

Arch. Paolo Forgione

via del Bosco 4 - Santa Croce sull'Arno (PI)
tel/fax 0571.386021 - cell. 388.0432801 - paolo.forgione@awn.it

**B&B Architettura del Paesaggio
Biagini e Bartolozzi**

Vicchio Del Mugello (FI), Via G. Di Vittorio, 7
tel 0558448331 - fax 0558448470 - mail piscine@megip.it

COMUNE DI MONTOPOLI IN VAL D'ARNO

TAV.

D

**PIANO ATTUATIVO "COMPARTO FONTANELLE
CENTRALE" CON MODIFICA ALLE AREE PUBBLICHE
E RIORGANIZZAZIONE DELLA VIABILITA' DI
ACCESSO ALL'AREA A SERVIZI COLLETTIVI**

UTOE 3 Fontanelle

Richiedente: Conad Del Tirreno s.c.

Proprietà: Conad Del Tirreno s.c.

Località: CAPANNE - Via J F Kennedy

RELAZIONE IMPATTO ATMOSFERICO

emissioni da traffico veicolare

Progettista capogruppo responsabile: Ing. Augusto Bottai

Co Progettisti: Arch. Paolo Forgione, Geom. Stefano Bertoncini,
Dr. Agrotecnico Biagini Francesco (studio del verde e paesaggio)

Aspetti Geologici: Geol. Paolo Giani, Geol. Giuseppe Lotti

Data: Ottobre 2015

Edizione definitiva del progetto: Settembre 2017



1. GENERALITA'

Con il presente lavoro vengono analizzate le interazioni opera-ambiente determinate dalle emissioni in atmosfera correlate al traffico veicolare che si verrà a determinare nell'area oggetto di pianificazione nell'intorno della SP 65 Romanina, Comparto Fontanelle Centrale e Area a Servizi Collettivi, Zona Industriale Fontanelle, Comune di Montopoli in Val D'Arno.

Considerata la destinazione d'uso relativa dei due comparti urbanistici a magazzini di stoccaggio merci si può affermare che la suddetta componente di impatto sulla qualità dell'aria sia l'unica rilevante poiché le emissioni in atmosfera associate agli impianti del nuovo fabbricato destinato a deposito imballaggi (CCI – Centro Coordinato Imballaggi) sono praticamente trascurabili se non inesistenti in virtù della tipologia di attività esercitata (magazzinaggio).

L'analisi dell'impatto sulla qualità dell'aria causato dal traffico sulle infrastrutture stradali e sulle aree contermini sono state svolte con l'ausilio di modelli matematici correlati alle analisi del traffico illustrate nella relazione specifica, oltreché agli studi e rilievi della qualità dell'aria ricavabili dal documento allegato al Vigente PS/RU del Comune di Montopoli in Val D'Arno, denominato "Relazione sullo stato dell'Ambiente", consentendo di stimare il concorso all'inquinamento atmosferico generato dai flussi veicolari che si verranno a determinare a seguito degli interventi attuati e/o in progetto nell'area oggetto di studio.

2. MODELLO DI SIMULAZIONE

Le simulazioni numeriche sono state effettuate utilizzando l'implementazione online del modello EPA originale (CALINE - *dispersion model for predicting air pollutant concentrations near roadways*) della FHWA, disponibile sulla piattaforma di calcolo *plan2run (Software Open Source utilizzabile da parte di qualsiasi utente registrato)*, riscontrabile all'indirizzo <http://www.plan2run.eu>. La piattaforma consente l'interfacciamento diretto con i sistemi GIS nelle fasi di input e output dei dati modellistici in costante aggiornamento del modello alla versione corrente disponibile sul sito web: CALINE è costituito da una catena di modelli diffusivi per la valutazione della qualità dell'aria per sorgenti lineari sviluppati da CALTRANS (California Department of Transportation).

Il modello si basa sull'equazione di diffusione Gaussiana e utilizza il principio della zona di mescolamento (*mixing layer*) per caratterizzare la dispersione di inquinante sopra la carreggiata stradale al fine di valutare gli effetti sulla qualità dell'aria nell'intorno delle infrastrutture stradali.

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

Le previsioni possono essere fatte per diversi agenti inquinanti, tra i quali anche il PM10.

Il modello è applicabile per ogni direzione di vento, orientazione della strada e locazione dei ricettori.

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

Il codice di calcolo considera il contributo congiunto dei segmenti di emissione contenuti entro la distanza di $\pm 3\sigma_y$ dal punto ricettore, in quanto i contributi al di fuori di tale range non sono in grado di apportare un contributo significativo. La concentrazione totale in corrispondenza di un singolo ricettore è data da:

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

dove:

i = 1, n	WTj = parametro di correzione del fattore di emissione
k = -CNT, CNT	F1 = $\exp[-(Z-H+2kL)^2/(2 \cdot sgzi^2)]$
j = 1, n	F2 = $\exp[-(Z+H+2kL)^2/(2 \cdot sgzi^2)]$
n = numero degli elementi	sgzi = parametro di dispersione verticale iniziale internamente alla “mixing zone”
L = altezza della “mixing zone”	H = altezza della sorgente di emissione (variabile da -10 a +10 metri)
σ_{zi} = parametro di dispersione verticale per l'elemento i-esimo	Z = altezza del punto ricettore
QEi = fattore di emissione parte centrale dell'elemento i-esimo	

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

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

La zona denominata “*mixing layer*” è interessata da fenomeni dispersivi indotti sia da turbolenza meccanica (moto veicolare), sia termica (scarichi gassosi a temperatura elevata), ed è definita

come la regione al di sopra del manto stradale, aumentata di tre metri per ciascun lato della carreggiata, al fine di tenere conto della iniziale dispersione orizzontale creata dalla scia dei veicoli e la conseguente diluizione degli inquinanti.

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

La rugosità, nel caso oggetto di studio, in considerazione alla tipologia di copertura superficiale delle aree attraversate dalle infrastrutture e in un'ottica cautelativa, è stata posta pari a 0.05 m, si ricorda che all'aumentare della rugosità aumentano anche i fenomeni turbolenti e la conseguente diluizione.

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

Le curve di dispersione verticale utilizzate sono costruite usando un valore di σ_z finale (a 10 Km di distanza) uguale a quello che si verifica in condizioni di stabilità atmosferica per un rilascio passivo; inoltre, i valori di σ_z considerano la rugosità e il flusso di calore sensibile prodotto dagli scarichi degli automezzi. Il parametro di dispersione orizzontale σ_y sottovento alla sorgente deriva dal metodo di Draxler.

Sono, inoltre, fornite speciali opzioni per modellizzare la qualità dell'aria vicino a intersezioni stradali, aree di parcheggio, strade di livello, in rilevato e in trincea, ponti e canyons stradali.

A seconda della tipologia di tratto stradale considerata variano le concentrazioni degli inquinanti, in particolare quelle stimate in corrispondenza dei ricettori ubicati in prossimità del bordo carreggiata:

- per le strade di livello "AT Grade", il modello di dispersione non permette agli inquinanti di disperdersi al di sotto del piano stradale, assunto a quota zero rispetto al piano di campagna;
- per le strade in trincea "Depressed", il modello di dispersione aumenta il tempo di residenza dell'inquinante all'interno della mixing zone proporzionalmente alla profondità della sede stradale rispetto al piano di campagna; in tale situazione si ottengono, per i ricettori prossimi al bordo carreggiata, valori di concentrazione superiori al caso standard "AT Grade", in quanto la dispersione verticale aumenta con il tempo di residenza dell'inquinante all'interno della mixing zone;

- per le strade in viadotto “Bridge”, il modello di dispersione permette all’inquinante di fluire al di sopra ed al di sotto del piano stradale; avendo a disposizione un maggiore volume per la dispersione, le concentrazioni degli inquinanti in prossimità dei ricettori più prossimi al bordo carreggiata risultano inferiori rispetto al caso standard “At Grade”;
- per le strade in rilevato “Fill”, il modello di dispersione pone automaticamente l’altezza a zero in modo tale che le correnti di vento seguono il terreno in modo indisturbato.
- per i parcheggi “Parking Lot”, il modello di dispersione considera i fenomeni di slow moving e di cold-start dei veicoli, caratteristici di tali situazioni di traffico.

Il modello consente all'utente di scegliere se fornire l'angolo che individua la direzione del vento, oppure selezionare l'opzione che ricerca l'angolo di vento che corrisponde al caso peggiore.

CALINE è idoneo per le seguenti applicazioni:

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

La stima consente di valutare le concentrazioni orarie e giornaliere e di verificare pertanto eventuali fenomeni di criticità sul breve periodo.

Per effettuare i calcoli il modello richiede i seguenti dati di input:

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

3. DATI METEOROLOGICI

La caratterizzazione specifica delle condizioni meteoclimatiche dell'area è stata effettuata analizzando gli andamenti dei parametri che caratterizzano la capacità dell'atmosfera di innescare fenomeni di rimescolamento e, di conseguenza, diluizione degli inquinanti.

Si è utilizzato gli archivi dei dati meteorologici del Servizio IdroMeteoClima della Regione Emilia Romagna, utilizzando il Dataset LAMA: modello meteorologico ad area limitata COSMO (ex Lokal Modell) che copre tutta l'Italia con dati a partire dal 01.04.2003.

I dati utilizzati sono stati rappresentati in forma sintetica e mediante elaborazioni grafiche dei principali parametri meteoclimatici ed in particolare:

- andamento delle temperatura oraria in gradi Kelvin (Figura 2-2);
- distribuzione delle classi di stabilità atmosferica, annuale e stagionale (Figura 2-3);
- altezza di rimescolamento [m] (Figura 2-4);
- classi di velocità del vento (Figura 2-5);
- rosa del vento stagionale e in funzione delle velocità (Figura 2-6÷Figura 2-7).

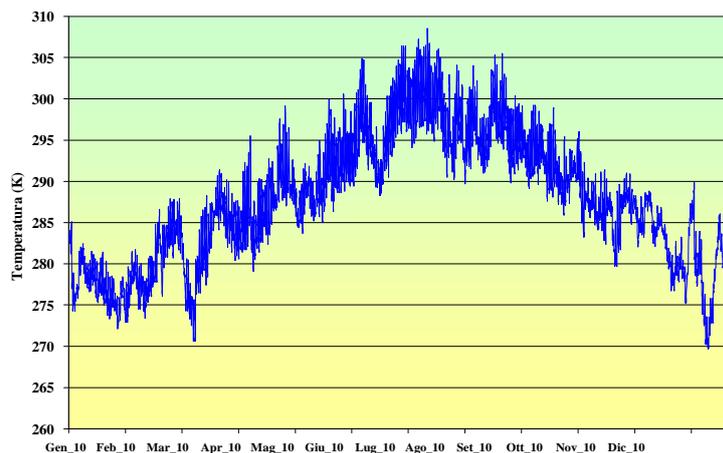


FIGURA 2-2 - ANDAMENTO DELLE TEMPERATURA ORARIA IN GRADI KELVIN

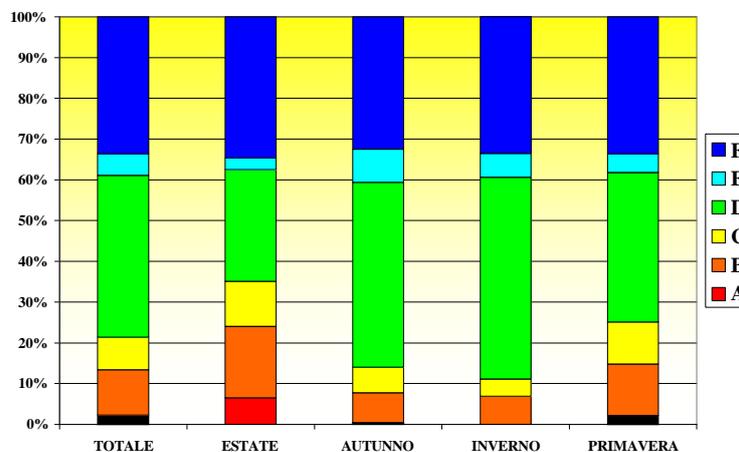


FIGURA 2-3 - DISTRIBUZIONE DELLE CLASSI DI STABILITÀ ATMOSFERICA, ANNUALE E STAGIONALE

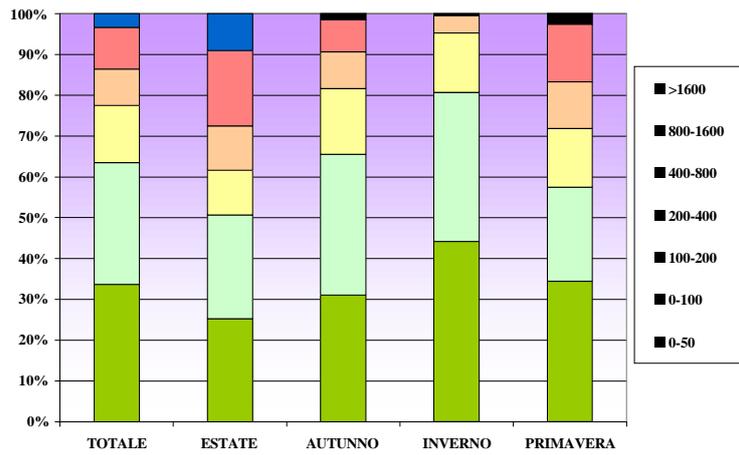


FIGURA 2-4 - ALTEZZA DI RIMESCOLAMENTO [M]

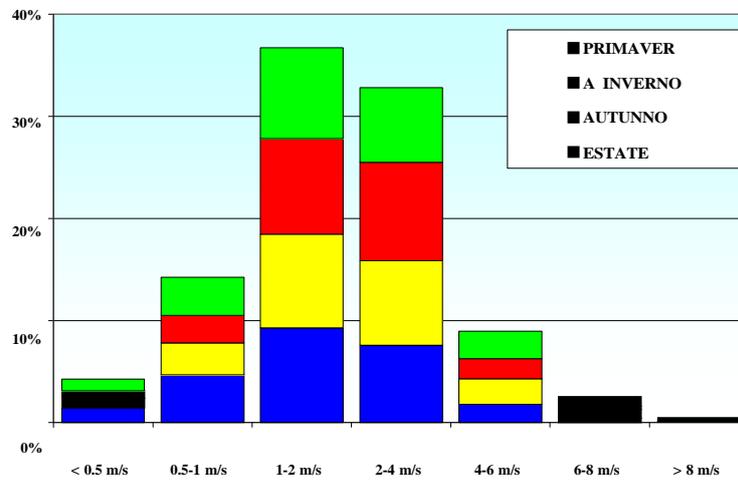


FIGURA 2-5 - CLASSI VELOCITÀ DEL VENTO [M/S]

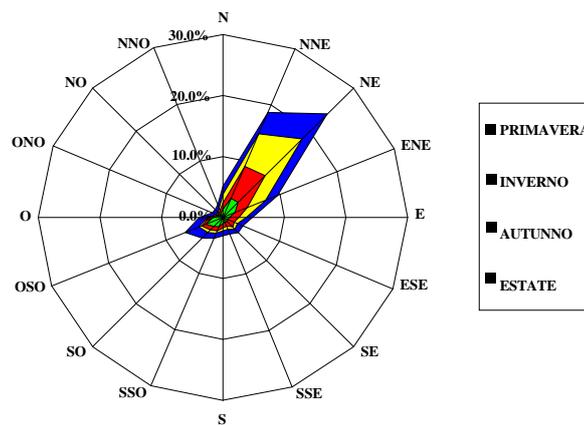


FIGURA 2-6 - ROSA DEL VENTO (STAGIONALE)

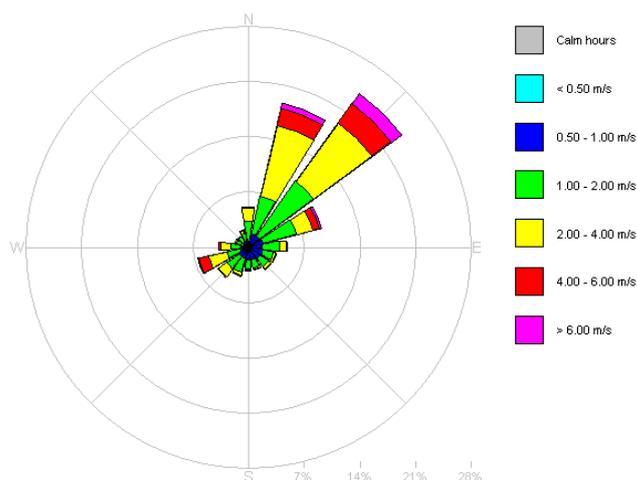


FIGURA 2-7 - ROSA DEL VENTO (VELOCITÀ – DIREZIONE)

Dall'analisi dei dati disponibili derivano le seguenti considerazioni:

- La temperatura presenta un andamento tipico delle aree collinari/pianeggianti del centro-Italia, inverni rigidi con intere giornate caratterizzate da temperature inferiori a 0 °C (273, 15 K) e estati calde con temperature che in numerose occasioni superano i 30 °C.
- La classe di stabilità che si presenta con la maggior frequenza è la D, circa il 40% dei casi su base annua. Le condizioni di stabilità (classi E e F) risultano pressoché costanti durante l'intero arco dell'anno con una percentuale di accadimento pari a circa il 40%. Le condizioni di instabilità risultano maggiormente frequenti (30%) nei mesi estivi.
- L'altezza di rimescolamento è molto variabile in relazione all'ora del giorno e alla stagione. Nel periodo invernale e autunnale quasi il 60% dei casi risulta caratterizzato da altezza inferiori a 200 m, percentuale che si riduce a circa il 50% nel periodo estivo.
- Dal punto di vista anemologico si evidenzia la presenza di venti energici. Le calme di vento, velocità < 0.5 m/s risultano inferiori al 5%, mentre le ore caratterizzate da velocità del vento superiori ai 2 m/s sono superiori al 40%. Per ciò che riguarda la direzione di provenienza si osserva una marcata direzionalità lungo l'asse NE-SO con una netta prevalenza dei venti provenienti da NE.

4. COEFFICIENTI DI EMISSIONE

Le emissioni inquinanti del parco circolante dipendono da una serie di caratteristiche quali tipologia del veicolo, stato di manutenzione, velocità, caratteristiche geometriche del percorso, stile di guida, ecc.. La comunità scientifica ha sviluppato programmi di ricerca finalizzati a individuare metodologie di stima delle emissioni affidabili e semplici da applicare.

In Europa, tramite numerose misure di emissione effettuate nei vari paesi, per diverse tipologie e marche di veicoli, ha definito dei fattori di emissione/ coefficienti che consentono di ottenere le emissioni inquinanti a partire dai soli dati di traffico e combinazione del parco circolante.

I coefficienti utilizzati, espressi in g/veic*Km (ovvero grammi emessi per ciascun veicolo lungo un tratto stradale di un chilometro), si riferiscono agli inquinanti maggiormente significativi per il traffico veicolare e sono valutati in funzione della velocità media di percorrenza dei veicoli.

In generale le emissioni dei veicoli possono essere espresse come somma di 3 contributi:

$$E_{Tot} = E_{hot} + E_{cold} + E_{evap}$$

in cui:

E_{hot} = emissioni a caldo, ossia dei motori che hanno raggiunto la temperatura di esercizio;

E_{cold} = emissioni a freddo, ossia durante il riscaldamento del veicolo, convenzionalmente tali emissioni si verificano quando la temperatura dell'acqua di raffreddamento è inferiore a 70 °C.

E_{evap} = emissioni per evaporazione relative ai soli COVNM (composti organici volatili non metanici), per i veicoli a benzina.

In questa fattispecie si è fatto riferimento ai fattori di emissione a caldo, risultando in prima approssimazione trascurabili le emissioni a freddo e evaporative.

I fattori di emissioni sono stati valutati attraverso l'impiego del modello COPERT IV, COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport (<http://lat.eng.auth.gr/copert/>).

Le analisi si sono concentrate sui seguenti inquinanti:

- Monossido di Carbonio – CO;
- Ossidi di Azoto – NOx;
- NMVOC, Composti Organici Volatili;
- Polveri Inalabili – Pm10;
- Polveri respirabili – Pm2.5;
- Benzene – C6H6.

considerando le diverse tipologie di mezzi (autovetture, commerciali leggeri, commerciali pesanti), di alimentazione (benzina, gasolio, GPL, metano) e di omologazione alle diverse direttive in materia di emissioni veicolari (Euro 0, I, II, III, IV, V).

Per quanto riguarda il Pm10 sono state considerate anche le emissioni associate ai fenomeni di usura dei freni, pneumatici e manto stradale in base ai coefficienti di emissione proposti dal “EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2013”.

La determinazione delle emissioni relative al Benzene è stato effettuato a partire dai valori forniti dal modello COPERT per i NMVOC applicando, in funzione delle tipologie veicolari, le percentuali di incidenza di tale inquinanti sulla totalità dei composti organici volatili non metanici fornite dal “EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2013”. Infine le emissioni di Pm2.5, sono state stimate ipotizzando cautelativamente che la totalità del Pm10 di origine veicolare abbia diametro aerodinamico inferiore a 2.5 µm ed utilizzando i coefficienti specifici forniti dal “EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - 2013” relativamente alle altre fonti di emissione (usura delle gomme, dei freni e del manto stradale).

La composizione del parco veicolare è stata ipotizzata a partire dal Parco Veicolare della Provincia di Pisa al 2012; in via cautelativa si è ritenuto opportuno considerare le emissioni veicolari costanti ossia non considerare le riduzioni associate al rinnovo del parco veicolare.

Nelle Tabella 2-1÷Tabella 2-4 si riportano per macro tipologie veicolari, ossia Autovetture, Moto, Veicoli Commerciali leggeri (<3.5 tonnellate) e Veicoli Commerciali pesanti (> 3.5 tonnellate) i coefficienti di emissione ottenuti in funzione delle diverse velocità di transito.

Velocità [km/h]	Coefficienti di emissione AUTOVETTURE g/km*veicolo (kg/km*veicolo per CO2)						
	CO	NOx	VOC	CO2	Pm10	Pm2e5	C6H6
30	1.1227	0.4138	0.1593	0.1821	0.0340	0.0242	0.0096
40	0.9018	0.3838	0.1295	0.1613	0.0326	0.0228	0.0078
50	0.7748	0.3684	0.1105	0.1492	0.0317	0.0219	0.0067
60	0.6599	0.3656	0.0923	0.1432	0.0312	0.0214	0.0056
70	0.6345	0.3741	0.0814	0.1413	0.0310	0.0212	0.0049
80	0.6434	0.3931	0.0741	0.1423	0.0314	0.0216	0.0045
90	0.6914	0.4236	0.0695	0.1465	0.0322	0.0224	0.0042
100	0.7894	0.4652	0.0682	0.1533	0.0334	0.0236	0.0041
110	0.9625	0.5209	0.0698	0.1626	0.0350	0.0252	0.0042
120	1.2839	0.5950	0.0746	0.1758	0.0369	0.0271	0.0045
130	2.0295	0.6629	0.0833	0.1937	0.0394	0.0296	0.0050

TABELLA 2-1 - EMISSIONI MEDIE AL 2012 – AUTOVETTURE

Velocità [km/h]	Coefficients di emissione MOTO g/km*veicolo (kg/km*veicolo per CO2)						
	CO	NOx	VOC	CO2	Pm10	Pm2e5	C6H6
30	10.364	0.1449	2.4363	0.1074	0.0466	0.0422	0.1664
40	9.3739	0.1559	1.9581	0.0959	0.0466	0.0422	0.1337
50	9.2220	0.1743	1.7066	0.0923	0.0466	0.0422	0.1166
60	9.5819	0.1994	1.5866	0.0930	0.0466	0.0422	0.1084
70	10.337	0.2316	1.5593	0.0964	0.0466	0.0422	0.1065
80	11.485	0.2714	1.6170	0.1024	0.0466	0.0422	0.1104
90	13.043	0.3172	1.7554	0.1109	0.0466	0.0422	0.1199
100	14.949	0.3655	1.9482	0.1211	0.0466	0.0422	0.1331
110	16.082	0.4051	1.9779	0.1286	0.0466	0.0422	0.1351
120	17.644	0.4590	2.0344	0.1382	0.0466	0.0422	0.1390
130	19.617	0.5372	2.1170	0.1492	0.0466	0.0422	0.1446

TABELLA 2-2 - EMISSIONI MEDIE AL 2012 – MOTO

Velocità [km/h]	Coefficients di emissione LDV g/km*veicolo (kg/km*veicolo per CO2)						
	CO	NOx	VOC	CO2	Pm10	Pm2e5	C6H6
30	1.2318	1.1637	0.1444	0.2661	0.1084	0.0951	0.0056
40	0.8822	0.9936	0.1195	0.2287	0.1002	0.0869	0.0044
50	0.6443	0.8747	0.0994	0.2038	0.0967	0.0834	0.0034
60	0.5175	0.8073	0.0845	0.1913	0.0983	0.0850	0.0026
70	0.5025	0.7917	0.0748	0.1914	0.1043	0.0910	0.0021
80	0.5983	0.8275	0.0700	0.2040	0.1152	0.1019	0.0019
90	0.8058	0.9151	0.0701	0.2290	0.1305	0.1172	0.0019
100	1.1249	1.0543	0.0754	0.2666	0.1511	0.1378	0.0021
110	1.5551	1.2449	0.0863	0.3167	0.1759	0.1626	0.0026
120	1.7057	1.2471	0.0868	0.3208	0.1759	0.1626	0.0026
130	1.7057	1.2471	0.0868	0.3208	0.1759	0.1626	0.0026

TABELLA 2-3 - EMISSIONI MEDIE AL 2012 – LDV

Velocità [km/h]	Coefficients di emissione HDV g/km*veicolo (kg/km*veicolo per CO2)						
	CO	NOx	VOC	CO2	Pm10	Pm2e	C6H6
30	1.7602	6.2861	0.5957	0.6228	0.3050	0.2601	0.0011
40	1.4373	5.4952	0.4685	0.5442	0.2676	0.2227	0.0009
50	1.2654	5.0565	0.3869	0.5018	0.2461	0.2012	0.0007
60	1.1719	4.8106	0.3296	0.4798	0.2335	0.1886	0.0006
70	1.1188	4.6858	0.2867	0.4704	0.2263	0.1814	0.0005
80	1.0861	4.6453	0.2535	0.4691	0.2224	0.1775	0.0004
90	1.0704	4.6524	0.2369	0.4708	0.2210	0.1761	0.0004
100	1.0704	4.6524	0.2369	0.4708	0.2210	0.1761	0.0004
110	1.0704	4.6524	0.2369	0.4708	0.2210	0.1761	0.0004
120	1.0704	4.6524	0.2369	0.4708	0.2210	0.1761	0.0004
130	1.0704	4.6524	0.2369	0.4708	0.2210	0.1761	0.0004

TABELLA 2-4 - EMISSIONI MEDIE AL 2012 – HDV

In ragione dell'ambito urbano in cui risulta inserito il progetto si è ritenuto adeguato considerare una velocità di transito pari a 50 km/h; analizzando le emissioni al variare della velocità per i diversi

inquinanti si può osservare che l'entità delle variazioni delle emissioni nei range di velocità considerati può essere considerata in prima approssimazione marginale.

5. DATI DI TRAFFICO

I flussi di traffico sono stati desunti dalla "Relazione di impatto viabilistico" di cui si riepilogano i dati di progetto e la scomposizione nelle macrocategorie veicolari:

SEZIONE aggiornamento attualizzato all'anno 2015		auto		comm. leggeri + caravan roulotte		comm. pesanti + bus		mezzi speciali		due ruote		totali
SP 65	165 S.P. ROMANINA (N.65)	2.352	81%	255	9%	246	8%	6	0%	41	1%	2.901

dalla letteratura tecnica si è assunto quale indicatore di traffico dell'ora di punta, valori pari al 10% del TGM.

6. STIMA DELLE CONCENTRAZIONI DI NO₂

I coefficienti di emissioni forniti dal modello COPERT, per ciò che concerne gli Ossidi di Azoto, non forniscono i valori relativi al parametro normativo NO₂ ma esclusivamente la totalità degli NO_x, in ragione del carattere di inquinante secondario dell'NO₂ le cui concentrazioni finali dipendono dalle reazioni di ossidazione che gli NO_x subiscono in atmosfera una volta emessi.

La relazione semiempirica che lega le concentrazioni dei livelli di NO₂ alle concentrazioni di NO_x è stata stabilita (Derwent e Middleton 1996; Dixon et al., 2000) sulla base di una curva polinomiale di quarto ordine del logaritmo decimale delle concentrazioni di NO_x. Dette [NO_x] ed [NO₂] le concentrazioni in aria rispettivamente di NO_x e NO₂ (esprese in ppb o µg/m³ NO₂ equivalenti) è possibile stimare le prime dalle seconde sulla base della seguente relazione:

$$[NO_2] = [NO_x](a+bA+cA^2+dA^3+eA^4) \quad A = 10\log_{10}([NO_x]).$$

I coefficienti a, b, c, d, e sono determinati empiricamente tramite regressione statistica delle funzioni sui dati misurati da una rete di monitoraggio. La rappresentazione grafica della correlazione individuata nei monitoraggi è riportata nella Figura 2-8.

La suddetta relazione non risulta applicabile alle concentrazioni medie annuali, in quanto la conversione da NO_x a NO₂ andrebbe effettuata per ogni valore orario calcolato dal modello, in ogni caso dall'analisi dell'andamento della correlazione è possibile stimare in via cautelativa che il solo NO₂ rappresenti il 50% della totalità degli Ossidi di Azoto.

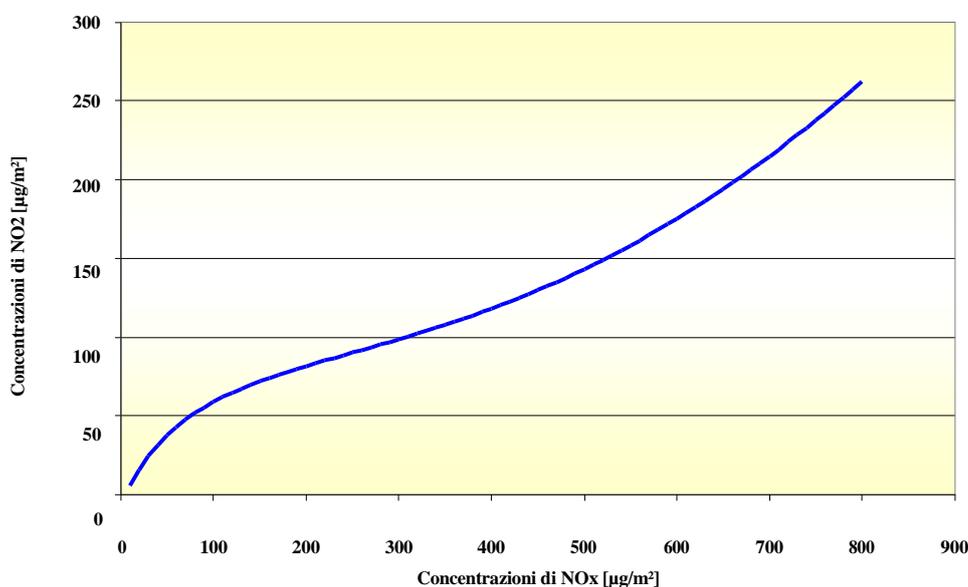


FIGURA 2-8 - RELAZIONE TRA LE CONCENTRAZIONI ORARIE DI NO_x E NO₂

7. LIVELLI DI FONDO

Le valutazioni modellistiche effettuate consentono di avere indicazioni in merito al contributo che all'inquinamento atmosferico associato al sistema viario che subirà delle modifiche a seguito degli interventi di progetto. I valori ottenuti non risultano immediatamente confrontabili con i limiti normativi che si riferiscono alla totalità delle sorgenti. Per tale ragione si è ritenuto opportuno avere, almeno per gli inquinanti maggiormente critici, una stima dei livelli di fondo a cui sommare il contributo del sistema infrastrutturale per consentire un confronto con i limiti normativi.

Tale stima è stata effettuata sulla base delle risultanze delle attività di monitoraggio in continuo effettuate dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria dell'ARPAT di Pisa ed in particolare di quanto rilevato dalla centralina di San Romano, nel Comune di Montopoli in Val D'Arno, estratto dalla relazione sullo stato dell'ambiente allegata al PS/RU vigente 2013. L'ubicazione della centralina rispetto all'ambito di studio è riportata nella Figura 2-9.

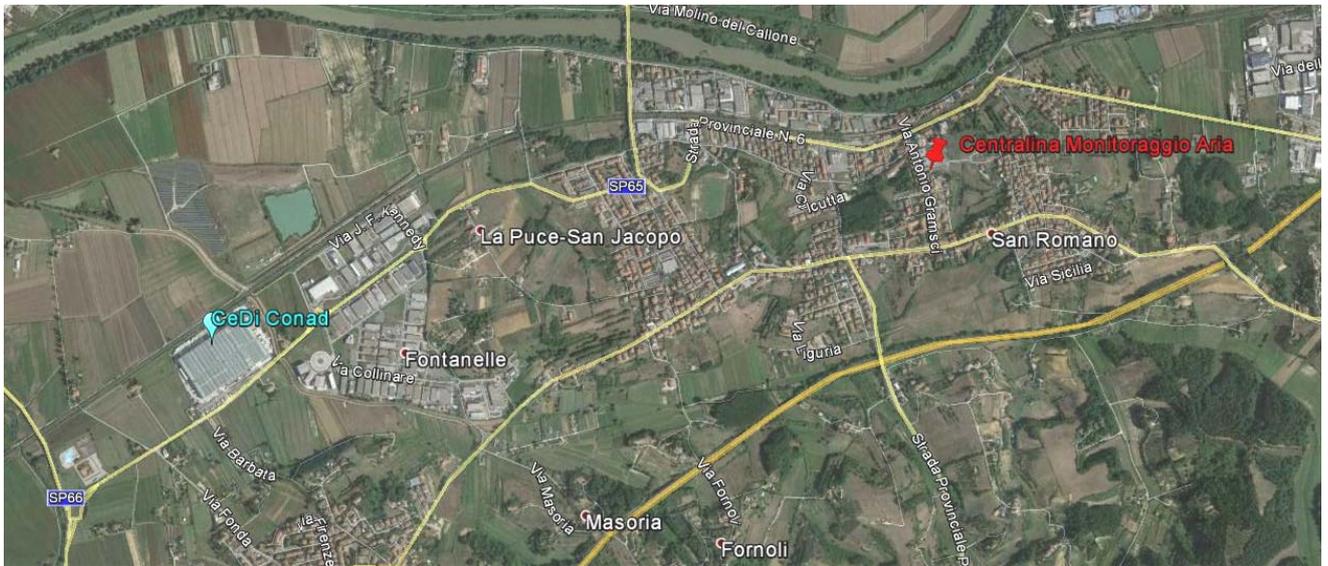


FIGURA 2-9 – UBICAZIONE DELLA CENTRALINA DI MONITORAGGIO RISPETTO ALL’AMBITO DI STUDIO

Nella Tabelle che seguono si riportano i parametri di sintesi di quanto rilevato dalla suddetta centralina di San Romano e dalle centraline del Distretto Conciario negli ultimi anni:

PM10 - Dati anno 2006

	Limite di riferimento	Serao	Coop	S.Romano
N° medie giornaliere valide		343	380	352
Media annua delle concentrazioni giornaliere $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28	26	29	28
Valore medio giornaliero $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ N°/anno superamenti consentiti	35	25	33	19
Massimo valore giornaliero rilevato $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	87	102	68

PM10 – Medie annue nel periodo 2004-2006

	2004	2005	2006
	$\mu\text{g}/\text{mc}$	$\mu\text{g}/\text{mc}$	$\mu\text{g}/\text{mc}$
Serao	26	27	28
Coop	25	27	29
S.Romano	26	27	28

NO2 dati 2006

	Limite di riferimento	Coop
Numero dati		8388
Media annua delle concentrazioni orarie $\mu\text{g}/\text{m}^3$	48	25
Valori medi orari $>240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ N°/anno superamenti consentiti	18	0
Massimo valore orario rilevato $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	128

NO2 – Medie annue nel periodo 2004-2006

	2004	2005	2006
	$\mu\text{g}/\text{mc}$	$\mu\text{g}/\text{mc}$	$\mu\text{g}/\text{mc}$
Coop	23	24	25

Benzene – BENZENE Anno 2006

	Limite di riferimento	Cerri	S.Romano
N. medie giornaliere valide		345	320
Media annuale $\mu\text{g}/\text{m}^3$	9	1.6	1.6

Benzene – Medie annue nel periodo 2004-2006

	2004	2005	2006
	$\mu\text{g}/\text{mc}$	$\mu\text{g}/\text{mc}$	$\mu\text{g}/\text{mc}$
Cerri	1.6	1.5	1.6
Coop	2.0	2.1	n.r.*
S.Romano	1.6	1.5	1.6

Dall'analisi dei dati a disposizione risulta ragionevole ipotizzare dei livelli di fondo rispetto al parametro media annuale pari a:

- NO2: $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Pm10: $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Benzene: $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$

8. RISULTATI DELLE VALUTAZIONI PREVISIONALI

Si riepilogano di seguito i risultati delle valutazioni modellistiche per i singoli parametri analizzati:

Monossido di Carbonio (CO)

Le concentrazioni di CO risultano contenute, confermando la tendenza registrata dalla maggior parte delle centraline di controllo dell'inquinamento atmosferico; le concentrazioni massime del parametro di controllo previsto dalla normativa (concentrazione massima giornaliera su 8 ore, valore limite 10 mg/m³, Dlgs 155/10) si registrano in corrispondenza dell'asse viario della SP65 e risultano inferiori a 500 µg/m³ (0.5 mg/m³).

In corrispondenza di un ricettore sensibile inserito nell'analisi quale la struttura ricettiva della Barbate, le concentrazioni massime orarie medie su 8 ore risultano particolarmente contenute (<200 µg/m³).

Biossidi di Azoto (NO₂)

Il contributo del sistema infrastrutturale oggetto di simulazione alle concentrazioni di NO_x risulta di media entità. Per ciò che concerne il parametro media annuale le verifiche sono state effettuate considerando il valore di concentrazioni relativo a tutti gli Ossidi di Azoto che, come indicato nel capitolo 6, rispetto ai quali le concentrazioni di NO₂ possono essere considerate cautelativamente pari al 50% (cfr. Figura 2-8).

Viceversa per il parametro relativo alle concentrazioni massima oraria, attraverso la relazione riportata al paragrafo 2.5, è stato possibile effettuare una stima delle concentrazioni di NO₂.

Anche in questo caso le concentrazioni massime si registrano in corrispondenza dei ricettori residenziali/terziari posti lungo la SP65 Romanina e risultano inferiori per ciò che concerne la media annuale a 13 µg/m³ di NO_x (~ 6.5 µg/m³ di NO₂), valore che sommato ai livelli di fondo stimati (24 µg/m³) in base a quanto rilevato dalla centralina di San Romano garantisce il rispetto del limite previsto per tale parametro dal Dlgs 155/10 pari a 40 µg/m³. I valori relativi alla concentrazione massima oraria risultano inferiori a 75 µg/m³, valore che, considerando i dati di fondo disponibili, difficilmente può determinare il superamento della soglia normativa di 200 µg/m³.

Anche in questo caso più contenuti risultano i contributi in corrispondenza del ricettore

sensibile individuato. Relativamente alla media annuale $<9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO_x ($\sim 4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di NO_2) in corrispondenza del ricettore sensibile individuato dalla struttura ricettiva delle Barbate.

Polveri (Pm10)

Le concentrazioni di polveri (Pm10) direttamente riconducibili al sistema infrastrutturale oggetto di simulazione risultano contenute, in termini di media annuale e in corrispondenza dei ricettori presenti nell'ambito di studio i valori si mantengono inferiori a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Pm10) e a $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Pm2.5), mentre in contributo alla concentrazione massima giornaliera di Pm10 risulta inferiore a $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tali valori, sommati ai livelli di fondo stimati in base a quanto rilevato dalla centralina di San Romano ($26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ relativamente alla media annuale di Pm10), consentono di ipotizzare il pieno rispetto delle prescrizioni normative relativamente al Pm10 (limite media annuale $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 35 superamenti della soglia di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ relativamente alla concentrazione media giornaliera).

Benzene

Le concentrazioni di C_6H_6 risultano in corrispondenza dell'asse stradale indagato, relativamente al parametro normativo di media annuale inferiori a $0.22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che sommato al valore di fondo medio assunto dai dati della centralina di San Romano pari a $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, risulta assai inferiore al limite normativo previsto dal Dlgs 155/10 ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

9. CONCLUSIONI E FUTURI APPROFONDIMENTI

Le valutazioni indicano la piena compatibilità ambientale dell'opera rispetto alla componente atmosfera, non risultano pertanto necessario specifici interventi di mitigazione. Gli esiti delle stime modellistiche, infatti, indicano un carico inquinante associato alla rete infrastrutturale oggetto di approfondimento tale da garantire la conformità ai limiti normativi una volta sommato ai livelli di fondo stimati in base ai dati forniti dalla rete di monitoraggio della Qualità dell'Aria di ARPAT di Pisa – Centralina di San Romano.

Premesso che il modello matematico permette di stimare le emissioni nella fascia di ca. 150-200 m dall'asse stradale, considerato i livelli di emissione raggiunti tutti abbondantemente inferiori ai limiti normativi e considerato che l'abitato di Capanne più prossimo alla SP65 Romanina dista oltre 450 m si può senza alcun dubbio affermare che le emissioni rilasciate

dal traffico veicolare gravante sulla suddetta strada hanno un incidenza irrilevante sulla qualità dell'aria del Centro Abitato della frazione più prossima all'intervento infrastrutturale in progetto.

Nelle modellazioni sono state adottate ipotesi semplificative che, in ogni caso, risultano per lo più cautelative, in particolare si ricorda che per la definizione delle emissioni si è considerato il parco circolante al 2012, sicuramente più inquinante del parco che circolerà ad intervento ultimato per effetto del suo rinnovo con veicoli a minor carico inquinante.

//Progettista Capogruppo Responsabile