55  | 31,55  | 31,55  | 31,55  | 31,56  | 31,55  | 31,54  | 31,53  | 31,52  |
| 5043558   | 31,55  | 31,56  | 31,58  | 31,62  | 32,14  | 31,61  | 31,59  | 31,58  | 31,57  | 31,59  | 31,70  | 31,70  | 32,04  | 31,61  | 31,55  | 31,52  |
| 5043458   | 31,55  | 31,56  | 31,57  | 31,60  | 31,64  | 32,03  | 31,64  | 31,62  | 31,66  | 31,67  | 31,58  | 31,56  | 31,56  | 31,58  | 31,62  | 31,60  |
| 5043358   | 31,55  | 31,56  | 31,58  | 31,60  | 31,63  | 31,70  | 31,96  | 32,17  | 31,61  | 31,57  | 31,55  | 31,54  | 31,54  | 31,54  | 31,54  | 31,53  |
| 5043258   | 31,56  | 31,57  | 31,59  | 31,61  | 31,66  | 32,00  | 31,83  | 31,72  | 31,59  | 31,56  | 31,55  | 31,54  | 31,53  | 31,53  | 31,52  | 31,52  |
| 5043158   | 31,57  | 31,60  | 31,63  | 31,69  | 31,80  | 31,75  | 32,96  | 31,68  | 31,60  | 31,56  | 31,55  | 31,54  | 31,53  | 31,53  | 31,52  | 31,52  |
| 5043058   | 31,64  | 31,64  | 31,64  | 31,65  | 31,70  | 31,88  | 31,80  | 32,06  | 31,62  | 31,57  | 31,55  | 31,54  | 31,53  | 31,52  | 31,52  | 31,52  |
| 5042958   | 31,57  | 31,58  | 31,60  | 31,65  | 31,84  | 31,75  | 31,70  | 31,73  | 32,55  | 31,58  | 31,56  | 31,55  | 31,54  | 31,53  | 31,52  | 31,52  |
| 5042858   | 31,56  | 31,57  | 31,59  | 31,67  | 31,98  | 31,73  | 31,73  | 31,80  | 31,70  | 31,73  | 31,58  | 31,82  | 31,55  | 31,53  | 31,52  | 31,52  |
| 5042758   | 31,55  | 31,57  | 31,59  | 31,63  | 31,73  | 32,49  | 31,97  | 31,75  | 31,61  | 31,59  | 31,62  | 31,56  | 31,60  | 31,55  | 31,53  | 31,52  |
| 5042658   | 31,55  | 31,57  | 31,59  | 31,62  | 31,68  | 31,94  | 32,70  | 31,79  | 31,59  | 31,56  | 31,55  | 31,55  | 31,55  | 31,59  | 31,55  | 31,52  |
| 5042558   | 31,55  | 31,56  | 31,57  | 31,59  | 31,65  | 31,82  | 32,05  | 31,69  | 31,59  | 31,56  | 31,55  | 31,54  | 31,54  | 31,54  | 31,58  | 31,54  |
| 5042458   | 31,54  | 31,55  | 31,56  | 31,58  | 31,62  | 31,64  | 31,65  | 31,61  | 31,58  | 31,56  | 31,54  | 31,54  | 31,53  | 31,53  | 31,53  | 31,53  |
| 5042358   | 31,54  | 31,54  | 31,55  | 31,57  | 31,58  | 31,58  | 31,59  | 31,57  | 31,56  | 31,55  | 31,54  | 31,53  | 31,53  | 31,53  | 31,53  | 31,52  |

PM10 - Concentrazione media annua (ug/mc)



## ALLEGATO 05

Matrici complessive di calcolo e mappe concentrazione  
parametro particolato sospeso (PM<sub>2,5</sub>)

| PM2,5 - MEDIA ANNUALE - CONTRIBUTO TRAFFICO INDOTTO (µg/mc) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|   | 704473 | 704573 | 704673 | 704773 | 704873 | 704973 | 705073 | 705173 | 705273 | 705373 | 705473 | 705573 | 705673 | 705773 | 705873 | 705973 |
| 5043858   | 0,02   | 0,08   | 0,03   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   |
| 5043758   | 0,02   | 0,04   | 0,13   | 0,03   | 0,03   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   |
| 5043658   | 0,02   | 0,03   | 0,05   | 0,24   | 0,04   | 0,03   | 0,03   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,03   | 0,03   | 0,02   | 0,02   | 0,01   | 0,01   |
| 5043558   | 0,02   | 0,03   | 0,04   | 0,05   | 0,30   | 0,05   | 0,04   | 0,03   | 0,03   | 0,04   | 0,09   | 0,10   | 0,25   | 0,05   | 0,02   | 0,01   |
| 5043458   | 0,02   | 0,03   | 0,03   | 0,04   | 0,06   | 0,25   | 0,06   | 0,05   | 0,08   | 0,08   | 0,04   | 0,03   | 0,03   | 0,04   | 0,06   | 0,05   |
| 5043358   | 0,02   | 0,03   | 0,03   | 0,04   | 0,06   | 0,09   | 0,21   | 0,31   | 0,05   | 0,03   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,01   |
| 5043258   | 0,03   | 0,03   | 0,04   | 0,05   | 0,07   | 0,23   | 0,15   | 0,10   | 0,04   | 0,03   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,01   | 0,01   | 0,01   |
| 5043158   | 0,03   | 0,05   | 0,06   | 0,09   | 0,14   | 0,11   | 0,68   | 0,08   | 0,04   | 0,03   | 0,02   | 0,02   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   |
| 5043058   | 0,07   | 0,06   | 0,06   | 0,07   | 0,09   | 0,17   | 0,14   | 0,26   | 0,06   | 0,03   | 0,02   | 0,02   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   |
| 5042958   | 0,03   | 0,04   | 0,05   | 0,07   | 0,15   | 0,11   | 0,09   | 0,10   | 0,49   | 0,04   | 0,03   | 0,02   | 0,02   | 0,01   | 0,01   | 0,01   |
| 5042858   | 0,03   | 0,03   | 0,04   | 0,07   | 0,22   | 0,10   | 0,10   | 0,14   | 0,09   | 0,10   | 0,04   | 0,15   | 0,02   | 0,01   | 0,01   | 0,01   |
| 5042758   | 0,02   | 0,03   | 0,04   | 0,06   | 0,10   | 0,44   | 0,19   | 0,11   | 0,05   | 0,04   | 0,06   | 0,03   | 0,05   | 0,02   | 0,01   | 0,01   |
| 5042658   | 0,02   | 0,03   | 0,04   | 0,05   | 0,07   | 0,16   | 0,41   | 0,10   | 0,04   | 0,03   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,04   | 0,02   | 0,01   |
| 5042558   | 0,02   | 0,02   | 0,03   | 0,04   | 0,06   | 0,11   | 0,18   | 0,07   | 0,04   | 0,03   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,04   | 0,02   |
| 5042458   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,03   | 0,04   | 0,05   | 0,06   | 0,04   | 0,03   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,01   |
| 5042358   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,03   | 0,03   | 0,03   | 0,03   | 0,03   | 0,02   | 0,02   | 0,02   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   | 0,01   |

| PM2,5 - MEDIA ANNUALE - VALORE ASSOLUTO TOTALE (µg/mc) |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|  | 704473 | 704573 | 704673 | 704773 | 704873 | 704973 | 705073 | 705173 | 705273 | 705373 | 705473 | 705573 | 705673 | 705773 | 705873 | 705973 |
| 5043858  | 24,02  | 24,08  | 24,03  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,01  | 24,01  | 24,01  | 24,01  | 24,01  | 24,01  | 24,01  |
| 5043758  | 24,02  | 24,04  | 24,13  | 24,03  | 24,03  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,01  | 24,01  | 24,01  | 24,01  |
| 5043658  | 24,02  | 24,03  | 24,05  | 24,24  | 24,04  | 24,03  | 24,03  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,03  | 24,03  | 24,02  | 24,02  | 24,01  | 24,01  |
| 5043558  | 24,02  | 24,03  | 24,04  | 24,05  | 24,30  | 24,05  | 24,04  | 24,03  | 24,03  | 24,04  | 24,09  | 24,10  | 24,25  | 24,05  | 24,02  | 24,01  |
| 5043458  | 24,02  | 24,03  | 24,03  | 24,04  | 24,06  | 24,25  | 24,06  | 24,05  | 24,08  | 24,08  | 24,04  | 24,03  | 24,03  | 24,04  | 24,06  | 24,05  |
| 5043358  | 24,02  | 24,03  | 24,03  | 24,04  | 24,06  | 24,09  | 24,21  | 24,31  | 24,05  | 24,03  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,01  |
| 5043258  | 24,03  | 24,03  | 24,04  | 24,05  | 24,07  | 24,23  | 24,15  | 24,10  | 24,04  | 24,03  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,01  | 24,01  | 24,01  |
| 5043158  | 24,03  | 24,05  | 24,06  | 24,09  | 24,14  | 24,11  | 24,68  | 24,08  | 24,04  | 24,03  | 24,02  | 24,02  | 24,01  | 24,01  | 24,01  | 24,01  |
| 5043058  | 24,07  | 24,06  | 24,06  | 24,07  | 24,09  | 24,17  | 24,14  | 24,26  | 24,06  | 24,03  | 24,02  | 24,02  | 24,01  | 24,01  | 24,01  | 24,01  |
| 5042958  | 24,03  | 24,04  | 24,05  | 24,07  | 24,15  | 24,11  | 24,09  | 24,10  | 24,49  | 24,04  | 24,03  | 24,02  | 24,02  | 24,01  | 24,01  | 24,01  |
| 5042858  | 24,03  | 24,03  | 24,04  | 24,07  | 24,22  | 24,10  | 24,10  | 24,14  | 24,09  | 24,10  | 24,04  | 24,15  | 24,02  | 24,01  | 24,01  | 24,01  |
| 5042758  | 24,02  | 24,03  | 24,04  | 24,06  | 24,10  | 24,44  | 24,19  | 24,11  | 24,05  | 24,04  | 24,06  | 24,03  | 24,05  | 24,02  | 24,01  | 24,01  |
| 5042658  | 24,02  | 24,03  | 24,04  | 24,05  | 24,07  | 24,16  | 24,41  | 24,10  | 24,04  | 24,03  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,04  | 24,02  | 24,01  |
| 5042558  | 24,02  | 24,02  | 24,03  | 24,04  | 24,06  | 24,11  | 24,18  | 24,07  | 24,04  | 24,03  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,04  | 24,02  |
| 5042458  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,03  | 24,04  | 24,05  | 24,06  | 24,04  | 24,03  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,01  |
| 5042358  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,03  | 24,03  | 24,03  | 24,03  | 24,03  | 24,02  | 24,02  | 24,02  | 24,01  | 24,01  | 24,01  | 24,01  | 24,01  |

PM2.5 - Concentrazione media annua (ug/mc)

