



COMUNE DI CAMPI BIENZIO  
Città Metropolitana di Firenze  
Ufficio tecnico LL.PP.

Relazione sulla qualità  
d'aria

ELAB.

**All.04.Rel**

## Studio Preliminare Ambientale

(Secondo l'Allegato IV bis. di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006)

"Prolungamento della Circonvallazione Sud  
da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "  
nel Comune di Campi Bisenzio (FI)

**BF** INGEGNERIA

Studio Tecnico Associato

VIA VASCO DE GAMA N. 89/91  
50127 FIRENZE  
TEL. 055 5271699 FAX 178 2201247  
E-MAIL : BFINGEGNERIA@GMAIL.COM

Il redattore dello studio ambientale  
Ing. Simone Faelli

---

Data:  
Luglio 2020

Scala:

## **AR.1 Introduzione**

L'obiettivo di questa sezione è quello di caratterizzare lo stato attuale di qualità dell'aria, e le modificazioni attese in futuro, nel territorio potenzialmente interferito dalla costruzione della circonvallazione di Capalle, nel Comune di Campi Bisenzio. Una frazione rilevante degli inquinanti presenti in atmosfera è dovuta proprio al traffico veicolare, e la costruzione di una nuova infrastruttura è conseguenza di una serie di effetti, che – a livello di impatto sulla popolazione – non sono necessariamente negativi, ma richiedono l'analisi comparativa di scenari alternativi, tra situazione attuale e situazione futura, in modo da mettere in luce le situazioni di riduzione o incremento degli impatti al suolo.

La caratterizzazione della qualità dell'aria nel territorio in esame è frutto di un approccio combinato di varie metodologie, quali l'analisi dei dati disponibili sul territorio (*misure in situ*), l'estrapolazione dai principali database nazionali e internazionali dei dati riferiti al traffico veicolare e alle relative emissioni, il confronto con gli studi di qualità dell'aria disponibili in letteratura, e infine l'applicazione di modellistica diffusionale atmosferica. Quest'ultima fase richiede l'individuazione di uno o più modelli di riferimento tra quelli disponibili presso la comunità scientifica internazionale, che tuttavia richiedono attente procedure di calibrazione e validazione dei relativi codici di calcolo, in modo da riprodurre, nelle condizioni meteorologiche tipiche dell'area, lo stato di dispersione degli inquinanti emessi dai veicoli circolanti sul reticolo stradale esistente.

Sia l'interpretazione dei dati misurati o stimati attraverso le metodologie standard, sia l'applicazione dei modelli numerici, richiedono una preventiva analisi della rete viaria esistente, del traffico veicolare, e delle caratteristiche meteorologiche dell'area in esame, utili anche per la successiva valutazione degli impatti legati alla situazione *post operam*. Il quadro di queste analisi propedeutiche viene riportato nei successivi paragrafi.

### **AR1.1 Identificazione delle attuali sorgenti di inquinanti**

Il territorio potenzialmente interferito dalla realizzazione della nuova infrastruttura ricade nel Comune di Campi Bisenzio, a Ovest del capoluogo. La circonvallazione in progetto lascia a Est la SR 325 (Via Barberinese) che attraversa Campi Bisenzio, a partire dalla rotonda di incrocio con Via

Gramignano, attraversa i terreni compresi tra lo stadio Stadio Emil Zátópek, la periferia Ovest di Campi e le località di "Le Miccine" e "San Giorgio A Colonica", "Tre Ville" e "Centola", incrociandosi con le strade che attraversano l'abitato (Via Tosca Fiesoli), per poi ricongiungersi più a Nord con la variante all'abitato di Capalle attualmente in costruzione.

Tra le fonti di inquinamento atmosferico nell'area in esame, vanno segnalate, oltre alla rete viaria di attraversamento del centro abitato:

- la prossimità di quest'area con la rete autostradale, in particolare con l'Autostrada A11 Firenze-Mare, che costituisce senz'altro la principale fonte di inquinamento stradale presente nel raggio tra 1 e 2 Km dal centro abitato; e con l'Autostrada A1, distante 2-2,5 Km dall'abitato;
- la presenza significativa di stabilimenti industriali nell'area industriale di Campi Bisenzio, e nel territorio compreso tra Calenzano e Campi Bisenzio, nonché di un importante centro commerciale nelle vicinanze dell'abitato;
- le altre fonti di inquinamento di origine civile e agricola presenti nel territorio;

I principali inquinanti prodotti dalla rete viaria esistente sono quelli tipici del traffico veicolare, che verranno descritti in dettaglio nei successivi paragrafi. In generale, i dati misurati dalle stazioni di qualità dell'aria distribuite nel territorio regionale toscano, registrano concentrazioni piuttosto elevate per gli ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ ) e una concentrazione di particolati che, pur riducendosi negli ultimi anni, resta tuttavia significativa. In anni recenti hanno dato qualche preoccupazione le concentrazioni di benzene ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) e di taluni composti quali gli IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici), in particolare il benzo-a-pirene (BaP). Viceversa il miglioramento dell'efficienza dei motori, il rapido rinnovamento che sta subendo il parco macchine nazionale e una più attenta composizione dei carburanti (nel rispetto delle più recenti disposizioni di legge) ha determinato, negli ultimi anni, concentrazioni via via decrescenti (rispetto agli anni '80-'90) di inquinanti quali il monossido di carbonio ( $\text{CO}$ ), l'anidride solforosa ( $\text{SO}_2$ ) e il piombo (Pb).

Uno "screening" dei principali inquinanti emessi dal traffico veicolare viene di seguito riportato

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis. di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

<b>Classe di inquinante</b>	<b>Caratteristiche chimico-fisiche</b>	<b>Effetti sulla salute</b>	<b>Effetti sull'ambiente</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	NO e NO <sub>2</sub> si formano dalla reazione tra l'ossigeno atmosferico e l'azoto entro la camera di combustione del motore.	L'esposizione ad aria inquinata è fonte di rischio per bambini e soggetti asmatici. Particolarmente sensibili sono individui con bronchiti croniche, enfisema e altre malattie respiratorie croniche. L'esposizione prolungata può ridurre la capacità del sistema respiratorio di resistere alle infezioni.	NO <sub>2</sub> e NO <sub>x</sub> sono tra le cause dell'incremento delle deposizioni acide e dei conseguenti effetti sulla vegetazione. Sono fattori critici nella formazione dell'ozono troposferico.
<b>CO</b>	Gas insapore e incolore. Una volta emesso nell'atmosfera si ossida lentamente a CO <sub>2</sub>	Interferisce col fabbisogno di ossigeno dei tessuti (a differenza dell'O <sub>2</sub> e della CO <sub>2</sub> , il CO si combina in modo praticamente irreversibile con l'emoglobina impedendole così di funzionare come trasportatore di ossigeno). Può portare ad una lunga serie di effetti negativi sulla salute.	È ritenuto una delle cause dirette dell'effetto serra
<b>Particolati</b>	Complesse misture di sostanze organiche e inorganiche. Ci si riferisce di solito al PM <sub>10</sub> o al PM <sub>2.5</sub> (diametri aerodinamici inferiori a 10 o 2.5 micron) o anche ai PTS (Polveri Totali Sospese). Possono essere primari (emessi direttamente nell'atmosfera) o secondari (prodotti dalla reazione con altri inquinanti quali SO <sub>2</sub> e NO <sub>x</sub> )	Si è dimostrato come l'esposizione a bassi livelli di particolati sia associata ad una vasta gamma di effetti sulla salute. I più a rischio sono i soggetti con malattie cardio-respiratorie croniche. Alcuni particolati sono cancerogeni.	Imbrattamento degli edifici. Contribuiscono alle deposizioni acide.
<b>SO<sub>2</sub></b>	Gas incolore che reagisce sulla superficie di particelle formatesi in aria	Sintomi di costrizione alle vie respiratorie di soggetti asmatici	Deposizioni acide
<b>PAH o IPA</b>	Idrocarburi policiclici aromatici: largo gruppo di composti inorganici con due o più gruppi benzenici. Si formano come risultato di processi termici (specialmente combustione incompleta)	Il benzopirene (BP) -il meglio conosciuto di questo gruppo- è una delle sostanze più cancerogene	
<b>O<sub>3</sub></b>	Fortissimo agente ossidante, altamente reattivo. La maggior parte dell'ozono troposferico è formata direttamente dall'azione della luce solare sull'NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub> e altri ossidanti a livelli orari di 100 ppb causano irritazioni degli occhi, del naso e della gola, tosse, mal di testa, fastidio alle vie respiratorie. Livelli più bassi possono causare deficienza nelle funzioni polmonari dei bambini.	Danni ai materiali. Effetti sulla vegetazione

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis. di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

<b>VOC</b>	Volatile Organic Carbons. Comprendono una larga parte di carbonati organici (idrocarburi, alocarburi e composti dell'ossigeno). Il più diffuso VOC è il metano, gli altri VOC si trovano riportati come NMVOC	Un largo numero di VOC sono sospetti cancerogeni	Contribuiscono alle reazioni fotochimiche nell'atmosfera e perciò alla formazione dell'ozono O <sub>3</sub> . Contribuiscono alla formazione di inquinanti secondari.
<b>Cadmio (Cd)</b>	Utilizzato in industria per le proprietà di resistenza alla corrosione atmosferica, entra in molte leghe a basso punto di fusione.	Si accumula nell'organismo, dove risulta fortemente tossico specie per le vie respiratorie e il tratto gastrointestinale. Inibisce la produzione della vitamina D.	
<b>Piombo (Pb)</b>	La maggior parte del piombo che si genera in aria si ritrova nella forma di particelle inorganiche fini (<1μ), 10% o meno come piombo organico prodotto di combustione	Gli effetti dannosi sulla salute aumentano per gravità all'aumentare dei livelli ematici di Pb. I sistemi corporei più sensibili sono quello ematopoietico, nervoso, renale. I bambini sono i più sensibili agli avvelenamenti da piombo (alte concentrazioni nel sangue possono causare, nei bambini, problemi nel comportamento).	Genericamente tossico sia per le piante che per gli animali
<b>CO<sub>2</sub></b>	Considerata parte del ciclo naturale del carbonio, non è un inquinante in senso stretto. Si origina dai processi di combustione.		È responsabile di effetti indiretti sull'ambiente, quali le piogge acide, l'effetto serra e lo smog fotochimico.
<b>Benzene</b>	Un VOC altamente volatile	Noto per gli effetti tossici e cancerogeni. Si è dimostrato come i lavoratori esposti per lungo periodo ad alte concentrazioni di questa sostanza sono assai sottoposti a rischio di leucemia. L'esposizione persistente può causare danni al midollo osseo.	

**Tabella ARI:** caratteristiche dei principali inquinanti emessi dal traffico veicolare.

Un altro tipo di inquinamento, di difficile valutazione, è quello prodotto dalle sorgenti industriali e dal traffico stradale delle aree metropolitane e industriali limitrofe (in particolare dall'area metropolitana fiorentina e pratese), e trasportato in questa zona da meccanismi di diffusione/dispersione. Occorre tuttavia osservare che, eccezion fatta per gli inquinanti chimici secondari (quali l'ozono troposferico), la gran parte degli inquinanti prodotti dalle attività produttive o dal traffico veicolare è costituita da inquinanti primari (ovvero da quelle sostanze immesse direttamente nell'ambiente quali CO, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, PM<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, IPA) che presentano un forte gradiente spaziale e pertanto si estinguono piuttosto rapidamente allontanandosi dalla sorgente emissiva. In ogni caso

l'obiettivo che si pone questa parte dello studio non è tanto la determinazione in senso assoluto della qualità dell'aria nel territorio in esame (la cui quantificazione richiederebbe, in ogni caso, specifiche campagne di misura) quanto piuttosto la valutazione del contributo specifico della sola rete viaria locale esistente e di quella futura ai livelli di inquinamento presenti presso l'abitato di Campi Bisenzio.

### **AR1.2 Identificazione delle attuali sorgenti di inquinanti**

I processi di diffusione e dispersione degli inquinanti in atmosfera appaiono fortemente influenzati dalle condizioni meteorologiche, in particolare dal regime anemologico e dalla stabilità atmosferica:

- le maggiori concentrazioni si registrano in condizioni di persistente stabilità, più probabili nella stagione invernale;
- in presenza di velocità del vento superiori a 4-5 m/s le concentrazioni possono ridursi notevolmente anche in vicinanza delle sorgenti;
- l'influenza diretta dei parametri relativi alla temperatura e alla radiazione solare sui meccanismi di degradazione degli inquinanti è debole, tuttavia la temperatura dell'aria ha un'influenza molto elevata sulle emissioni "a freddo" oltre che sui livelli di concentrazione degli inquinanti secondari quali l'ozono;
- le concentrazioni di alcuni inquinanti, quali gli NO<sub>x</sub>, possono essere fortemente ridotte dalla presenza di precipitazioni.

La caratterizzazione meteorologica dell'area in studio viene descritta nel successivo paragrafo.

Bisogna anche osservare che la presenza di arbusti e di vegetazione arborea, presenti nelle aree rurali attraversate dal nuovo tratto di circonvallazione, costituisce un elemento schermante e di attenuazione delle concentrazioni di alcuni inquinanti, quali soprattutto le polveri fini. I modelli adottati per la diffusione/dispersione degli inquinanti non tengono conto di questi fenomeni di attenuazione, ma questi elementi vegetali possono ridurre in maniera sensibile gli impatti reali sul territorio o anche, ove appositamente impiantati, dare un piccolo contributo in fase di valutazione delle misure di riduzione degli impatti. Le caratteristiche morfologiche dell'area e la presenza di edifici hanno un'ulteriore, non trascurabile, influenza, in quanto possono schermare alcune aree dai *puff* di diffusione degli inquinanti, o viceversa concentrarli in aree ristrette (*canyons*) con conseguente aumento delle concentrazioni locali. Quest'ultimo effetto è soprattutto evidente in area urbana.

## **AR.2 Inquadramento meteoclimatico**

La caratterizzazione meteoclimatica dell'area oggetto dell'intervento è una condizione preliminare ai successivi studi sulle caratteristiche dispersive del sito e sugli impatti prodotti dall'opera in esame nei confronti dell'ambiente atmosferico.

È noto infatti come la dispersione degli aeroinquinanti in atmosfera avvenga principalmente mediante meccanismi di diffusione turbolenta, la cui origine è riconducibile a due tipi di cause: termica e meccanica. Le diverse condizioni combinate di turbolenza termica e meccanica corrispondono a diverse classi di stabilità dell'atmosfera che favoriscono od ostacolano la dispersione o diluizione degli inquinanti. È anche opportuno ricordare che, oltre ai fenomeni di diffusione e dispersione, le condizioni atmosferiche possono influenzare in maniera sensibile le quantità di sostanze emesse o prodotte dalle reazioni chimiche che si instaurano in atmosfera.

Le caratteristiche meteoclimatiche locali che interagiscono in vario modo con i processi di formazione, trasporto e deposizione degli inquinanti e che possono essere posti in relazione con i processi di inquinamento sono:

- la temperatura dell'aria: in estate le temperature elevate associate a condizioni di stagnazione della massa d'aria sono, in genere, responsabili di valori elevati delle concentrazioni di ozono, mentre in inverno le basse temperature, associate a fenomeni di inversione termica, tendono a confinare gli inquinanti in prossimità della superficie;
- le precipitazioni e la nebbia: influenzano la deposizione e la rimozione umida degli inquinanti;
- l'intensità e la direzione del vento: influenzano il trasporto, la diffusione e la dispersione degli inquinanti;
- le condizioni di stabilità atmosferica e l'altezza dello strato di rimescolamento: influenzano la concentrazione di un inquinante in atmosfera e la sua dispersione.

In condizioni anticicloniche, caratterizzate da circolazione orizzontale e verticale molto scarsa, correnti verticali a prevalente componente discendente e condizioni meteorologiche non perturbate, l'atmosfera è caratterizzata da condizioni di stabilità e, nella stagione invernale, in cui si ha un intenso raffreddamento del suolo dovuto all'irraggiamento notturno, si può instaurare

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis. di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

una condizione di inversione termica persistente, anche durante l'intero arco della giornata. Altri fenomeni di inversione termica al suolo possono verificarsi in particolari condizioni (ad esempio per scorrimento di aria calda ed umida su una superficie più fredda, ovvero di aria fredda prossima al suolo, meccanismo responsabile delle nebbie da trasporto).

Il fenomeno dell'inversione al suolo è di particolare rilievo in quanto ostacola la diffusione delle sostanze gassose verso l'alto e provoca un progressivo aumento delle concentrazioni di aeroinquinanti in prossimità del suolo. Questo effetto è di particolare rilievo per sorgenti caratterizzate da una limitata quota di emissione, quali appunto quelle da traffico stradale.

### Vento

Nell'area di Campi Bisenzio, pur essendo presenti diverse stazioni meteorologiche di misura, non si sono trovati dati con sufficienti caratteristiche di omogeneità (in termini di tipologia di dati, contemporaneità delle registrazioni, caratteristiche del dato misurato, consistenza delle serie storiche ecc.) per poter interpolare, in maniera fisicamente consistente, i valori dei singoli parametri (in particolare per ciò che riguarda vento e stabilità atmosferica) alla scala locale di interesse. È infatti particolarmente importante poter correlare la direzione e velocità del vento alle classi di stabilità atmosferica, per la determinazione delle quali è indispensabile la misura della radiazione solare incidente, sia globale che netta. Quest'ultimo dato, fondamentale per la determinazione della stabilità atmosferica, non è purtroppo disponibile per nessuna delle stazioni presenti in prossimità dell'area (tra i quali la stazione di Case Passerini e l'ex stazione LaMMA di Capalle).

	0.5-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	>7	
N	1.36	1.78	0.88	0.43	0.30	0.16	0.08	0.02	
NE	2.06	2.70	3.65	3.85	2.67	1.60	0.99	0.74	
E	1.34	0.76	0.22	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	
SE	2.44	1.71	0.40	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	
S	1.36	0.65	0.10	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	
SW	2.81	3.26	1.69	0.75	0.20	0.03	0.00	0.00	
W	2.69	4.35	2.90	1.69	0.63	0.11	0.02	0.00	
NW	1.20	1.38	0.58	0.18	0.05	0.01	0.00	0.00	% calme
%	15.27	16.58	10.43	7.06	3.89	1.93	1.10	0.43	57.02

Tabella AR2: frequenza dei venti registrati presso la stazione LaMMA di Capalle.

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006  
" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotonda di Capalle "  
**All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA**

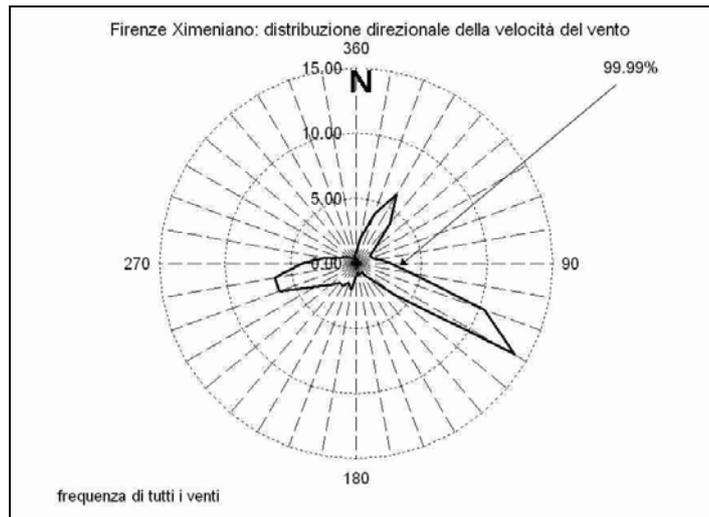


Figura AR.1 – Rose dei venti e analisi anemologica della stazione di Firenze Ximeniano.

Il regime anemologico registrato dalla stazione LaMMa di Capalle non è molto intenso. Assunta una soglia di calma pari a 0.5 m/s, circa il 57% dei dati si trovano sotto soglia. Emergono, per i venti di moderata intensità, almeno 3 direzioni prevalenti: da SW a W (più probabilmente WSW), SE e NE. Questo regime anemologico appare congruente con quello registrato dalla stazione di Firenze Ximeniano, nel centro di Firenze. La distribuzione omnidirezionale dei dati di vento non si discosta infatti molto, nelle caratteristiche predominanti, da quella di Capalle.

### **Stabilità atmosferica**

La stabilità atmosferica è un indicatore della turbolenza nei bassi strati dell'atmosfera e determina, assieme alla ventosità, l'attitudine alla dispersione degli inquinanti aeriformi. La stabilità atmosferica è governata dal gradiente termico verticale vicino al suolo che, a sua volta, è determinato da tre fattori: insolazione, perdita di calore notturna per irraggiamento e velocità del vento.

In condizioni di instabilità atmosferica la turbolenza termica è notevole e gli inquinanti sono sottoposti a rapida diffusione. Viceversa in condizioni di stabilità atmosferica la turbolenza termica è minima e gli effetti di trasporto prevalgono su quelli diffusivi: gli inquinanti hanno diffusione tipicamente orizzontale. Il reirraggiamento del terreno durante la notte può provocare situazioni di inversione termica al suolo (ovvero aumento della temperatura

all'aumentare dell'altezza dal suolo): le concentrazioni di aeroinquinanti in prossimità del suolo, in questo caso, possono essere molto elevate.

Per il calcolo della stabilità atmosferica esistono diversi modelli presi a riferimento dalla letteratura scientifica di settore. In particolare un metodo "diretto" si basa sulla conoscenza del gradiente termico atmosferico, in modo da caratterizzare lo strato limite atmosferico a diretto contatto con suolo in prossimità del quale – specie in inverno – possono verificarsi condizioni di inversione termica particolarmente sfavorevoli alla dispersione degli aeroinquinanti originati dal traffico veicolare.

Classe di stabilità	Gradiente di temperatura [°C/m]
A fortemente instabile	< -0.019
B moderatamente instabile	-0.019 ÷ -0.017
C debolmente instabile	-0.017 ÷ -0.015
D stabilità neutra	-0.015 ÷ -0.005
E debolmente stabile	-0.005 ÷ 0.015
F moderatamente stabile	> 0.015

Tabella AR.3: Definizione della classe di stabilità atmosferica sulla base del gradiente di temperatura atmosferico

I dati misurati dalle stazioni tradizionali a terra non permettono di eseguire profili verticali di temperatura, e in ogni caso non è stato possibile disporre di questo tipo di misure per l'area in esame. Si è quindi ripetuto opportuno utilizzare il metodo indicato in Tabella AR.3 (metodo di Turner) che definisce la stabilità atmosferica sulla base dei parametri di turbolenza meccanica (velocità del vento) e della turbolenza convettiva (legata fondamentalmente al regime di irraggiamento solare e notturno).

Si tenga presente che:

- la classe A corrisponde ad una instabilità forte; la classe B ad una instabilità moderata; la classe C ad una instabilità debole; la classe D ad un equilibrio neutro; la classe E ad una stabilità debole; la classe F ad una stabilità da moderata a forte;
- in condizioni di cielo completamente coperto, sia di giorno che di notte, si considera la classe D senza tener conto della velocità del vento;
- per radiazione solare "forte" e "debole" si intende quando, con il cielo sereno, l'altezza del Sole sull'orizzonte è, rispettivamente, maggiore di 60°

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis. di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006  
 " Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "  
**All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA**

e da 15° a 35°; La radiazione solare da "forte" si riduce a "moderata" con cielo coperto da 5/8 a 7/8 di nubi medie o da una debole copertura di nubi basse.

Vento alla superficie (a 10 m dal suolo) in ms-1	Giorno Radiazione solare incidente		Notte		
	Forte	moderata	debole	copertura sottile di nubi o $\geq 4/8$ nubi basse	$\leq 3/8$
<2	A	A-B	B	F	F
2÷3	A-B	B	C	E	F
3÷4	B	B-C	C	D	E
4÷5	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

*Tabella AR.4: Definizione della classe di stabilità atmosferica in base alla velocità del vento, all'irraggiamento solare (regime diurno) e alla copertura nuvolosa (regime notturno)*

Si è evidenziato in precedenza come non sia purtroppo possibile ricavare stime corrette della stabilità atmosferica utilizzando i dati delle stazioni meteorologiche più vicine. D'altra parte la stima della distribuzione congiunta tra velocità e direzione del vento, e stabilità atmosferica, è l'ingrediente fondamentale per poter valutare la concentrazione degli inquinanti atmosferici a lungo termine (come sarà descritto nel seguito). La stazione meteorologica più vicina all'area in esame che permette questa stima è quella di Firenze-Ximeniano.

Pur nella consapevolezza dei limiti di rappresentatività che questa scelta comporta, si è pertanto deciso di stimare i valori di stabilità atmosferica nel sito in esame utilizzando i dati della stazione dello Ximeniano di Firenze: facendo riferimento ai dati di radiazione globale e netta di questa stazione e ai dati di velocità del vento della stessa, si è ricostruito il parametro di stabilità operando mediante la tabella AR.5

Radiazione ( $W/m^2$ )		Velocità del vento (m/s)					
		< 2	$2 \leq W < 3$	$3 \leq W < 4$	$4 \leq W < 5$	$5 \leq W < 6$	$W \geq 6$
<b>GIORNO</b>	$RT \geq 700$	A	A	B	B	C	C
	$540 \leq RT \leq 700$	A	B	B B		C	C
	$400 \leq RT \leq 540$	B	B B		C	C	D
	$270 \leq RT \leq 400$	B	B	C	C	C	D
	$140 \leq RT \leq 270$	C	C C		D	D	D
	$RT < 140$	D	D D D			D	D
<b>NOTTE</b>	$RN \geq -20$	D	D D D			D	D
	$-40 \leq RN \leq -20$	F	E	D	D	D	D
	$RN < -40$	F	F	E	E	D	D

*Tabella AR.5: Correlazione usata tra classe di stabilità atmosferica, velocità del vento e radiazione solare globale e netta.*

### Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis. di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

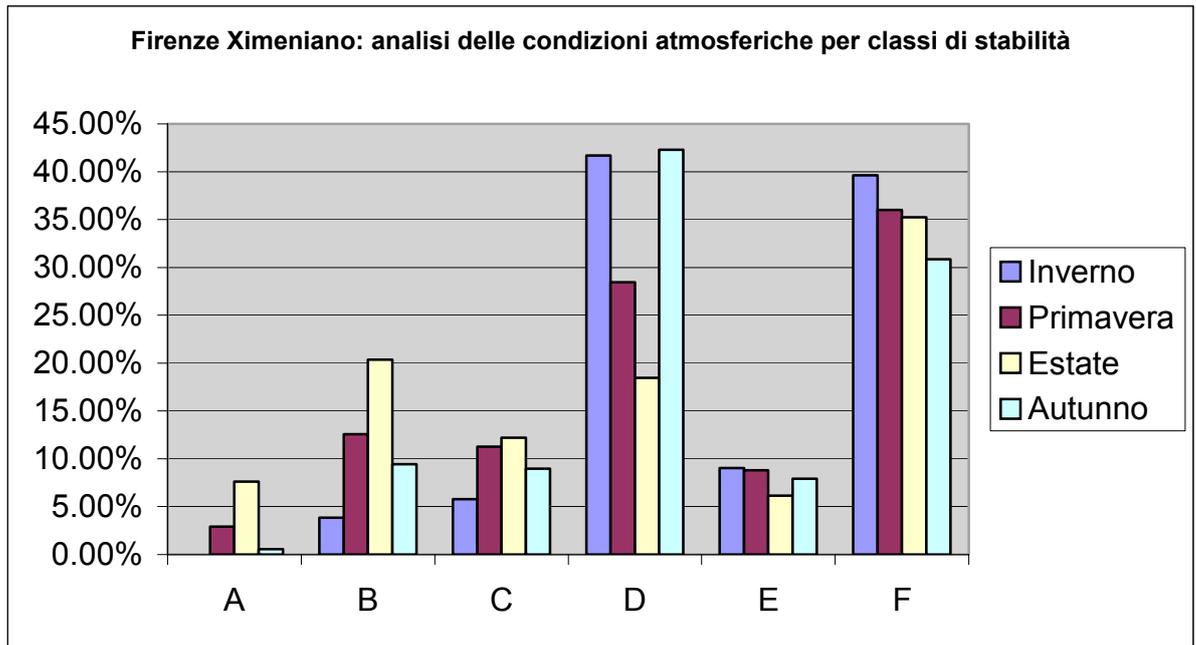


Figura AR.2- Distribuzione stagionale delle classi di stabilità atmosferica

I risultati relativi all'analisi delle condizioni di stabilità atmosferica sono riportati in sintesi nella figura AR.2. I dati analizzati caratterizzano un'area le cui condizioni prevalenti - su base annuale - sono di neutralità (D) o di forte stabilità (F). Le condizioni di instabilità atmosferica che favoriscono la dispersione degli aerosol (classi di stabilità A – fortemente instabile, B – moderatamente instabile, e C – debolmente instabile) non sono particolarmente frequenti. Le condizioni di maggiore stabilità (E ed F) sono distribuite durante tutto l'anno, anche se tipiche della stagione invernale, mentre nel periodo estivo si assiste a una maggiore presenza di instabilità (associate a fenomeni di turbolenza termica).

### **AR.3 Analisi degli attuali livelli di inquinamento**

Nel discutere le caratteristiche qualitative dell'aria di un dato sito, come quello in prossimità dell'infrastruttura in progetto, occorre muoversi all'interno di un quadro legislativo che è andato rapidamente evolvendosi in anni recenti.

Le più recenti norme attuative nazionali e regionali, hanno recepito ormai quasi interamente la totalità delle direttive comunitarie che sono state approvate negli ultimi anni, e permettono di affrontare il problema a partire da una base molto solida di informazioni distribuite e di chiare disposizioni di sicurezza ambientale. Inoltre la quantità e qualità delle informazioni raccolte sul territorio regionale permettono oggi di essere molto più confidenti riguardo allo stato in cui attualmente versa la qualità dell'aria in una regione come la Toscana. Le recenti disposizioni legislative aiutano inoltre a fissare i parametri qualitativi e quantitativi di cui occorre tener conto nella valutazione, nonché a definire strumenti di cui le autorità competenti possono dotarsi per ridurre l'impatto delle emissioni atmosferiche sull'ambiente. Il contributo dei trasporti alle emissioni inquinanti in atmosfera è indubbiamente di grande rilievo, come peraltro dimostrano i dati dell'Agenzia Europea dell' Ambiente (EEA). I combustibili fossili (benzina, gasolio, GPL, ...), che ad oggi costituiscono la quasi totalità delle modalità di alimentazione dei mezzi di trasporto, producono come principali prodotti CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O; purtroppo nei processi di combustione vengono generati altri prodotti a causa della non completa ossidazione del combustibile (CO, particolati, idrocarburi) o dell'ossidazione delle specie chimiche non combustibili presenti in camera di combustione (gli NO<sub>x</sub> direttamente dall'azoto dell'aria, gli SO<sub>x</sub> dallo zolfo presente nel carburante e negli oli, ecc.) Per cercare di rispettare i limiti di

emissione previsti dalla legislazione attuale, le case automobilistiche hanno adottato dei sistemi di abbattimento (marmitte catalitiche) il cui limite è però quello di produrre piccole quantità di sostanze inquinanti come l' $\text{NH}_3$ .

Il parco veicolare appare estremamente composito: i motori a benzina, che hanno un rapporto potenza/peso superiore, sono ancora sistemi di locomozione molto usati nelle automobili, anche se ormai pareggiano in numero i motori diesel. I motori diesel sono invece di gran lunga i più usati per la locomozione dei veicoli pesanti.

### ***AR3.1 La rete di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico: dati disponibili di fonte pubblica.***

La rete di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico dell'agglomerato di Firenze è composta di 7 stazioni fisse di cui 5 nel Comune di Firenze, 1 nel comune di Scandicci, e 1 nel Comune di Signa. Nessuna di queste centraline si trova in prossimità dell'area in studio, e pertanto non si sono svolte approfondite analisi sui dati rilevati dalle centraline, che tuttavia sono stati utilizzati come indicatori generali di trend e in fase di calibrazione di alcuni inquinanti (quali il Biossido di Azoto). La rete è gestita dall'ARPAT che ne fornisce periodicamente i valori.

Le concentrazioni di inquinanti rilevate dalla rete di monitoraggio atmosferico della Regione Toscana, sono pubblicate "Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana", la cui ultima pubblicazione è del 2019 e riferita al 2018.

L'analisi dei dati forniti dalle rete regionale di monitoraggio di qualità dell'aria, dei dati forniti dalle stazioni locali e dall'analisi delle serie storiche indica una situazione nel complesso positiva negli ultimi anni, in cui le criticità riguardano, analogamente al passato, tre inquinanti: particolato atmosferico (espresso come  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{PM}_{2.5}$ )  $\text{NO}_2$  ed Ozono. Tuttavia per quanto riguarda particolati ed  $\text{NO}_2$  la situazione generale ha confermato nel 2018 un trend positivo già cominciato gli ultimi anni. Il valore limite di  $40 \text{ mg/m}^3$  come media annuale non è tuttavia rispettato in alcune stazioni di traffico dell'Agglomerato di Firenze.

## **AR3.2 Valutazione del contributo specifico della rete viaria esistente agli attuali livelli di inquinamento**

### **Coefficienti di emissione**

La conoscenza della quantità di sostanze inquinanti emesse dal traffico veicolare (presente e futuro) che attraversa attualmente la rete viaria in prossimità della variante in progetto è un elemento indispensabile alla valutazione delle caratteristiche di qualità dell'aria nel sito.

I processi di combustione che hanno luogo nei motori a combustione interna bruciano combustibili fossili (benzina, gasolio, GPL, ecc.) producendo, come prodotti principali di combustione, H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub>. Purtroppo nella combustione si generano anche altri prodotti che hanno origine sia da incompletezza di combustione (CO, idrocarburi, particolati), sia dall'ossidazione di specie chimiche non combustibili presenti in camera di combustione (NO<sub>x</sub> dall'azoto N<sub>2</sub>, SO<sub>x</sub> dallo zolfo S presente nei combustibili e nei lubrificanti, ecc.) . Per ottemperare agli obblighi di legge sulle emissioni le case produttrici hanno installato tecnologie quali convertitori catalitici o filtri anti-particolato (per i diesel). I motori a benzina sono utilizzati soprattutto per autoveicoli piccoli perché presentano un rapporto potenza/peso superiore, viceversa i motori diesel dominano il mercato dei veicoli pesanti (migliore efficienza dei combustibili e coppia motrice superiore). Un notevole incremento è stato registrato, negli anni più recenti, anche per gli autoveicoli diesel che rappresentano oggi, in molti stati europei, la maggioranza dei veicoli di nuova immatricolazione.

Il metodo di riferimento utilizzato per la stima dei coefficienti di emissione medi è il COPERT V (Computer Programme to calculate Emissions from Road Traffic), nella versione di Luglio 2018 che costituisce una versione aggiornata dei precedenti modelli COPERT per il calcolo delle emissioni di inquinanti da traffico veicolare. I modelli COPERT sono stati adottati dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA – European Environmental Agency) come strumento per la stima delle emissioni da

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

---

trasporto stradale nell'ambito del programma CORINAIR (CORe INventory AIR) per la realizzazione dell'inventario nazionale delle emissioni. Il programma è stato finanziato e sviluppato nel quadro delle attività dello European Topic Centre on Air and Climate Change (TCC/ACC) al fine di raccogliere dati coerenti e comparabili, in accordo con le specifiche delle convenzioni e dei protocolli internazionali, nonché della legislazione dell'Unione Europea. Come tale, questa metodologia costituisce un aggiornamento delle precedenti metodologie CORINAIR, ed è basata sull'analisi di un gran numero di dati sperimentali di emissione (comunque riferiti a sistemi di combustione interna di tipo standard). L'inventario delle emissioni atmosferiche EMEP / CORINAIR sulle emissioni di gas di scarico del trasporto stradale, copre le emissioni di gas di scarico a caldo e a freddo di autovetture, veicoli leggeri, veicoli pesanti, ciclomotori e motocicli. I calcoli COPERT sono coerenti con la "Metodologia dettagliata" (metodologia di livello 3), ma vengono proposte anche due metodologie semplificate (di livello 1 e 2), nel caso in cui non si abbiano tutti i dati a disposizione (es. le percorrenze).

COPERT si applica ad auto passeggeri, veicoli commerciali leggeri e pesanti, bus, motocicli e ciclomotori suddivisi in categorie veicolari omogenee per classi di cilindrata, tipo di alimentazione, normativa di riferimento. Il programma permette il calcolo delle emissioni dei gas di scarico per quel che riguarda il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), il metano (CH<sub>4</sub>), i composti organici volatili diversi dal metano (NMVOC: alcani, alcheni, alchini, aldeidi, chetoni, idrocarburi aromatici), l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), l'ammoniaca NH<sub>3</sub>, gli ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>), i particolati causati dalla combustione diesel (PM) e altri tipi di inquinanti (metalli pesanti quali piombo e cadmio, PAH, POP).

Dal punto di vista metodologico COPERT V utilizza informazioni aggiornate per il calcolo delle emissioni a caldo di inquinanti regolamentati (CO, NO<sub>x</sub>, VOC, PM) , fattori di correzione legati al chilometraggio, e sviluppa in maniera più ampia il capitolo delle emissioni a freddo.

La stima delle emissioni viene effettuata in base alla scelta di un insieme di parametri quali velocità media, percorrenze, curve di consumo ed emissione *speed-dependent*. Queste ultime sono fornite dagli autori del modello come *best fitting* di diverse curve relative a prove sperimentali, solitamente definite in letteratura "cicli di guida" (per esempio urbano, rurale o autostradale) per

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

---

denotare le diverse tipologie emissive stimate dal modello per ciascun tipo di percorso, tenendo conto dell'insieme dei parametri di base che lo caratterizzano.

Il modello COPERT considera pertanto le informazioni relative al parco circolante suddiviso per:

- tipologia di v ettore - aut ovetture passeggeri, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti, bus, ciclomotori e motoveicoli ;
- tipo di combustibile - benzina, gasolio, gas di petrolio liquefatto (GPL);
- classe di anzianità – in relazione alle normative europee di int roduzione di dispositivi per la riduzione delle emissioni;
- classe di cilindrata – solo per le autovetture;
- peso complessivo – per i veicoli commerciali;
- ciclo guida - urbano, extraurbano, autostradale.

Le emissioni sono calcolate come peso dell'inquinante *i*-esimo (*Emission Factors EF*, tipicamente espresso in grammi) e relative a un certo periodo di tempo (tipicamente un anno). La determinazione delle emissioni è quindi strettamente dipendente dalla definizione di specifici fattori di emissione (espressi in grammi per chilometro) che dipendono dalla tipologia di veicolo, dalla sua età, dalla velocità, dalle condizioni di traffico.

Si assume che i fattori di emissione 'a caldo' (corrispondenti a condizioni di lavoro dei motori a regime, termicamente stabili) dipendano solo dalla velocità media del veicolo, che quindi è un parametro di grande importanza che deve essere appositamente stimato (per tipologia di veicolo e per ciclo di guida). La funzione generica utilizzata è del tipo:

$$EF = (a + cV + eV^2) \cdot (1 + bV + dV^2)$$

dove i coefficienti *a*, *b*, *c*, *d*, e variano a seconda del tipo di inquinante e della tipologia di veicolo (ovvero in base agli standard legislativi di emissione).

Un discorso a parte merita la stima delle emissioni 'a freddo' dai veicoli, ovvero delle emissioni generate durante la partenza a temperatura ambiente. Convenzionalmente si assume che queste emissioni si verificano quando la temperatura dell'acqua di raffreddamento è inferiore a 70°C.

È importante osservare che queste emissioni a freddo, confrontate con le

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotonda di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

---

emissioni 'a caldo' corrispondenti, nel modello COPERT sono considerate di fatto come emissioni addizionali che possono aver luogo in tutti i cicli di guida (urbano, extraurbano, autostradale), anche se sembrano avvenire con probabilità molto maggiore per il ciclo di guida urbano. Pertanto queste emissioni vanno calcolate come aggiuntive a quelle che i veicoli avrebbero se operassero con motori caldi operanti in condizioni termicamente stabili.

Il peso relativo di queste emissioni a freddo rispetto al totale delle emissioni allo scarico (*exhaust emissions*, somma delle emissioni a caldo e di quelle a freddo) è piuttosto basso per alcuni inquinanti (tipo il monossido di carbonio CO), è dello stesso ordine di grandezza per gli NO<sub>x</sub>, mentre costituisce un contributo dominante per le polveri sottili PM e i VOC. È chiaro che un calcolo attendibile delle emissioni a freddo richiederebbe la conoscenza di un gran numero di dati di traffico (comportamento dei veicoli parcheggiati, tempo trascorso dall'accensione ecc.) che restano purtroppo difficili da determinare.

Date le molte indeterminazioni dei dati di traffico a disposizione, qui si è scelto di considerare, per il traffico di attraversamento della circonvallazione di Campi Bisenzio, un fattore di emissione allo scarico aggregato in termini di *exhaust emission*, ricavandoli dalle misure di traffico a disposizione e applicando la metodologia di livello 2 (Tier2).

Per particolarizzare il modello COPERT alle realtà del traffico veicolare dell'area a cui si riferisce questo studio, occorrono infatti una serie di dati aggiuntivi (velocità medie, percorrenze, chilometraggio, percentuali di percorrenza delle varie tipologie di veicoli nei vari cicli di guida) che sono difficilmente ottenibili.

A differenza delle precedenti versioni del modello COPERT, la produzione di particolato (inteso come particolato fine, in particolare PM<sub>2,5</sub>), non è imputabile solo ai motori con alimentazione diesel ma viene attribuito un coefficiente di emissione, anche se più piccolo, anche agli autoveicoli a benzina.

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

	Direttiva emissioni	CO	NO <sub>x</sub>	NMVOC	PM2.5	Pb	BaP	FC
Autoveicoli a benzina < 1400 cc	PRE ECE	37,3	1,91	2,77	0,0022	1,82E-05	4,8E-07	65
	ECE 15/00-01	29,6	1,91	2,19	0,0022	1,82E-05	4,8E-07	65
	ECE 15/02	21,7	2,12	2,06	0,0022	1,82E-05	4,8E-07	65
	ECE 15/03	21,1	2,3	2,06	0,0022	1,82E-05	4,8E-07	65
	ECE 15/04	13,1	2,07	1,68	0,0022	1,82E-05	4,8E-07	65
	91/441/EEC	4,88	0,426	0,467	0,0022	1,82E-05	3,2E-07	56
	94/12/EEC	2,42	0,229	0,206	0,0022	1,82E-05	3,2E-07	56
	PC Euro III	2,07	0,09	0,089	0,0011	1,82E-05	3,2E-07	56
	PC Euro IV	0,69	0,056	0,048	0,0011	1,82E-05	3,2E-07	56
	PC Euro V	0,69	0,056	0,048	0,0014	1,82E-05	3,2E-07	56
	PC Euro VI	0,69	0,056	0,048	0,0016	1,82E-05	3,2E-07	56
Autoveicoli a benzina 1400 -2000 cc	PRE ECE	37,3	2,53	2,8	0,0022	1,82E-05	4,8E-07	77
	ECE 15/00-01	29,6	2,53	2,19	0,0022	1,82E-05	4,8E-07	77
	ECE 15/02	21,7	2,40	2,06	0,0022	1,82E-05	4,8E-07	77
	ECE 15/03	21,1	2,51	2,06	0,0022	1,82E-05	4,8E-07	77
	ECE 15/04	13,4	2,66	1,68	0,0022	1,82E-05	4,8E-07	77
	91/441/EEC	3,92	0,485	0,530	0,0022	1,82E-05	3,2E-07	66
	94/12/EEC	2,04	0,255	0,251	0,0022	1,82E-05	3,2E-07	66
	PC Euro III	1,82	0,097	0,119	0,0011	1,82E-05	3,2E-07	66
	PC Euro IV	0,62	0,061	0,065	0,0011	1,82E-05	3,2E-07	66
	PC Euro V	0,62	0,061	0,065	0,0014	1,82E-05	3,2E-07	66
	PC Euro VI	0,62	0,061	0,065	0,0016	1,82E-05	3,2E-07	66
Autoveicoli a benzina >2000 cc	PRE ECE	37,3	3,9	2,77	0,0022	1,82E-05	4,8E-07	95
	ECE 15/00-01	29,6	3,9	2,19	0,0022	1,82E-05	4,8E-07	95
	ECE 15/02	21,7	2,7	2,12,1	0,0022	1,82E-05	4,8E-07	95
	ECE 15/03	21,1	3,52	1,679	0,0022	1,82E-05	4,8E-07	95
	ECE 15/04	13,4	2,9	0,43	0,0022	1,82E-05	4,8E-07	95
	91/441/EEC	3,41	0,467	0,196	0,0022	1,82E-05	3,2E-07	86
	94/12/EEC	1,67	0,242	0,088	0,0022	1,82E-05	3,2E-07	86
	PC Euro III	1,5	0,091	0,048	0,0011	1,82E-05	3,2E-07	86
	PC Euro IV	0,53	0,059	0,048	0,0011	1,82E-05	3,2E-07	86
	PC Euro V	0,53	0,059	0,048	0,0014	1,82E-05	3,2E-07	86

Tabella AR.6 – Coefficienti di emissione agglomerati (in g/Km-veicolo) e consumo di carburante dei principali inquinanti emessi dal traffico, aggiornati al 2019: **autoveicoli a benzina**

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006  
" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "  
**All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA**

	Direttiva emissioni	CO	NO <sub>x</sub>	NMVOC	PM2.5	Pb	BaP	FC
Diesel < 2000 cc	Convenzionali	0.688	0.546	0.159	0.2209	1.82E-05	1.74E-06	63
	91/441/EEC	0.414	0.690	0.047	0.0842	1.82E-05	1.74E-06	55
	94/12/EEC	0.296	0.716	0.035	0.0548	1.82E-05	1.74E-06	55
	PC Euro III	0.089	0.773	0.02	0.0391	1.82E-05	1.74E-06	55
	PC Euro IV	0.092	0.58	0.014	0.0314	1.82E-05	1.74E-06	55
	PC Euro V	0.040	0.55	0.008	0.0021	1.82E-05	1.74E-06	55
	PC Euro VI	0.049	0.45	0.008	0.015	1.82E-05	1.74E-06	55
Diesel > 2000 cc	Convenzionali	0.688	0.546	0.159	0.2209	1.82E-05	1.74E-06	75
	91/441/EEC	0.414	0.690	0.047	0.0842	1.82E-05	1.74E-06	73
	94/12/EEC	0.296	0.716	0.035	0.0548	1.82E-05	1.74E-06	73
	PC Euro III	0.089	0.773	0.02	0.0391	1.82E-05	1.74E-06	73
	PC Euro IV	0.092	0.58	0.014	0.0314	1.82E-05	1.74E-06	73
	PC Euro V	0.040	0.55	0.008	0.0021	1.82E-05	1.74E-06	73
	PC Euro VI	0.049	0.45	0.008	0.015	1.82E-05	1.74E-06	73
GPL	Convenzionali	6.832	2.36	1.05	0.0022	1.82E-05	1.0E-08	59
	91/441/EEC	3.57	0.414	0.723	0.0022	1.82E-05	1.0E-08	57
	94/12/EEC	2.48	0.180	0.342	0.0022	1.82E-05	1.0E-08	57
	PC Euro III	1.79	0.090	0.120	0.0011	1.82E-05	1.0E-08	57
	PC Euro IV	0.62	0.056	0.10	0.0011	1.82E-05	1.0E-08	57
	PC Euro V	0.62	0.056	0.10	0.0011	1.82E-05	1.0E-08	57
	PC Euro VI	0.62	0.056	0.10	0.0011	1.82E-05	1.0E-08	57

Tabella AR.7 – Coefficienti di emissione agglomerati (in g/Km-veicolo) e consumo di carburante dei principali inquinanti emessi dal traffico, aggiornati al 2019: **autoveicoli a gasolio e GPL**

	Direttiva emissioni	CO	NO <sub>x</sub>	NMVOC	PM2.5	Pb	BaP	FC
Benzina <3,5t	Convenzionali	25.5	3.09	3.44	0.0023	2,82E-06	4,80E-07	85
	Euro I	8.82	0.563	0.614	0.0023	3,31E-06	3,20E-07	70
	Euro II	5.89	0.230	0.304	0.0023	3,31E-06	3,20E-07	70
	Euro III	5.05	0.129	0.189	0.0011	3,31E-06	3,20E-07	70
	Euro IV	2.01	0.064	0.128	0.0011	3,31E-06	3,20E-07	70
	Euro V	1.3	0.064	0.096	0.0014	3,31E-06	3,20E-07	70
	Euro VI	1.3	0.064	0.096	0.0012	3,31E-06	3,20E-07	70
Diesel <3,5 t	Convenzionali	1.34	1.66	0.133	0.356	4,65E-06	2,85E-06	89
	Euro I	0.577	1.22	0.141	0.117	4,17E-06	6,30E-07	80
	Euro II	0.577	1.22	0.149	0.117	4,17E-06	6,30E-07	80
	Euro III	0.473	1.03	0.094	0.0783	4,17E-06	6,30E-07	80
	Euro IV	0.375	0.831	0.035	0.0409	4,17E-06	6,30E-07	80
	Euro V	0.075	1.15	0.035	0.0010	4,17E-06	6,30E-07	80
	Euro VI	0.075	0.96	0.035	0.009	4,17E-06	6,30E-07	80

Tabella AR.8 – Coefficienti di emissione agglomerati (in g/Km-veicolo) e consumo di carburante dei principali inquinanti emessi dal traffico, aggiornati al 2019: **veicoli commerciali leggeri**

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006  
 " Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinense alla nuova rotatoria di Capalle "  
**All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA**

	Direttiva emissioni	CO	NO <sub>x</sub>	NMVOC	PM2.5	Pb	BaP	FC
Benzina > 3,5 t	Convenzionali	59.5	6.6	5.25	0.000	5.84E-06	4.80E-07	177
Diesel 3,5 – 7.5 t	Convenzionali	1.85	4.7	1.07	0.333	6.47E-06	9.0E-07	125
	Euro I	0.657	3.37	0.193	0.129	5.43E-06	9.0E-07	101
	Euro II	0.537	3.49	0.123	0.061	5.22E-06	9.0E-07	101
	Euro III	0.584	2.63	0.115	0.0566	5.47E-06	9.0E-07	101
	Euro IV	0.047	1.64	0.005	0.0106	5.17E-06	9.0E-07	101
	Euro V	0.047	0.933	0.005	0.0106	5.17E-06	9.0E-07	101
	Euro VI	0.047	0.180	0.005	0.0005	5.17E-06	9.0E-07	101
Diesel 7,5 – 16 t	Convenzionali	2.13	8.92	0.776	0.3344	9.48E-06	9.0E-07	182
	Euro I	1.02	5.31	0.326	0.201	8.36E-06	9.0E-07	155
	Euro II	0.902	5.5	0.207	0.104	8.05E-06	9.0E-07	155
	Euro III	0.972	4.30	0.189	0.0881	8.39E-06	9.0E-07	155
	Euro IV	0.071	2.65	0.008	0.0161	7.85E-06	9.0E-07	155
	Euro V	0.071	1.51	0.008	0.0161	7.85E-06	9.0E-07	155
	Euro VI	0.071	0.291	0.008	0.0008	7.85E-06	9.0E-07	155
Diesel 16 – 32 t	Convenzionali	1.93	10.7	0.486	0.418	1.31E-05	9.0E-07	251
	Euro I	1.55	7.52	0.449	0.297	1.14E-05	9.0E-07	210
	Euro II	1.38	7.91	0.290	0.155	1.11E-05	9.0E-07	210
	Euro III	1.49	6.27	0.278	0.13	1.13E-05	9.0E-07	210
	Euro IV	0.105	3.83	0.010	0.0239	1.06E-05	9.0E-07	210
	Euro V	0.105	2.18	0.010	0.0239	1.06E-05	9.0E-07	210
	Euro VI	0.105	0.422	0.010	0.0012	1.06E-05	9.0E-07	210
Diesel > 32 t	Convenzionali	2.25	12.8	0.534	0.491	1.54E-05	9.0E-07	297
	Euro I	1.90	9.04	0.510	0.358	1.36E-05	9.0E-07	251
	Euro II	1.69	9.36	0.326	0.194	1.33E-05	9.0E-07	251
	Euro III	1.79	7.43	0.308	0.151	1.36E-05	9.0E-07	251
	Euro IV	0.121	4.61	0.012	0.0268	1.26E-05	9.0E-07	251
	Euro V	0.121	2.63	0.012	0.0268	1.26E-05	9.0E-07	251
	Euro VI	0.121	0.507	0.012	0.0013	1.26E-05	9.0E-07	251
Bus urbani	Convenzionali	5.71	16.5	1.99	0.909	1.91E-05	9.0E-07	366
	Euro I	2.71	10.1	0.706	0.4790	1.61E-05	9.0E-07	301
	Euro II	2.44	10.7	0.463	0.220	1.55E-05	9.0E-07	301
	Euro III	2.67	9.38	0.409	0.2070	1.62E-05	9.0E-07	301
	Euro IV	0.223	5.42	0.022	0.0462	1.54E-05	9.0E-07	301
	Euro V	0.223	3.09	0.022	0.0462	1.54E-05	9.0E-07	301
	Euro VI	0.223	0.597	0.020	0.0462	1.54E-05	9.0E-07	301
Bus extraurbani	Convenzionali	2.27	10.6	0.661	0.470	1.37E-05	9.0E-07	263
	Euro I	1.85	8.1	0.624	0.362	1.26E-05	9.0E-07	247
	Euro II	1.60	8.95	0.416	0.1650	1.25E-05	9.0E-07	247
	Euro III	1.91	7.51	0.399	0.1780	1.35E-05	9.0E-07	247
	Euro IV	0.15	4.51	0.021	0.0354	1.28E-05	9.0E-07	247
	Euro V	0.15	2.57	0.021	0.0354	1.28E-05	9.0E-07	247
	Euro VI	0.15	0.496	0.021	0.0018	1.37E-05	9.0E-07	247

Tabella AR.9 – Coefficienti di emissione agglomerati (in g/Km-veicolo) e consumo di carburante dei principali inquinanti emessi dal traffico, aggiornati al 2019: **veicoli commerciali pesanti e autobus.**

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006  
 " Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinense alla nuova rotatoria di Capalle "  
**All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA**

	Direttiva emissioni	CO	NO <sub>x</sub>	NMVOC	PM2.5	Pb	BaP	FC
2 tempi < 50 cc	Convenzionali	14.7	0.056	8.38	0.176	1,10E-05	9,60E-08	25
	Euro I	4.6	0.18	3.18	0.045	1,10E-05	6,40E-08	20
	Euro II	2.8	0.17	2.56	0.026	1,10E-05	6,40E-08	20
	Euro III	1.8	0.17	1.78	0.018	1,10E-05	6,40E-08	20
4 tempi < 50 cc	Convenzionali	14.7	0.056	8.18	0.176	1,10E-05	9,60E-08	25
	Euro I	6.7	0.22	0.74	0.04	1,10E-05	6,40E-08	20
	Euro II	4.2	0.17	0.77	0.007	1,10E-05	6,40E-08	20
	Euro III	2.7	0.17	0.52	0.004	1,10E-05	6,40E-08	20
2 tempi > 50 cc	Convenzionali	24.3	0.067	9.97	0.16	1,10E-06	n.a.	33
	Euro I	16.3	0.028	5.82	0.064	8,22E-07	n.a.	25
	Euro II	11.2	0.104	1.84	0.032	7,49E-07	n.a.	23
	Euro III	2.73	0.280	0.806	0.096	5,74E-07	n.a.	17
4 tempi 50 -250 cc	Convenzionali	32.8	0.225	2.06	0.014	1,06E-06	3,20E-07	32
	Euro I	13.6	0.445	1.08	0.014	1,19E-06	3,20E-07	36
	Euro II	7.17	0.317	0.839	0.0035	1,19E-06	3,20E-07	36
	Euro III	3.03	0.194	0.465	0.0035	1,19E-06	3,20E-07	36
4 tempi 250 -750 cc	Convenzionali	25.7	0.233	1.68	0.014	1,23E-06	3,20E-07	37
	Euro I	13.8	0.477	1.19	0.014	1,19E-06	3,20E-07	36
	Euro II	7.17	0.317	0.918	0.0035	1,19E-06	3,20E-07	36
	Euro III	3.03	0.194	0.541	0.0035	1,19E-06	3,20E-07	36
4 tempi 250 -750 cc	Convenzionali	25.7	0.247	2.75	0.014	1,19E-06	3,20E-07	45
	Euro I	13.8	0.579	1.5	0.014	1,19E-06	3,20E-07	46
	Euro II	7.17	0.317	0.994	0.0035	1,19E-06	3,20E-07	46
	Euro III	3.03	0.194	0.587	0.0035	1,19E-06	3,20E-07	46

Tabella AR.10- Coefficienti di emissione agglomerati (in g/Km-veicolo) e consumo di carburante dei principali inquinanti emessi dal traffico, aggiornati al 2019: **motoveicoli**.

Utilizzando i dati sopra descritti si è quindi potuta calcolare l'emissione di un veicolo "medio" che rappresenta l'emissione aggregata delle varie sorgenti, ottenuta come media pesata delle emissioni corrispondenti a tutto il parco veicolare.

Si noti che, ai fini del calcolo dei coefficienti di emissione aggregati, non sono stati pesati i veicoli in funzione della loro frequenza relativa (o percentuale) rispetto al totale dei veicoli presenti, ma in base a quanto rilevato dalle misure dei dati di traffico disponibili e dalle stime fatte sui flussi di traffico della rete viaria presente e futura. Inoltre i motoveicoli non entrano a far parte dei flussi di traffico (medi e di punta) calcolati precedentemente, per cui le loro emissioni devono essere appositamente aggiunte.

I criteri adottati per le stime emissive (ovvero, per i fattori di emissione aggregati), sono pertanto stati i seguenti:

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotonda di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

1. il parco veicolare totale è stato diviso in tre classi: veicoli leggeri (autoveicoli e veicoli commerciali leggeri), veicoli pesanti (compresi gli autobus) e motoveicoli. Ogni tipologia di veicolo presente è stata pesata come frequenza relativa al totale delle singole classi (ad esempio gli autoveicoli a benzina EURO III di 1400 cc come percentuale sul totale dei veicoli leggeri ecc.);
2. rispetto ai flussi presenti nei singoli rami della rete viaria (ognuno caratterizzato da un diverso ciclo di guida: urbano , extraurbano o autostradale) si è considerata una percentuale di veicoli pesanti coerente con i rilevamenti di traffico effettuati presso Campi Bisenzio;

I risultati relativi ai fattori di emissione aggregati si trovano riportati nella seguente tabella:

Inquinante	CO	NO <sub>x</sub>	VOC	PM2.5	NMVOC	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	BaP	Pb
Fattori di emissione	2.579	1.295	1.194	0.174	1.321	0.069	7E-07	2.5E-06

Tabella AR.11: Fattori di emissioni aggregati, ciclo urbano e situazione ante operam, [g/Km - veicolo] per le maggiori sorgenti di inquinanti ("exhausted emissions")

Il fattore di emissione relativo al benzene è stato calcolato utilizzando i dati di consumo del carburante, e un rapporto percentuale 'standard' di questa sostanza relativamente alla composizione totale di NMVOC presenti nei gas di scarico.

categoria	Auto benzina convenz.	Auto benzina EURO I & succ.	Auto e commerc. leggeri diesel	Comm. Pesanti diesel	GPL
% peso su totale NMVOC	6,83	5,61	1,98	0,07	0,63

Tabella AR.12: Percentuale (in peso) di benzene rispetto al totale dei composti organici volatili diversi dal metano emessi

## **AR.4 Impatto della rete viaria esistente sulla qualità dell'aria e valutazione di impatto della nuova variante sull'atmosfera**

### **AR4.1 Il contributo della modellistica diffusionale atmosferica alla valutazione degli attuali livelli di inquinamento**

Le fonti di inquinamento ambientale causate dal traffico della rete stradale esistente sono, nella zona presa in considerazione, le più importanti. Altre fonti (di natura industriale, o causate dagli impianti di riscaldamento civili) sono state trascurate in questo contesto. In ogni caso il fatto che non siano presenti misure di valutazione della qualità dell'aria nella zona di Campi Bisenzio, impone l'utilizzo di specifici modelli numerici per simulare le condizioni di diffusione degli inquinanti. I modelli presi in considerazione in questo lavoro sono due: il modello diffusionale Industrial Source Complex ISC3 (EPA, 1995) utilizzabile per una vasta gamma di sorgenti industriali tra cui anche le sorgenti lineari (con cui sono schematizzate di solito le emissioni stradali) e il modello diffusionale CALINE 4 (California Department of Transportation, 1984) specifico per la previsione delle concentrazioni di inquinanti da traffico stradale. Ambedue questi modelli si trovano sinteticamente descritti nell'appendice al presente capitolo. In pratica la metodologia adottata è stata la seguente:

1. si è costruito un modello tridimensionale della rete viaria esistente utilizzando il modello ISC3 e approssimando le sorgenti lineari attraverso una appropriata distribuzione di sorgenti volumiche;
2. sono state eseguite più serie di simulazioni, in condizioni analoghe, utilizzando ambedue i modelli (ISC3 e CALINE4) in modo da fornire le concentrazioni degli inquinanti lungo alcune sezioni tipo lungo la rete viaria esistente. È stato così possibile calibrare il modello ISC3 in modo da fornire risultati simili a quelli di CALINE4 corrispondenti alle stesse condizioni di diffusività atmosferica e di emissione.

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotonda di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

3. Si sono simulate le condizioni di emissione sull'intera rete utilizzando i dati di traffico e i dati meteo corrispondenti, e ipotizzando sia scenari di emissione a breve termine (per la caratterizzazione dell'inquinamento nelle ore di punta) che scenari di emissione di lungo termine (per la valutazione delle condizioni di inquinamento medie annuali).
4. Si sono stimate le concentrazioni degli inquinanti sul territorio per le varie sostanze prese in considerazione.

## **AR4.2 Condizioni di input considerate per il modello diffusionale: scenari di impatto.**

L'approccio adottato nello sviluppo delle simulazioni numeriche si basa sulla definizione di alcuni scenari di impatto, ovvero di quella combinazione di emissioni e di interazioni atmosferiche che si presentano simultaneamente per produrre un impatto sulla qualità dell'aria. Nella metodologia seguita le emissioni e la meteorologia sono state caratterizzate separatamente e combinate, in un secondo momento, al fine di ricavare i relativi scenari di impatto.

Gli scenari di riferimento (Tabella AR.13) sono stati costruiti in modo da essere confrontabili con le attuali normative di riferimento che prevedono, per alcuni inquinanti, valutazioni sulle concentrazioni limite con riferimento a:

1. medie da 1 a 24 ore
2. medie stagionali o annuali

Nel primo caso si è adottata la versione short term del modello ISC3, nel secondo la versione long term.

Scenario di riferimento	Media oraria di riferimento	Modello diffusionale	Scenario di traffico di riferimento	Scenario meteorologico di riferimento
1) Impatto peggiore ("screening")	ora 1 ora	ISC3 ST (Short Term)	Traffico medio ora corrispondente	Dati meteorologici
2) Impatto annuale	medio 1 anno	ISC3 LT (Long Term)	Traffico giornaliero	Anno climatologico

Tabella AR.13: combinazione degli scenari meteorologici e di traffico per le simulazioni numeriche

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

---

I modelli diffusionali adottati sono di tipo stazionario, pertanto è necessario rappresentare le condizioni diffusive dell'atmosfera (vento, stabilità atmosferica, temperatura, ...) su intervalli di tempo all'interno dei quali i modelli prendono a riferimento condizioni di avvezione costanti.

1) Impatto "ora peggiore". I valori massimi di concentrazione, con riferimento alle medie orarie, sono stati ottenuti utilizzando i dati orari registrati dalla stazione meteo per la quale si avevano a disposizione dati completi da utilizzare nel modello. Le situazioni di carico ambientale peggiore sono di solito associate alla classe di stabilità F e vento debole, condizioni piuttosto frequenti durante l'anno, specialmente d'inverno e primavera (si veda la Figura AR.5).

2) Impatto medio annuale. Nelle valutazioni del carico medio su periodi più lunghi, ovvero per l'applicazione del modello in modalità climatologica, si sono adottate le distribuzioni congiunte di vento (intensità e direzione) e classi di stabilità atmosferica già discusse nel paragrafo dedicato all'inquadramento meteorologico. In particolare si sono ricavate delle distribuzioni congiunte note come JFF (Joint Frequency Functions), suddividendo i dati in varie classi (corrispondenti alla classificazione adottata per la stabilità atmosferica in Tabella AR.5) e assegnando una frequenza di accadimento ad ogni combinazione di intensità e direzione del vento. Le direzioni del vento sono state suddivise in 16 classi (N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSO, SO, OSO, O, ONO, NO, NNO) con settori di ampiezza pari 22.5°.

Per quel che riguarda l'altezza dello strato di mescolamento, non disponendo di misure specifiche di profili di temperatura e di vento, si è fatto riferimento ai valori riportati nei casi studio allegati al modello ISC in modalità climatologica.

Il dominio di calcolo utilizzato nel modello copre un'area di circa 1.5 Km<sup>2</sup> e i ricettori sono stati spazati di 20 m l'uno dall'altro (ovvero, la risoluzione del modello è pari a 20 m).

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006  
 " Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "  
**All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA**

<b>A</b>	0.5-1.5 m/s	1.5-2.5 m/s	2.5-3.5 m/s	3.5-4.5 m/s	> 4.5 m/s	<b>B</b>	0.5-1.5 m/s	1.5-2.5 m/s	2.5-3.5 m/s	3.5-4.5 m/s	> 4.5 m/s
N	0.0000	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000	N	0.0009	0.0010	0.0010	0.0000	0.0001
NNE	0.0001	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000	NNE	0.0006	0.0009	0.0017	0.0009	0.0009
NE	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	NE	0.0014	0.0008	0.0007	0.0006	0.0002
ENE	0.0003	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	ENE	0.0009	0.0005	0.0001	0.0000	0.0000
E	0.0005	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	E	0.0023	0.0024	0.0013	0.0002	0.0000
ESE	0.0002	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	ESE	0.0048	0.0031	0.0016	0.0001	0.0001
SE	0.0006	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	SE	0.0038	0.0013	0.0002	0.0000	0.0000
SSE	0.0003	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	SSE	0.0026	0.0005	0.0002	0.0001	0.0000
S	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	S	0.0020	0.0006	0.0005	0.0000	0.0000
SSO	0.0005	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	SSO	0.0011	0.0006	0.0005	0.0005	0.0000
SO	0.0007	0.0018	0.0001	0.0000	0.0000	SO	0.0030	0.0017	0.0009	0.0005	0.0000
OSO	0.0016	0.0044	0.0011	0.0000	0.0000	OSO	0.0072	0.0075	0.0082	0.0029	0.0010
O	0.0016	0.0062	0.0006	0.0000	0.0000	O	0.0043	0.0106	0.0089	0.0024	0.0001
ONO	0.0006	0.0010	0.0003	0.0000	0.0000	ONO	0.0030	0.0036	0.0021	0.0001	0.0000
NO	0.0002	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000	NO	0.0017	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000
NNO	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	NNO	0.0008	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000

*Tabella AR.14: Joint Frequency Functions per le classi di stabilità A e B (dati elaborati della stazione di Firenze-Xlmeniano)*

<b>C</b>	0.5-1.5 m/s	1.5-2.5 m/s	2.5-3.5 m/s	3.5-4.5 m/s	> 4.5 m/s	<b>D</b>	0.5-1.5 m/s	1.5-2.5 m/s	2.5-3.5 m/s	3.5-4.5 m/s	> 4.5 m/s
N	0.0008	0.0005	0.0007	0.0005	0.0010	N	0.0023	0.0013	0.0014	0.0021	0.0017
NNE	0.0001	0.0003	0.0014	0.0026	0.0126	NNE	0.0024	0.0009	0.0054	0.0115	0.0315
NE	0.0002	0.0003	0.0006	0.0010	0.0033	NE	0.0008	0.0021	0.0041	0.0071	0.0180
ENE	0.0011	0.0002	0.0001	0.0000	0.0002	ENE	0.0030	0.0037	0.0018	0.0007	0.0007
E	0.0015	0.0017	0.0007	0.0002	0.0000	E	0.0075	0.0090	0.0046	0.0011	0.0000
ESE	0.0055	0.0033	0.0006	0.0006	0.0001	ESE	0.0201	0.0253	0.0044	0.0015	0.0000
SE	0.0033	0.0005	0.0001	0.0000	0.0000	SE	0.0147	0.0032	0.0009	0.0001	0.0000
SSE	0.0009	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	SSE	0.0047	0.0010	0.0003	0.0000	0.0000
S	0.0007	0.0007	0.0003	0.0003	0.0002	S	0.0039	0.0018	0.0023	0.0013	0.0007
SSO	0.0007	0.0005	0.0006	0.0007	0.0002	SSO	0.0038	0.0047	0.0026	0.0026	0.0012
SO	0.0014	0.0002	0.0014	0.0002	0.0013	SO	0.0039	0.0041	0.0028	0.0021	0.0020
OSO	0.0018	0.0009	0.0021	0.0044	0.0077	OSO	0.0060	0.0039	0.0048	0.0098	0.0133
O	0.0029	0.0029	0.0033	0.0038	0.0032	O	0.0107	0.0047	0.0048	0.0052	0.0045
ONO	0.0016	0.0013	0.0006	0.0000	0.0000	ONO	0.0070	0.0011	0.0008	0.0001	0.0000
NO	0.0009	0.0007	0.0001	0.0000	0.0000	NO	0.0047	0.0011	0.0002	0.0001	0.0000
NNO	0.0007	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	NNO	0.0014	0.0005	0.0002	0.0001	0.0000

*Tabella AR.15: Joint Frequency Functions per le classi di stabilità C e D (dati elaborati della stazione di Firenze-Xlmeniano)*

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006  
" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotonda di Capalle "  
**All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA**

<b>E</b>	0.5-1.5 m/s	1.5-2.5 m/s	2.5-3.5 m/s	3.5-4.5 m/s	> 4.5 m/s	<b>F</b>	0.5-1.5 m/s	1.5-2.5 m/s	2.5-3.5 m/s	3.5-4.5 m/s	> 4.5 m/s
N	0.0000	0.0002	0.0017	0.0014	0.0001	N	0.0014	0.0033	0.0015	0.0000	0.0000
NNE	0.0000	0.0016	0.0048	0.0084	0.0020	NNE	0.0029	0.0046	0.0031	0.0000	0.0000
NE	0.0000	0.0018	0.0041	0.0046	0.0023	NE	0.0031	0.0061	0.0024	0.0000	0.0000
ENE	0.0000	0.0007	0.0008	0.0003	0.0000	ENE	0.0055	0.0061	0.0006	0.0000	0.0000
E	0.0000	0.0014	0.0009	0.0000	0.0000	E	0.0155	0.0120	0.0010	0.0000	0.0000
ESE	0.0000	0.0089	0.0037	0.0001	0.0000	ESE	0.0392	0.1102	0.0131	0.0000	0.0000
SE	0.0000	0.0013	0.0007	0.0000	0.0000	SE	0.0190	0.0130	0.0006	0.0000	0.0000
SSE	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	SSE	0.0053	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000
S	0.0000	0.0008	0.0016	0.0005	0.0000	S	0.0067	0.0038	0.0003	0.0000	0.0000
SSO	0.0000	0.0017	0.0016	0.0001	0.0001	SSO	0.0049	0.0077	0.0007	0.0000	0.0000
SO	0.0000	0.0014	0.0025	0.0005	0.0002	SO	0.0080	0.0098	0.0025	0.0000	0.0000
OSO	0.0000	0.0014	0.0062	0.0052	0.0006	OSO	0.0049	0.0087	0.0039	0.0000	0.0000
O	0.0000	0.0005	0.0017	0.0007	0.0000	O	0.0069	0.0040	0.0006	0.0000	0.0000
ONO	0.0000	0.0003	0.0001	0.0000	0.0000	ONO	0.0032	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000
NO	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	NO	0.0030	0.0005	0.0001	0.0000	0.0000
NNO	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	NNO	0.0017	0.0008	0.0001	0.0000	0.0000

Tabella AR.16: Joint Frequency Functions per le classi di stabilità E ed F (dati elaborati della stazione di Firenze-XImeniano)

### **AR4.3 Simulazioni numeriche dello stato ante operam e post operam: valutazione comparativa.**

#### **Ricettori**

I dati di output dei modelli di simulazione gaussiana sono stati normalmente plottati in una mappa con risoluzione pari a 20 m. Tuttavia le simulazioni a breve termine (simulazione situazione peggiore) danno luogo a dei risultati che non sono omogenei sul territorio e quindi non rappresentabili attraverso una sola mappa e per tanto si è preferito calcolare i dati in corrispondenza di alcuni ricettori ritenuti rappresentativi dell'impatto del traffico locale nella situazione attuale e in quella di progetto.

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA



Figura AR.3– Posizione dei ricettori

Num.	Ricettore	X-coord.	Y-coord.
1	Istituto Francesco Faa di Bruno	1671320	4854630
2	Via Barberinese 157	1670666	4853824
3	Hidron	1670600	4854195
4	Giardino Via U. Novelli	1670685	4854360
5	Giardino Pubblico Via Petrarca	1670916	4854732
6	Villa il Palagio	1670997	4854313
7	Campo San Lorenzo	1671100	4854634
8	Via Barberinese 91	1671097	4854703
9	Via Barberinese 60	1671250	4855016
10	Via dell'Olmo 91	1671425	4855398
11	Via dei Confini 26	1671460	4855594
12	Asili Nido Sacro Cuore campi	1671436	4856074
13	Residenza sanitaria "La Mimosa"	1671575	4855950
14	Giardini Via Falcone e Bordellino	1671084	4855517
15	Scuola media Giuseppe Garibaldi	1671525	4855008
16	Campo sportivo E Zapotek	1670432	4854218
17	Giardino Pubblico garcia lorca	1671370	4854922
18	Via Barberinese 129	1670985	4854545
19	Giardino di Laika	1670885	4854280
20	Via Chiella 118	1670248	4854747
21	Via Tosca Fiesoli 91	1670353	4855166
22	Via Castronella 253	1670564	4855385

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006  
" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "  
**All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA**

23	abitazione Via Nuova	1670305	4853805
24	Via Tosca Fiesoli 100	1670185	4855295

Tabella AR.17: posizione dei ricettori utilizzati in questo studio

### **Monossido di Carbonio (CO)**

#### Effetti sulla salute

Il monossido di carbonio (CO) è un gas incolore e inodore che si forma da reazioni di combustione incompleta del carbonio. La concentrazione di CO in atmosfera non subisce alcun incremento progressivo: la sua vita in atmosfera è compresa tra 2 e 4 mesi (essendo comunque dotato di alta stabilità), dopodiché ne avviene l'ossidazione a CO<sub>2</sub> o interviene un meccanismo di riduzione basato su batteri operanti nel suolo. Il problema principale del CO in ambiente urbano è pertanto legata alla difficoltà di essere ridotto al suolo, di qui i forti gradienti spazio-temporali a cui sono soggette le concentrazioni (difficili pertanto da simulare attraverso i modelli di diffusione).

Le conseguenze della CO alle concentrazioni ipotizzabili (< 100 pp m) sull'ambiente non appaiono drammatiche né per la crescita delle piante né sulla corrosione dei metalli, ma di ben altra portata sono le conseguenze sull'uomo e sugli animali, a causa della forte tossicità dovuta alla forte affinità di questa sostanza con l'emoglobina del sangue, ed al blocco della circolazione dell'ossigeno nell'organismo. La reazione della CO con l'emoglobina del sangue forma carbossiemoglobina COHb, e questa reazione è molto più probabile (affinità circa 210 volte superiore) rispetto alla normale combinazione dell'emoglobina con l'ossigeno, che dà come risultato l'ossiemoglobina, O<sub>2</sub>Hb. La pressione parziale di CO necessaria per saturare completamente l'emoglobina è soltanto 1/200 circa di quella necessaria per saturarla normalmente con ossigeno. Quello che si verifica è una proporzionalità diretta tra la concentrazione di CO nell'aria e quella di COHb nel sangue; tale fenomeno è fortunatamente reversibile: in individui sani, terminando l'esposizione il livello di COHb nel sangue diminuisce alla metà del valore iniziale nel termine di 3-4 ore. Un livello di base di 0.4% di COHb risulta dalla produzione di CO nel corpo umano; per fumatori è normale un livello di COHb nel sangue superiore al 5%. Nelle aree industriali od urbane, anche i residenti non fumatori mostrano spesso livelli compresi tra 1.5 e

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

2%. Ambienti industriali con concentrazioni di CO superiori ai 100 ppm sono considerati a rischio. Valori compresi tra 5 e 20 ppm sono stati rilevati nelle medie giornaliere di molti centri urbani.

L'esposizione prolungata a livelli elevati di CO causano difficoltà nell'attività psicomotoria, stati di ansietà ed altri disturbi psicologici. Valori di 750 ppm sono responsabili di decesso.

#### Risultati delle simulazioni

La stima delle concentrazioni nello **stato attuale** è stata eseguita solo in modalità *short term* per la valutazione delle condizioni di carico massime orarie, e solo in corrispondenza dei ricettori sensibili individuati nel corso della Verifica. Le condizioni di carico ambientale qui calcolate sono da confrontare con i limiti imposti dalla normativa, che non richiedono per il CO limiti sulla media annuale ma solo un limite sulla concentrazione massima sulla media mobile di 8 ore pari a 10 mg/m<sup>3</sup> (D. Lgs. 155/2010). I valori calcolati sui ricettori, già nella situazione *ante operam*, risultano sempre al di sotto delle condizioni limite di qualità dell'aria considerate. I valori massimi stimati sui ricettori sono spesso inferiori a 1 mg/m<sup>3</sup>, tranne che in alcuni casi, in particolare nei pressi dell'attuale rotonda di diramazione tra la SR325 e Via Gramignano, da dove si dipartirà la nuova circonvallazione, e su cui sono state stimate le condizioni peggiori.

Per confronto, nelle simulazioni relative allo **stato di progetto** si nota immediatamente che, grazie al dirottamento di gran parte del traffico che attualmente percorre la SR 325 sulla circonvallazione, la situazione di carico del monossido di carbonio sui ricettori posti nel centro di Campi, che già non desta particolari preoccupazioni, migliora notevolmente, mentre un contenuto e non preoccupante peggioramento è stato calcolato solo per i ricettori 20-24, prossimi all'asse della futura infrastruttura.

Num.	Ricettore	CO ante operam (mg/m <sup>3</sup> )	CO post operam (mg /m <sup>3</sup> )
1	Istituto Francesco Faa di Bruno	0,949	0,931
2	Via Barberinese 157	4,647	4,542
3	Hidron	2,058	2,090
4	Giardino Via U. Novelli	0,927	0,726
5	Giardino Pubblico Via Petrarca	0,530	0,460

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

6	Villa il Palagio	0,432	0,206
7	Campo San Lorenzo	0,544	0,215
8	Via Barberinese 91	0,875	0,307
9	Via Barberinese 60	0,783	0,279
10	Via dell'Olmo 91	0,576	0,200
11	Via dei Confini 26	0,699	0,370
12	Asili Nido Sacro Cuore campi	0,699	0,558
13	Residenza sanitaria "La Mimosa"	0,628	0,360
14	Giardini Via Falcone e Bordellino	0,137	0,128
15	Scuola media Giuseppe Garibaldi	0,541	0,508
16	Campo sportivo E Zapotek	1,473	1,554
17	Giardino Pubblico garcia lorca	0,474	0,192
18	Via Barberinese 129	0,974	0,787
19	Giardino di Laika	0,800	0,794
20	Via Chiella 118	0,394	0,561
21	Via Tosca Fiesoli 91	0,417	0,503
22	Via Castronella 253	0,118	0,290
23	abitazione Via Nuova	0,971	0,971
24	Via Tosca Fiesoli 100	0,548	0,777

Tabella AR.18: concentrazioni simulate di monossido di carbonio nella situazione di worst conditions in mg/m<sup>3</sup>

### Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)

#### Effetti sulla salute

Gli Ossidi di Azoto, qui genericamente indicati con NO<sub>x</sub>, sono i composti NO (inquinante primario), prodotto della combustione, e del NO<sub>2</sub> (inquinante secondario) che si forma in atmosfera a seguito dell'ulteriore ossidazione del NO secondo una serie di modificazioni chimiche (influenzate dalla presenza di CO, HC, particolato, ...) e fotochimiche (influenzate dalla radiazione solare) più o meno rapide, dell'ordine di qualche giorno. Il biossido di azoto NO<sub>2</sub> è senz'altro più nocivo del precedente, e a seguito di ulteriori processi chimici può produrre acido nitrico (HNO<sub>3</sub>) responsabile, tra l'altro, delle cosiddette piogge acide, e a seguito della deposizione umida nel suolo, dell'ulteriore formazione di nitrati. L'acidità delle piogge ha un'azione corrosiva su alcuni materiali (azione corrosiva su monumenti, pietra e intonaci) e sulle piante. È dimostrato che concentrazioni di NO<sub>2</sub> dell'ordine di 0,5 ppm per periodi di 10-12 giorni bloccano la crescita di legumi, pomodori, e arance. Il Biossido di Azoto è un gas irritante per l'apparato respiratorio e per gli occhi, che ad alte concentrazioni può causare problemi

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

---

respiratori (bronchiti, edemi polmonari). Lo smog fotochimico di cui il Biossido di Azoto è una delle componenti, è inoltre precursore dell'ozono troposferico.

#### Risultati delle simulazioni

La stima delle concentrazioni nello **stato attuale** è stata eseguita sia in modalità *short term* (valutazione dei carichi massimi orari) che in modalità *long term* (valutazione dei carichi medi annuali). Situazioni di alterazione della qualità dell'aria da Ossidi Azoto sono infatti sensibili e preoccupanti in molte zone della Toscana, anche se la situazione è in graduale e costante miglioramento.

La situazione "peggiore" (carico di picco) comporta una concentrazione elevata di ossidi di azoto lungo gli assi viari (in particolare lungo Via dei Confini). Occorre tuttavia considerare che uno dei limiti imposti dalla normativa è di 18 superamenti annuali di un valore di concentrazione media oraria di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  espresso non come  $\text{NO}_x$  totali, ma come biossido di azoto  $\text{NO}_2$  (D. Lgs. 155/2010), che è il componente più tossico tra gli ossidi di azoto presenti nell'atmosfera.

Nei processi di combustione, però, gli ossidi di azoto sono emessi come monossido (NO) e solo gradualmente si trasformano in biossido di azoto e derivati. La velocità con cui si ha la conversione da NO a  $\text{NO}_2$  dipendono dalle condizioni meteorologiche esterne. Lo scenario più critico, da questo punto di vista, è quello estivo: tuttavia, in questo caso, vengono a cadere molte delle supposizioni con cui era stato costruito lo scenario d'impatto (in particolare quelle dovute alla stabilità atmosferica).

Tuttavia, per elevate concentrazioni degli ossidi  $\text{NO}_x$ , in alcuni studi sono adottate percentuali di  $\text{NO}_2$  sul totale degli  $\text{NO}_x$  intorno al 20%. Questa approssimazione trova conforto dall'analisi dei dati misurati delle centraline di misura della qualità dell'aria. Ad esempio, nell'area metropolitana di Firenze, tutte le centraline analizzate mostrano come, alle maggiori concentrazioni di  $\text{NO}_x$  corrisponda una concentrazione massima di biossido  $\text{NO}_2$  pari a circa 1/5 del totale degli ossidi. Viceversa, per basse concentrazioni di  $\text{NO}_x$ , la quasi totalità di questi è rappresentata dalla forma  $\text{NO}_2$ . In Tabella AR.19 viene riportata la frazione di  $\text{NO}_2$  corrispondente ai livelli di concentrazione totale di  $\text{NO}_x$  misurati sulla rete provinciale di Firenze. Questa elaborazione è stata eseguita a partire dai dati ARPAT del 2003.

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006  
" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinense alla nuova rotonda di Capalle "  
**All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA**

Concentrazioni [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	$\text{NO}_x < 100$	100 - 200	200 - 300	300 - 400	400 - 500	500 - 600	> 600
% $\text{NO}_2$	86 %	75 %	38 %	26 %	22 %	20 %	19 %

Tabella AR.19: medie dei valori del rapporto  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  misurati (elaborazione originale a partire dai dati ARPAT della provincia di Firenze)

La tabella AR.31 è stata pertanto utilizzata per la conversione dei valori di  $\text{NO}_x$  effettivamente calcolati dal modello.

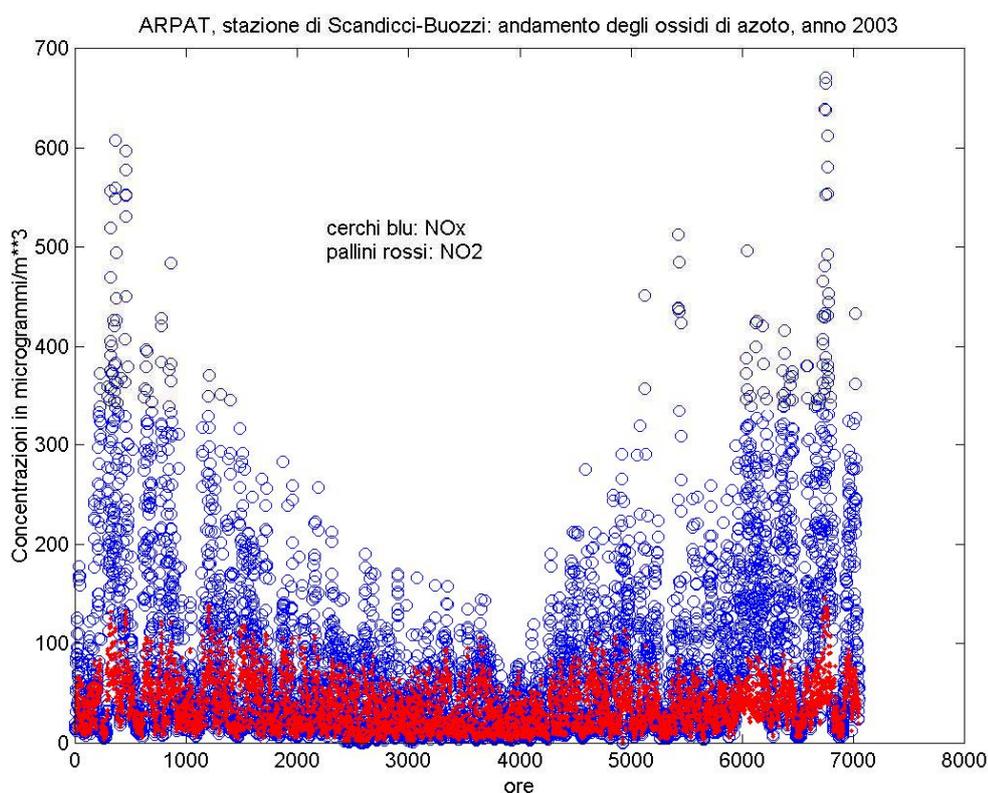


Figura AR.4 : andamento relativo di  $\text{NO}_x$  e  $\text{NO}_2$ , Scandicci

Utilizzando questa approssimazione, necessaria per confrontare i valori di ossidi di azoto con le normative che si riferiscono al solo  $\text{NO}_2$ , i valori di biossido di azoto imputabili alla SR325 non sembrano avvicinare i valori massimi di legge ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), con valori massimi sui  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in prossimità dei ricettori individuati.

Nello **stato di progetto** dell'inquinamento da  $\text{NO}_2$  (picco) i valori massimi, che prima si riscontravano presso i ricettori nella rotonda lungo l'asse della Via Barberinense e e all'interno del centro abitato, in molti casi si abbassano

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

sensibilmente, tranne che per i ricettori 20-24 in cui le concentrazioni previste si mantengono comunque bel al di sotto dei 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  previsti dalla normativa.

Num	Ricettore	NO <sub>x</sub> ante operam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NO <sub>x</sub> post operam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	Istituto Francesco Faa di Bruno	39,8	39,3
2	Via Barberinese 157	56,0	46,5
3	Hidron	22,6	28,8
4	Giardino Via U. Novelli	42,6	24,2
5	Giardino Pubblico Via Petrarca	21,8	15,2
6	Villa il Palagio	42,1	18,1
7	Campo San Lorenzo	53,1	22,5
8	Via Barberinese 91	75,8	23,7
9	Via Barberinese 60	76,8	31,0
10	Via dell'Olmo 91	57,8	18,0
11	Via dei Confini 26	63,9	28,3
12	Asili Nido Sacro Cuore campi	56,0	17,4
13	Residenza sanitaria "La Mimosa"	45,3	19,9
14	Giardini Via Falcone e Bordellino	12,4	10,5
15	Scuola media Giuseppe Garibaldi	37,1	14,7
16	Campo sportivo E Zapotek	20,4	27,1
17	Giardino Pubblico garcia lorca	47,4	16,1
18	Via Barberinese 129	69,4	22,2
19	Giardino di Laika	41,7	14,1
20	Via Chiella 118	14,8	37,9
21	Via Tosca Fiesoli 91	15,8	43,2
22	Via Castronella 253	10,5	18,6
23	abitazione Via Nuova	24,3	25,6
24	Via Tosca Fiesoli 100	9,0	25,3

Tabella AR.20: concentrazioni simulate di biossido di azoto nella situazione di worst conditions in  $\text{mg}/\text{m}^3$

La simulazione a lungo termine (carico medio) mostra come, nella **situazione attuale**, le concentrazioni siano piuttosto elevate lungo l'asse della SR325, con valori che, nelle condizioni di emissione che si sono ipotizzate, si avvicinano ai limiti di legge che stabiliscono un limite alla concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> di 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (si noti che in questo caso la media annua sul totale degli NO<sub>x</sub> è vicina alla media di NO<sub>2</sub>). Questa situazione migliora comunque notevolmente nella **situazione di progetto** in quanto una quota notevole del carico inquinante viene deviato proprio lungo la nuova variante. In questo modo i valori di

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

---

concentrazione che ne derivano, su tutto il territorio, sono quasi ovunque sotto i  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . È del tutto evidente il beneficio che deriva al centro abitato dalla deviazione di una quota consistente di traffico sulla futura circonvallazione.

### **Particolato atmosferico (PM)**

#### Effetti sulla salute

Il materiale particolato presente nell'aria, spesso definito come PM o anche PTS (Polveri Totali Sospese), è costituito da una miscela di particelle solide e liquide, (quali carbonio, piombo, nichel, nitrati, solfati, composti organici, etc.) di dimensioni comprese tra  $0,005 \mu\text{m}$  e  $50-150 \mu\text{m}$ , e che pertanto possono rimanere sospese in aria anche per lunghi periodi. Le polveri totali vengono generalmente distinte in due classi dimensionali corrispondenti alla capacità di penetrazione nelle vie respiratorie: le polveri che penetrano nel tratto superiore delle vie aeree (cavità nasali, faringe e laringe) che hanno un diametro inferiore a  $10 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) e quelle che invece possono giungere fino alle parti inferiori dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi, bronchioli e alveoli polmonari), le cosiddette polveri respirabili, che hanno un diametro inferiore a  $2,5 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2,5}$ ).

Le sorgenti del particolato possono essere sia naturali (aerosol marino, suolo risollevato e trasportato dal vento, incendi boschivi) che antropiche, e tra queste ultime, in ambiente urbano, la crescente intensità di traffico veicolare, (in particolare motori diesel e ciclomotori) hanno senz'altro un ruolo rilevante nel livello di inquinamento complessivo.

Una percentuale minore è legata all'usura degli pneumatici e dei corpi frenanti delle auto. È da notare che un contributo alle alte concentrazioni di polveri è dato dal risollevamento delle frazioni depositate, per cause naturali o legate allo stesso traffico.

La presenza di polveri volatili in atmosfera è causa di sporco di superfici e corrosione (nuclei di condensazione); si hanno anche effetti sulla vegetazione e i cicli biologici (sostanze fluorurate, magnesio, metalli pesanti) nonché effetti sulla salute umana (specie se in associazione con altri inquinanti). Le particelle di maggiori dimensioni provocano irritazione e infiammazione del tratto superiore delle vie aeree, quelle invece di dimensioni minori (inferiori a 5-6 micron) possono

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

provocare e aggravare malattie respiratorie e indurre formazioni neoplastiche.

#### Risultati delle simulazioni

La legge prescrive sia un limite massimo pari a 35 giorni di superamento del valore medio giornaliero di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (per il PM10) sia un limite normativo di 25  $\text{mg}/\text{m}^3$  come media annuale per il PM<sub>2.5</sub>

num	ricettore	PM ante operam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM ante operam ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	Istituto Francesco Faa di Bruno	28,5	28,1
2	Via Barberinese 157	40,0	33,2
3	Hidron	16,0	20,4
4	Giardino Via U. Novelli	30,4	17,2
5	Giardino Pubblico Via Petrarca	15,6	10,8
6	Villa il Palagio	30,2	12,9
7	Campo San Lorenzo	38,0	16,0
8	Via Barberinese 91	54,1	16,9
9	Via Barberinese 60	55,0	22,1
10	Via dell'Olmo 91	41,5	12,9
11	Via dei Confini 26	45,8	20,3
12	Asili Nido Sacro Cuore campi	40,2	12,4
13	Residenza sanitaria "La Mimosa"	32,5	14,2
14	Giardini Via Falcone e Bordellino	8,9	7,4
15	Scuola media Giuseppe Garibaldi	26,6	10,4
16	Campo sportivo E Zapotek	14,6	19,3
17	Giardino Pubblico garcia lorca	34,0	11,4
18	Via Barberinese 129	49,6	15,9
19	Giardino di Laika	29,8	10,0
20	Via Chiella 118	10,5	27,0
21	Via Tosca Fiesoli 91	11,3	30,7
22	Via Castronella 253	7,5	13,2
23	abitazione Via Nuova	17,3	18,2
24	Via Tosca Fiesoli 100	6,4	18,0

Tabella AR.21: concentrazioni simulate di particolato atmosferico nella situazione di worst conditions in  $\text{mg}/\text{m}^3$

Dall'analisi dei dati ai ricettori è evidente come solo nella situazione attuale il valore massimo di PM<sub>10</sub> può essere superiore al valore limite di 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tuttavia non si ritiene che questi valori, simulati nella situazione di worst conditions, possano essere superati per 35 giorni all'anno.

In ogni caso, questo dato migliora sensibilmente nella simulazione relativa allo

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

---

stato di progetto in cui i valori massimi sono sensibilmente inferiori a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per tutti i ricettori, anche nella situazione di *worst conditions*.

Riguardo all carico medio annuo nel la **situazione attuale**, non sembr a eccessivamente pesante. Valori medi annui che toccano  $6-7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  del  $\text{PM}_{2.5}$ , quindi rispettosi della legge, possono d eterminarsi lungo l'asse della SR 325 i n prossimità del centro abitato. Nella **situazione di progetto** le concentrazioni delle polveri atmosferiche da traffico stradale, per l'abitato di Campi Bisenzio l ungo l'attuale SR325, si riducono ulteriormente, con uno spostamento notevole di buona parte del carico lungo l'asse della nuova circonvallazione.

### **Benzene ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )**

#### Effetti sulla salute

Il benzene  $\text{C}_6\text{H}_6$  è il più semplice dei composti organici aromatici, e uno dei composti organici più utilizzati, prodotto su scala industriale attraverso i processi di raffinazione del petrolio. È un costituente della benzina, dove viene utilizzato come antidetonante in sostituzione del piombo. In Italia (legge n. 413/97) il contenuto di benzene nelle benzine non deve superare l'1 % in volume.

Il benzene rilasciato dai veicoli deriva dalla frazione di carburante incombusto, da reazioni di trasformazione di altri idrocarburi e, in parte , anche dall'evaporazione che si v erifica durante la pre parazione, distribuzione e stoccaggio delle benzine, ivi comprese le fasi di marcia e sosta prolungata dei veicoli. L'esposizione cronica al benzene provoca, nell'uomo, danni ematologici e genetici ed è causa di alcuni tumori.

#### Risultati delle simulazioni

Anche in questo caso si è considerata la sola situazione di carico media annua. Le simulazioni numeriche mostrano, pe r il benzene un andament o dello stato attuale di impatto sensibile che non si avvicina mai al valore limite che la legge stabilisce in  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (D. Lgs. 155/2010). Nella **situazione attuale**, i valori più elevati, che toccano  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , si riscontrano solo lungo tutto l'asse della SR 325 che attraversa Campi Bisenzio.

Il confronto con la **situazione di progetto** evidenzia come la costr uzione della nuova circonvallazione porterà a una notevole deviazione del carico inquinante

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

---

dal centro abitato di Campi Bisenzio, con concentrazioni di benzene sempre al di sotto di  $1 \mu\text{g} / \text{m}^3$ .

### Conclusioni

L'analisi delle condizioni di impatto al suolo dovute alla presenza della viabilità attuale (ovvero, soprattutto della SR 325 o Via dei Confini) e alla costruzione del nuovo collegamento, ha permesso di evidenziare una serie di elementi che si possono così riassumere:

- lo stato attuale comporta un carico sensibile, e di significativo impatto, che in alcuni casi potrebbe avvicinare i limiti di legge, soprattutto per quanto riguarda gli ossidi di azoto. Il carico complessivo di alcuni inquinanti, quali soprattutto gli ossidi di azoto e le polveri sottili, potrebbe essere più elevato di quanto calcolato in questa relazione a causa dei livelli di inquinamento provenienti dalle altre emissioni presenti nel territorio (soprattutto autostrade e impianti industriali).
- Lo stato di progetto è causa di effetti molto positivi sulla qualità dell'aria. In particolare si osservano consistenti effetti di alleggerimento del carico medio e dei picchi di concentrazione lungo l'attuale asse di della Via Barberinese che attraversa larga parte dell'abitato di Campi Bisenzio. L'impatto del nuovo collegamento sulla qualità dell'aria nella zona attraversata dalla variante appare contenuto e ampiamente entro i limiti stabiliti dalla legge.

In particolare, per quanto riguarda gli ossidi di azoto, soprattutto per quanto riguarda la concentrazione media annuale, la situazione attuale appare piuttosto preoccupante mentre l'effetto determinato dalla costruzione della variante in progetto dovrebbe alleggerire notevolmente il carico inquinante di attraversamento di Campi Bisenzio, riportando la qualità dell'aria entro limiti accettabili, molto al di sotto dei limiti di legge.

L'impatto della futura variante, nella situazione di esercizio, sembra quindi del tutto positivo sulla qualità dell'aria. Un'ulteriore considerazione deriva dal fatto che il carico inquinante viene spostato dalla zona più densamente popolata, a una zona che è sostanzialmente priva di abitazioni residenziali. È del tutto superfluo quindi calcolare i benefici in termini di impatto legati all'esercizio della

## **Studio Preliminare Ambientale**

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### **All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA**

---

nuova infrastruttura, in quanto si hanno solo riduzioni percentuali in aree popolate e piccoli aumenti percentuali (comunque contenuti entro i limiti di legge) in aree a bassa densità di popolazione residente.

Occorre tuttavia ricordare come i risultati dei modelli di simulazione della diffusione siano affetti da errori di stima che possono individuarsi

- nell'approssimazione introdotta dai modelli matematici nei confronti delle fenomenologie fisiche reali;
- nella scelte particolari adottate per la parametrizzazione del traffico veicolare, delle emissioni dei veicoli, etc.
- nelle approssimazioni introdotte nella descrizione delle varie componenti ambientali e di progetto.

In ogni caso l'analisi comparativa di scenari alternativi che comprendono sia lo stato di progetto (scenario futuro) che lo stato di gestione attuale (scenario attuale), rappresenta uno standard scientifico nella valutazione degli impatti e il modo più attendibile per mettere in luce le condizioni di riduzione o di incremento degli impatti al suolo prodotti dai nuovi interventi.

## **AR.6 Interventi di mitigazione**

### **AR6.1 Interventi di mitigazione in fase di cantiere**

L'impatto sulla qualità dell'aria conseguente alla predisposizione e all'esercizio dei cantieri di lavoro per la costruzione della circonvallazione di Campi Bisenzio appare senz'altro rilevante soprattutto per ciò che riguarda la produzione di polveri. Andranno pertanto poste in essere opportune misure atte a contenere le emissioni delle polveri e degli altri inquinanti in atmosfera: il quadro dei metodi e delle tecnologie disponibili per la riduzione degli impatti derivanti dalle polveri è in forte evoluzione, e un importante contributo ad una maggiore attenzione nell'applicazione di questi dispositivi è dato dai recenti obblighi di legge.

In particolare nel recente D.Lgs. 152/06 viene introdotto esplicitamente il richiamo alle fasi di realizzazione dell'opera nei contenuti dello studio di impatto ambientale (art. 27), anche se tale concetto non pare adeguatamente ripreso nel relativo allegato descrittivo. Negli allegati sono comunque elencati gli accorgimenti finalizzati ad assicurare il contenimento delle emissioni diffuse. In particolare le disposizioni pertinenti le attività produttive - a cui possono essere assimilate quelle relative ai cantieri stradali - sono stabilite nella parte quinta del D.Lgs. 152/06:

- nell'allegato I della parte quinta vengono prescritti i valori di emissione minimi e massimi per le sostanze inquinanti (parte II), e con particolare riferimento ad alcune tipologie produttive (parte III, ma non sono contemplate le attività cantieristiche, trattandosi qui esclusivamente di impianti industriali). I valori prescritti, in particolare per ciò che riguarda le polveri sospese, potranno - ove ritenuto necessario - essere confrontati con quelli effettivamente prodotti dai cantieri solo in seguito a specifiche campagne di misura.
- Nell'allegato V della parte quinta del D.Lgs. 152/06 si fa invece esplicito riferimento ad apposite misure per il contenimento delle emissioni di polveri in tutti i casi di produzione, manipolazione, trasporto, carico, scarico e stoccaggio di materiali polverulenti.

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

---

Le disposizioni applicabili al presente caso appaiono, in particolare, le seguenti:

- Per ciò che riguarda le attività di trasporto carico e scarico di materiali polverulenti devono essere utilizzati dispositivi chiusi (ad esempio i nastri trasportatori chiusi adottati nelle industrie) → il trasporto dei materiali polverulenti tramite i mezzi pesanti dovrà avvenire predisponendo la copertura dei carichi tramite teloni appositi.
- Dovranno essere predisposte misure di abbattimento nei punti fissi nei quali avvengono il prelievo, il trasferimento, lo sgancio con benne, pale caricatrici, attrezzature di trasporto → si dovrà svolgere il controllo di umidità dei materiali scavati, ed eventualmente prevedere impianti di Annaffiatura.
- Dovranno essere stabilite le opportune attenzioni concernenti lo stoccaggio dei materiali polverulenti tenendo conto di elementi quali:
  - a. possibilità di realizzare una copertura della sommità e di tutti i lati del cumulo di materiali sfusi (eventualmente includendo le attrezzature ausiliarie);
  - b. umidificazione costante e sufficiente della superficie del suolo.

Ai fini della riduzione dell'impatto ambientale del cantiere, anche nel rispetto di quanto previsto dal D.Lgs. 152/06, andranno pertanto poste alcune misure atte a contenere l'emissione di inquinanti in atmosfera:

- Nella gestione del cantiere gli impianti potenzialmente più impattanti (ad esempio per il betonaggio) andranno ubicati nelle porzioni di cantiere più distanti dagli eventuali recettori posti nelle vicinanze.
- Le emissioni di sostanze di origine chimica dovute alle macchine e al traffico mezzi del cantiere possono essere controllate e ridotte solo attraverso l'impiego di macchinari conformi alle più recenti direttive dell'Unione Europea in materia di emissioni veicolari. L'impiego di macchinari obsoleti potrebbe determinare un incremento significativo dei quantitativi emessi.
- I principali interventi per ridurre significativamente le emissioni di polveri, che dovranno pertanto essere attuati dalle imprese che opereranno, consistono principalmente nell'innalzamento dei livelli di umidità dei materiali inerti movimentati e/o stoccati, o in alternativa – per quello

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

che riguarda il trasporto e lo stoccaggio dei materiali polverulenti - nella copertura dei carichi e dei depositi. Di volta in volta, in funzione del grado di umidità dei materiali polverulenti, si potrà adottare l'una o l'altra soluzione. Una sintesi di queste azioni di mitigazione si trova riportata in Tabella AR.22.

<b>Azione di progetto</b>	<b>Interventi per ridurre le emissioni</b>
Costruzione ed esercizio piste di cantiere, piazzali e aree di pertinenza stradale	In generale ridurre al minimo indispensabile la durata dei cantieri e, in particolare, ridurre i tempi di esecuzione delle lavorazioni produttive di polveri.
	Controllare l'umidità delle aree non pavimentate prevedendo regolari annaffiature, in particolare nei periodi secchi.
	Pulire regolarmente a fine giornata le aree di cantiere con macchine a spazzola aspiranti.
	Recintare le aree di cantiere con reti antipolvere, in particolare in prossimità di aree di pertinenza stradale e dal lato dei recettori sensibili.
	Evitare per quanto possibile depositi di materiali sciolti di lungo periodo e, nel caso, adottare nei periodi secchi sistemi automatici di annaffiatura (eventualmente utilizzando appositi additivi)
Attività di scavo	Assicurarsi che i materiali movimentati presentino adeguati livelli di umidità. In caso contrario prevedere impianti di annaffiatura.
Depositi di inerti e materiali polverulenti	Disporre misure di contenimento per impedire la diffusione di materiale polverulento dalle aree di deposito temporaneo delle terre e rocce di scavo, tramite teli, manti erbosi, o misure atte a mantenere costantemente una sufficiente umidità superficiale.
Approvvigionamento cemento o bentonite agli impianti di dosaggio delle miscele	Adottare impianti di abbattimento delle polveri nei silos
	Controllare il livello dei silos prima delle operazioni di carico, onde evitare fuoriuscite
Transito di mezzi di cantiere esternamente alle aree e piste di cantiere	Pulizia e spazzolatura dei pneumatici dei mezzi di uscita dei cantieri in vasche o tunnel di lavaggio
	Copertura con teloni dei carichi polverulenti
	Inumidire i carichi in uscita dei materiali polverulenti o con basso contenuto di umidità

*Tabella AR.22 – Interventi di mitigazione applicabili*

## **Studio Preliminare Ambientale**

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotonda di Capalle "

**All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA**

---

### **AR6.2 Interventi di mitigazione in fase di esercizio**

Interventi specifici di mitigazione della componente atmosfera in fase di esercizio della circonvallazione in progetto sono prevalentemente da escludere. Gli interventi di mitigazione in questo caso restano limitati ad azioni di controllo e di governo del territorio da parte degli enti a ciò preposti. Tuttavia alcuni elementi di riduzione degli impatti, quali l'utilizzo di piante per la mitigazione dell'impatto visivo e sul paesaggio, possono avere un effetto positivo sulla qualità dell'aria locale, dato l'effetto schermante degli arbusti e della vegetazione arborea specie nei confronti delle polveri fini.

## **L Quadro normativo di riferimento**

Negli anni recenti le istituzioni europee si sono occupate ripetutamente di definire e aggiornare il quadro normativo di riferimento per il miglioramento della qualità dell'aria. La vecchia direttiva cardine della legislazione comunitaria in materia di qualità dell'aria 96/62/CE ("direttiva madre"), successivamente è stata recepita dalle varie normative nazionali è stata sostituita dalla "Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 2008/50/CE, del 21 maggio 2008, relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa". La 2008/50/CE ha abrogato il quadro normativo preesistente ed ha incorporato gli sviluppi in campo scientifico e sanitario e le esperienze più recenti degli Stati membri nella lotta contro l'inquinamento atmosferico. Con questo radicale aggiornamento del quadro normativo l'azione comunitaria si è orientata in due direzioni: una l'individuazione di limiti di concentrazione per i diversi inquinanti, orientati alla protezione della salute umana e degli ecosistemi, e dall'altro la messa a punto di un programma di controllo e gestione del territorio che consenta una più efficace visione delle criticità e delle strategie di intervento da adottare.

In Italia la Direttiva 2008/50/CE è stata recepita con il Decreto Legislativo 13 Agosto 2010, n. 155, modificato, poi, nel 2012 con il D. Lgs. n. 250. Tale Decreto costituisce un testo unico sulla qualità dell'aria, andando a comprendere anche i contenuti del D. Lgs. 152/2007.

In tema di pianificazione e programmazione, il D. Lgs. 155/10 disciplina le attività che necessariamente devono essere sviluppate per consentire il raggiungimento dei valori limite e il perseguimento dei valori obiettivo di qualità dell'aria. Il Decreto prevede che i Piani debbano agire sull'insieme delle principali sorgenti di emissione, ovunque ubicate, aventi influenza sulle aree di superamento.

### Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

#### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

Inquinante	Concentrazione limite	Periodo di mediazione	Entrata in vigore	Superamenti annui permessi
PM <sub>2.5</sub>	25 µg/m <sup>3</sup>	1 anno	01/01/2015	–
SO <sub>2</sub>	350 µg/m <sup>3</sup>	1 ora	01/01/2005	24
	125 µg/m <sup>3</sup>	24 ore	01/01/2005	3
NO <sub>2</sub>	200 µg/m <sup>3</sup>	1 ora	01/01/2010	18
	40 µg/m <sup>3</sup>	1 anno	01/01/2010	–
PM <sub>10</sub>	50 µg/m <sup>3</sup>	24 ore	01/01/2005	35
	40 µg/m <sup>3</sup>	1 anno	01/01/2005	–
Piombo	0.5 µg/m <sup>3</sup>	1 anno	01/01/2005	–
CO	10 mg/m <sup>3</sup>	Massimo giornaliero su media mobile 8 ore	01/01/2005	–
Benzene	5 µg/m <sup>3</sup>	1 anno	01/01/2010	–
Ozono	120 µg/m <sup>3</sup>	Massimo giornaliero su media mobile 8 ore	01/01/2010	25 su una media di 3 anni
Arsenico (As)	6 ng/m <sup>3</sup>	1 anno	31/12/2012	–
Cadmio (Cd)	5 ng/m <sup>3</sup>	1 anno	31/12/2012	–
Nichel (Ni)	20 ng/m <sup>3</sup>	1 anno	31/12/2012	–
Benzo(a)pirene	1 ng/m <sup>3</sup>	1 anno	31/12/2012	–

Tabella L.1 – valori limite o obiettivo definiti dal D. Lgs. 155/2010 per gli inquinanti normati ai fini della protezione della salute umana

## **TRO Composizione del parco veicolare**

Ai fini della valutazione dell'impatto ambientale dei flussi di traffico determinati in questa relazione di Verifica, e soprattutto per la caratterizzazione delle emissioni atmosferiche, si rende necessaria una caratterizzazione della composizione del parco veicolare corrispondente.

Le normative comunitarie, in gran parte già recepite dalle corrispondenti normative nazionali (e comunque ampiamente adottate dalle case automobilistiche che ormai operano nel mercato internazionale) hanno subito una rapida evoluzione negli anni recenti, per rendere sempre più stringenti i limiti di ammissibilità delle emissioni veicolari. Per questo motivo i veicoli di recente immatricolazione presentano standard di emissione, relativamente alle sostanze inquinanti di maggiore pericolosità per l'ambiente e per la salute umana, molto più bassi rispetto ai vecchi veicoli. La conoscenza del parco veicolare attuale, nella sua composizione non solo rispetto alla tradizionale distinzione tra veicoli leggeri e veicoli pesanti ma anche rispetto all'età dei veicoli circolanti, è pertanto indispensabile.

Prima del 1992 non era obbligatorio, da parte degli stati membri della Comunità Europea, l'adozione delle prescrizioni normative che pure gli standard ECE – relativi agli autoveicoli a benzina - avevano definito seguendo le norme UN ECE R15 delle Nazioni Unite. Solo dopo il 1992 sono entrati in vigore gli standard EURO che gli stati membri hanno l'obbligo di adottare: questi hanno determinato miglioramenti sia dal punto di vista delle tecnologie costruttive sia dal punto di vista dei carburanti impiegati (benzine senza piombo o gasolio a ridotto contenuto di zolfo per la riduzione delle emissioni di particolati PM). Gli standard EURO II per gli autoveicoli a benzina, ad esempio, presentavano – rispetto agli EURO I - il 30% di riduzione in CO e il 55% in NO<sub>x</sub>. Gli standard più recenti (EURO V e EURO VI) sono stati definiti da Maggio 2007: EURO V è diventato obbligatorio dal 2010 (ma già da Luglio 2008 le Case automobilistiche possono omologare ed immatricolare automobili sia EURO IV che EURO V) e ha portato –relativamente agli autoveicoli a benzina – ad una riduzione del 25% degli NO<sub>x</sub> e ulteriori limiti sui particolati, mentre per gli autoveicoli diesel la riduzione sarà del 28% sugli NO<sub>x</sub> e dell'88% sui PM. L'entrata in vigore degli standard EURO VI è cominciata a partire dal 2015. Gli standard EURO VI si pongono inoltre obiettivi di riduzione a lungo

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis. di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006  
 " Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "  
**All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA**

termine anche oltre il 2021, soprattutto per quanto riguarda le emissioni di alcuni inquinanti particolarmente impattanti per la salute dell'uomo e l'ambiente, quali gli ossidi di azoto.

Gli obblighi di immatricolazione, in riferimento alle direttive dell'Unione Europea, sono riportati nelle tabelle TR.1 e TR.2. I veicoli sono suddivisi per categoria, alimentazione e per una specifica caratteristica di potenza - la cilindrata per le autovetture ed i motocicli, il peso per i veicoli merci, il numero di posti per gli autobus - e classificati secondo criteri che ricalcano i periodi di conformità obbligatoria alle Direttive promulgate dall'UE, che nel tempo hanno ridotto i limiti massimi delle emissioni degli scarichi in fase di omologazione.

<b>Autovetture benzina</b>			
PRE ECE	Fino al 1971		
ECE 15 / 00 – 01	Dal 1972 al 1977		
ECE 15/02	Dal 1978 al 1980		
ECE 15/03	Dal 1981 al 1985		
ECE 15/04	Dal 1985 al 1992		
91/441/EEC (EURO I)	Dal 1992 al 1996		
94/12/EC (EURO II)	Dal 1996 al 2000		
98/69/EC (EURO III)	Dal 2000 al 2005		
98/69/EC (EURO IV)	Dal 2005		
EC 715/2007 EURO V	Dal 2008		
EC 715/2007 EURO VI	Dal 2014		
VI			
EURO VI (2017-2020)	Dal 2017		
EURO VI (2020+)	Dal 2020		

<b>Diesel &amp; GPL</b>			
Convenzionali	Fino al 1992		
91/441/EEC (EURO I)	Dal 1992 al 1996		
94/12/EC (EURO II)	1996 al 2000		
98/69/EC (EURO III)	Dal 2000 al 2005		
98/69/EC (EURO IV)	Dal 2005		
EC 715/2007 EURO V	Dal 2008		
EC 715/2007 EURO VI	Dal 2014		
EURO VI (2017-2020)	Dal 2017		
EURO VI (2020+)	Dal 2020		

Tabella TR.1 Limiti di validità delle normative richiamate - autoveicoli

<b>Commerciali leggeri</b>		<b>Commerciali pesanti</b>	
Convenzionali	Fino al 1993	Convenzionali	Fino al 1992
93/59/EEC (EURO I)	dal 1993 al 1997	EURO I - 91/542/EEC	Dal 1992 al 1995
96/69 EC (EURO II)	dal 1997 al 2001	(stage I)	
98/69/EC (EURO III)	Dal 2001 al 2006	EURO II - 91/542/EEC	Dal 1996 al 2000
98/69/EC (EURO IV)	Dal 2006	(stage II)	
EC 715/2007 EURO V	Dal 2008	EURO III -	Standard 2000
EC 715/2007 EURO VI	Dal 2017	1999/96/EC stage I	
EURO VI	2018-2021	EURO IV - 1999/96/EC	Standard 2005
EURO VI	2021+	stage II	
		EURO V - 1999/96/EC	Standard 2008
		stage III	
		EURO VI	Dal 2013

Tabella TR.2 Limiti di validità delle normative richiamate – veicoli commerciali

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotonda di Capalle "

**All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA**

---

La fonte principale di informazione relativa alla composizione del parco veicolare in Italia sia a livello nazionale che regionale è costituita dai dati raccolti ed elaborati dall' ACI (Automobile Club d'Italia). In particolare i dati più recentemente elaborati sono rappresentati dall' "Autoritratto 2019" (statistiche relative al parco veicolare italiano al 31/12). I dati di composizione del parco veicolare del 2019 si trovano già elaborati per tener conto della composizione per tipologia di veicoli, alimentazione, età e taglia congruente con le classi definite dalla normativa europea, e della metodologia COPERT che abbiamo adottato in questo studio (versione 2018) per la definizione dei fattori di emissione dei mezzi corrispondenti al parco veicolare.

Ai fini di questo studio si è considerata la sola composizione del parco veicolare della Regione Toscana. Per una completa caratterizzazione dei parchi veicolari utilizzando le categorie definite dal modello COPERT si sono fatte ulteriori considerazioni che vengono qui riassunte:

- nel censimento ACI del 2019 gli autoveicoli prodotti prima dell'introduzione degli standard EURO I sono classificati come EURO 0: la suddivisione di questi ultimi secondo gli standard da PRE ECE a ECE 15/04, per la caratterizzazione delle emissioni dei veicoli più anziani (che comunque hanno una bassa influenza percentuale sul totale) si è fatto riferimento ad una media tra le classi;
- non sono stati considerati i veicoli classificati alle voci "Non contemplato" e "Non identificato".

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "

### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	n.c.	n.i.	totale
BENZINA	Fino a 1400	103.393	20.460	87.317	118.154	264.624	149.542	243.474		964	<b>987.928</b>
	1401 - 2000	27.829	10.784	24.428	15.870	34.361	13.531	26.356		179	<b>153.338</b>
	Oltre 2000	5.957	1.334	2.121	1.765	3.460	1.024	3.105		33	<b>18.799</b>
	Non definito	28		1			1				<b>30</b>
BENZINA Totale		137.207	32.578	113.867	135.789	302.445	164.098	272.935		1.176	<b>1.160.095</b>
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	4.069	603	2.094	2.503	38.018	29.763	47.849		5	<b>124.904</b>
	1401 - 2000	4.587	1.575	2.927	1.785	8.241	6.550	7.162		10	<b>32.837</b>
	Oltre 2000	501	172	319	284	774	47	21		2	<b>2.120</b>
	Non definito	1		1	1						<b>3</b>
BENZ. GAS LIQ. Totale		9.158	2.350	5.341	4.573	47.033	36.360	55.032		17	<b>159.864</b>
BENZINA E METANO	Fino a 1400	1.742	374	1.605	1.385	19.159	26.786	23.631		2	<b>74.684</b>
	1401 - 2000	1.167	498	1.202	1.321	5.435	736	1.403			<b>11.762</b>
	Oltre 2000	71	33	54	26	199	28	7			<b>418</b>
	Non definito	1									<b>1</b>
BENZ. E MET. Totale		2.981	905	2.861	2.732	24.793	27.550	25.041		2	<b>86.865</b>
GASOLIO	Fino a 1400	1.865	86	115	17.584	78.288	61.503	47.355		2	<b>206.798</b>
	1401 - 2000	10.566	2.288	17.602	71.555	142.228	184.541	381.826		6	<b>810.612</b>
	Oltre 2000	9.129	3.542	13.607	24.145	27.145	21.186	33.290		5	<b>132.049</b>
GASOLIO Totale		21.560	5.916	31.324	113.284	247.661	267.230	462.471		13	<b>1.149.459</b>
ELETTRICITA	Non contemplato								2.812		<b>2.812</b>
ELETTRICITA Totale									2.812		<b>2.812</b>
IBRIDO BENZINA	Fino a 1400					31	297	1.320			<b>1.648</b>
	1401 - 2000					185	2.054	10.961			<b>13.200</b>
	Oltre 2000					97	84	2.257		1	<b>2.439</b>
	Non definito							1			<b>1</b>
IBRIDO BENZ. Totale						313	2.435	14.539		1	<b>17.288</b>
IBRIDO GASOLIO	1401 - 2000						81	974			<b>1.055</b>
	Oltre 2000						18	339			<b>357</b>
IBR. GAS. Totale							99	1.313			<b>1.412</b>
ALTRE	Fino a 1400	45									<b>45</b>
ALTRE Totale		45									<b>45</b>
NON DEFINITO	Fino a 1400	24			1					10	<b>35</b>
	1401 - 2000	6				1					<b>7</b>
	Oltre 2000				1					1	<b>2</b>
	Non definito	19				2				13	<b>34</b>
NON DEF. Totale		49			2	3				24	<b>78</b>
TOTALE		171.000	41.749	153.393	256.380	622.248	497.772	831.331	2.812	1.233	<b>2.577.918</b>

Tabella TR.3 Composizione del **parco veicolare della Regione Toscana** (al 31/12/19) suddiviso per tipologia di veicoli: **autoveicoli**

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006  
 " Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "  
**All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA**

ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	n.c.	n.i.	totale
BENZINA	Fino a 3.5 t	3.200	1.087	2.633	2.735	2.782	1.261	4.252		61	<b>18.011</b>
	Non definito	301	11		1	1	1	4		4	<b>323</b>
BENZINA Totale		3.501	1.098	2.633	2.736	2.783	1.262	4.256		65	<b>18.334</b>
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 3.5 t	625	180	131	224	2.099	818	1.918		1	<b>5.996</b>
	Non definito	95	5		2			1			<b>103</b>
BENZ. GAS LIQ. Totale		720	185	131	226	2.099	818	1.919		1	<b>6.099</b>
BENZINA E METANO	Fino a 3.5 t	152	55	80	169	1.783	2.408	4.591		1	<b>9.239</b>
	Non definito	5						2			<b>7</b>
BENZ. E MET. Totale		157	55	80	169	1.783	2.408	4.593		1	<b>9.246</b>
GASOLIO	Fino a 3.5 t	22.533	14.106	30.819	50.009	48.630	50.567	64.658		21	<b>281.343</b>
	Non definito	2.179	189	7	11	4	25	60		3	<b>2.478</b>
GASOLIO Totale		24.712	14.295	30.826	50.020	48.634	50.592	64.718		24	<b>283.821</b>
ELETTRICITA	Non contemplato								1.003		<b>1.003</b>
ELETTRICITA Totale									1.003		<b>1.003</b>
IBRIDO BENZINA	Fino a 3.5 t	1			1		1	60			<b>63</b>
	Non definito							1			<b>1</b>
IBRIDO BENZ. Totale		1			1		1	61			<b>64</b>
IBRIDO GASOLIO	Fino a 3.5 t					3	1	33			<b>37</b>
IBR. GAS. Totale						3	1	33			<b>37</b>
ALTRE	Fino a 3.5 t	2	2								<b>4</b>
	Non definito	1									<b>1</b>
ALTRE Totale		3	2								<b>5</b>
NON DEFINITO	Fino a 3.5 t	2									<b>2</b>
	Non definito	1								1	<b>2</b>
NON DEF. Totale		3								1	<b>4</b>
<b>TOTALE</b>		<b>29.097</b>	<b>15.635</b>	<b>33.670</b>	<b>53.152</b>	<b>55.302</b>	<b>55.082</b>	<b>75.580</b>	<b>1.003</b>	<b>92</b>	<b>318.613</b>

Tabella TR.4 Composizione del **parco veicolare della Regione Toscana** (al 31/12/19) suddiviso per tipologia di veicoli: **veicoli industriali leggeri**

## Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006  
" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotatoria di Capalle "  
**All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA**

ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	n.d.	TOTALE
BENZINA	Oltre 3.5 t	13.431	3.288	7.612	10.488	2.568	7.100	5.724	93	<b>50.304</b>
<b>BENZINA Totale</b>		123	1	3	8	5		1	3	<b>144</b>
BENZINA E GAS LIQUIDO	Oltre 3.5 t	123	1	3	8	5		1	3	<b>144</b>
<b>BENZ. GAS LIQ. Totale</b>		21	3					2		<b>26</b>
BENZINA E METANO	Oltre 3.5 t	21	3					2		<b>26</b>
<b>BENZ. E MET. Totale</b>		2		1	5	2	23	65		<b>98</b>
GASOLIO	3.6 – 7.5	2		1	5	2	23	65		<b>98</b>
	3.6 – 7.5	3.226	625	1.332	2.023	960	1.189	1.255	29	<b>10.639</b>
	7.6 - 12	2.614	639	1.196	1.564	267	751	464	12	<b>7.507</b>
	12.1 - 14	534	53	91	198	56	173	89	6	<b>1.200</b>
	14.1 -20	1.169	356	892	1.271	219	806	643	15	<b>5.371</b>
	20.1 - 26	1.601	414	1.092	1.497	182	1.367	1.068	6	<b>7.227</b>
	26.1 - 28	13		1	3		1	40		<b>58</b>
	28.1- 32	18	44	268	616	105	423	231		<b>1.705</b>
	Oltre 32 t	61	14	37	39	13	52	36	1	<b>253</b>
<b>GASOLIO Totale</b>		9.236	2.145	4.909	7.211	1.802	4.762	3.826	69	<b>33.960</b>
NON DEFINITO	3.6 – 7.5								1	<b>1</b>
	7.6 - 12								1	<b>1</b>
	12.1 - 14	1								<b>1</b>
	14.1 -20				1					<b>1</b>
<b>NON DEF. Totale</b>		1			1				2	<b>4</b>
<b>TOTALE</b>		9.383	2.149	4.913	7.225	1.809	4.785	3.894	74	<b>34.232</b>

Tabella TR.5 Composizione del **parco veicolare della Regione Toscana** (al 31/12/19) suddiviso per tipologia di veicoli: **veicoli industriali pesanti**

FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	n.c.	n.d.	TOTALE
<b>Fino a 125</b>	54.247	18.466	12.307	57.959	22.027		268	<b>165.274</b>
<b>126 - 250</b>	30.036	26.458	25.169	63.274	10.482		121	<b>155.540</b>
<b>251 - 750</b>	43.575	15.315	24.485	61.902	23.441		67	<b>168.785</b>
<b>Oltre 750</b>	11.566	10.203	8.147	26.915	10.293		2	<b>67.126</b>
<b>Non contemplato</b>						288		<b>288</b>
<b>Non definito</b>	142		1				29	<b>172</b>
<b>TOTALE</b>	139.566	70.442	70.109	210.050	66.243	288	487	<b>557.185</b>

Tabella TR.6 Composizione del **parco veicolare della Regione Toscana** (al 31/12/19) suddiviso per tipologia di veicoli: **motocicli**

### Studio Preliminare Ambientale

Secondo l'Allegato IV bis, di cui all'Art.19 D.L.G.S. n.152 del 3 aprile 2006

" Prolungamento della Circonvallazione Sud da Via Barberinese alla nuova rotonda di Capalle "

#### All.04.Rel – RELAZIONE SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

USO	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	n.c.	n.d.	TOTALE
<b>Noleggio</b>	120	47	186	257	164	288	578			<b>1.640</b>
<b>Privato</b>	170	68	199	232	116	82	91		5	<b>963</b>
<b>Pubblico</b>	120	39	560	870	81	501	809		1	<b>2.981</b>
<b>Altri usi</b>	19	3	12	3	1					<b>38</b>
<b>Non contemplato</b>								46		<b>46</b>
<b>TOTALE</b>	429	157	957	1.362	362	871	1.478	46	6	<b>5.668</b>

Tabella TR.7 Composizione del **parco veicolare della Regione Toscana** (al 31/12/19) suddiviso per tipologia di veicoli: **autobus**