

PROPONENTE



# MASTER PLAN 2014-2029

## AEROPORTO AMERIGO VESPUCCI FIRENZE

### STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



#### sede di CARRARA

Via Frassina, 21  
54033 CARRARA (MS)  
Tel. 0585.855624  
Fax 0585.855617

#### sede di FIRENZE

Via di Soffiano, 15  
50143 FIRENZE (FI)  
Tel. 055.7399056  
Fax 055.713444

RESPONSABILE PROGETTO E COORDINATORE TECNICO:  
**Ing. Lorenzo TENERANI**

NOME ELABORATO

Verifica su modello numerico dell'inquinamento atmosferico  
e valutazione del rischio

CODICE ELABORATO

# VIS-GEN-REL-002

Codice elaborato				VIS-GEN-REL-002		Scala		-
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato / Data
A	Emissione per VIA	F. Tamburini	Feb 2015	L.Tenerani	Feb 2015	L.Tenerani	Feb 2015	Adf - V. D'arienzo

## INDICE

1	SOMMARIO.....	2
2	Metodologia .....	3
3	SCENARIO EMISSIVO.....	4
3.1	Aerostazione Peretola Amerigo Vespucci .....	4
3.1.1	Inquinanti considerati.....	4
3.1.2	Scenari considerati e dati input .....	5
3.2	Traffico autoveicolare .....	12
3.2.1	Emissioni Da Traffico.....	13
3.3	Impianto di Termovalorizzazione dei Rifiuti.....	23
4	Modellistica Diffusionale.....	25
4.1	Approccio Metodologico .....	25
4.2	Area di Studio .....	26
4.3	Scelta Del Modello Matematico .....	27
4.4	Configurazione del codice di dispersione .....	28
4.1	Caratterizzazione meteorologica.....	29
4.1.1	Regime anemologico .....	29
4.1.2	Calcolo dei parametri micrometeorologici per la dispersione .....	29
5	RISULTATI delle SIMULAZIONI .....	31
5.1	Popolazione Esposta .....	32
5.1.1	Risultati di esposizione per tutte le sorgenti emissive .....	33
5.1.1	Risultati di esposizione per le sorgenti dell'aeroporto di Firenze .....	36
5.2	Recettori Discreti .....	38
6	Valutazione del rischio.....	41
6.1	Valutazione rischio – sostanze cancerogene.....	42
6.2	Valutazione rischio sostanze pericolose (tossici non cancerogeni) .....	46
6.3	Conclusioni .....	50

## 2 SOMMARIO

Nel presente documento sono riportati i risultati relativi all'analisi di rischio sanitario, condotta conformemente ad approcci metodologici consolidati, relativamente alle emissioni in atmosfera derivanti dall'esercizio dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Peretola a Firenze nella sua configurazione di progetto. In risposta a quanto richiesto dagli organi preposti si è provveduto a valutare l'eventuale impatto sulla salute della popolazione prodotto dall'opera in progetto che viene percepita come rilevante su scala regionale.

La valutazione è stata effettuata relativamente alla via di esposizione inalatoria, in relazione tanto agli agenti cancerogeni che agli effetti cronici per le sostanze pericolose, tenendo in considerazione tutte le possibili sorgenti emissive determinate dall'esercizio della aerostazione di Peretola e dall'operatività dei velivoli considerato i cicli LTO oltre che a tutte le sorgenti di emissione indirettamente condizionate dall'opera stessa quali ad esempio il traffico indotto.

L'analisi modellistica è stata condotta utilizzando un modello a dispersione a puff non stazionario, Calpuff Model System, ed ha riguardato l'anno 2010 valutato come significativo per la redazione dello studio meteorodiffusionale contenuto nello SIA.

I risultati delle modellazioni condotte con il modello a dispersione Calpuff hanno permesso di valutare l'impatto diretto ed indiretto delle emissioni dell'aeroporto nella sua configurazione di esercizio relativa agli scenari progettuali in relazione all'impatto delle altre sorgenti presenti sul territorio e che hanno una relazione con l'opera in esame (viabilità stradale e termovalorizzatore di Firenze).

Sono state identificate le sostanze, da includere nella valutazione per i loro potenziali effetti negativi per la salute umana: metalli (Arsenico, Cadmio), gas come ossidi di azoto e particolato PM10.

La valutazione del rischio cancerogeno inalatorio legato all'esercizio dell'opera in progetto è stata condotta applicando procedure di provata validità. L'analisi condotta ha evidenziato come il rischio cancerogeno totale per via inalatoria risulti essere nei centri abitati inferiore di due ordini di grandezza ( $<10^{-6}$ ) rispetto al limite identificato come valore di rischio accettabile

Sulla base delle informazioni ottenute e delle risultanze dell'analisi modellistica si può concludere che l'impatto dell'esercizio dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Peretola non risulta significativo rispetto al rischio per la salute umana per l'area studiata.

### 3 METODOLOGIA

La metodologia utilizzata in questo studio specialistico si avvale di una valutazione di impatto tossicologico delle emissioni considerate, attraverso una analisi modellistica attraverso la quale si calcolano le concentrazioni in atmosfera degli inquinanti di interesse ed ai relativi livelli di esposizione della popolazione ed una successiva applicazione di coefficienti per la stima dei possibili effetti sanitari.

Nel presente studio si è analizzata la linea di risk assessment, utilizzando procedure standardizzate di US EPA (Agenzia Protezione Ambientale degli USA), per arrivare a stime di impatto di tipo quantitativo. In particolare questo processo comprende quattro fasi: identificazione delle caratteristiche di pericolosità delle sostanze inquinanti in esame, valutazione dell'esposizione, valutazione dei rapporti dose-risposta, caratterizzazione del rischio.



*Figura 1 metodologia analisi di rischio*

La dimensione quantitativa del rischio dipende dalla tossicità della sostanza contaminante presa in esame e dal livello di esposizione della popolazione. La stima del rischio considera le seguenti variabili:

- livello di esposizione;
- tasso di contatto, frequenza e durata di esposizione, peso corporeo;
- tempo medio per la stima dell'effetto.

La prima fase della procedura di risk assessment consiste nella identificazione degli agenti chimici di possibile interesse tossicologico e sanitario, selezionati in funzione delle emissioni caratteristiche del sito in oggetto.

Le curve dose-risposta caratterizzano le variazioni di effetto in funzione della dose o dell'esposizione e vengono utilizzate per definire le dosi minime efficaci (LOAEL – Lowest observable adverse effect level) e le dosi che risultano prive di effetto (NOEL – No observable effect level) o di effetto avverso (NOAEL – No observable adverse effect level) nel modello considerato (studi su animali di laboratori, studi in vitro) o direttamente nell'uomo (studi epidemiologici).

L'esposizione viene valutata attraverso l'analisi del rilascio di contaminanti e l'identificazione delle possibili vie per il loro ingresso nell'organismo.

Il processo di valutazione termina confrontando il valore di rischio calcolato con i criteri di accettabilità identificati. Per questo studio viene utilizzato, come criterio di accettabilità del rischio, per le sostanze non cancerogene il criterio di accettabilità coincide con il non superamento del valore di riferimento RfC ( $HI \leq 1$ ) mentre per le sostanze cancerogene si richiede che non vi sia più di un caso di tumore incrementale su 1.000.000 esposti (rischio <  $10^{-6}$ ).

## 4 SCENARIO EMISSIVO

### 4.1 AEROSTAZIONE PERETOLA AMERIGO VESPUCCI

Il nuovo Master Plan Aeroportuale definisce gli interventi strutturali e funzionali necessari allo sviluppo e all'ammodernamento dell'intero sistema aeroportuale dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze.

Per valutare l'impatto della nuova configurazione sull'atmosfera, è stato utilizzato EDMS 5.1.4.1 (Emissions and Dispersion Modeling System), un modello di simulazione utilizzabile per studiare il trasporto e la dispersione degli inquinanti in atmosfera realizzato all'inizio degli anni '90 dalla FAA (Federal Aviation Administration) in collaborazione con la USAF (U.S. Air Force).

La sua struttura prevede una serie di sottomodelli in grado di considerare e valutare le emissioni generate dalle sorgenti aeroportuali. Si possono distinguere due grossi moduli, uno relativo alla trattazione dei fenomeni di emissione (Emission Module) e l'altro relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera (Dispersion Module). Nel primo modulo avviene la stima della quantità e delle tipologie di inquinanti immesse in atmosfera da ogni singola sorgente. Una volta determinata la quantità di inquinante in atmosfera, il secondo modulo considera i processi fisici legati alle condizioni meteorologiche a cui ciascun inquinante è sottoposto e effettua una stima delle concentrazioni degli inquinanti nei siti indicati come recettori. Per applicare il modello è necessaria una dettagliata ricerca circa tutte le attività presenti all'interno del sedime aeroportuale che emettano particelle inquinanti, contribuendo in quantità più o meno significativa all'alterazione delle condizioni atmosferiche.

Utilizzando metodologie approvate dall'EPA, il primo modulo del programma fornisce, quindi, una panoramica delle emissioni prodotte dalle varie sorgenti presenti in una struttura aeroportuale, quali gli aeromobili e tutti i veicoli a motore, ed una serie di sorgenti stazionarie come le centrali termiche o i serbatoi di carburante.

Il secondo modulo del software viene utilizzato per stimare la dispersione degli inquinanti; per effettuare questa stima EDMS necessita di informazioni sui dati meteorologici caratterizzanti il sito e di informazioni sull'orografia della zona. In dettaglio EDMS utilizza il modello AERMOD, modello di dispersione degli inquinanti sviluppato dall'EPA, e CALMET, preprocessore meteorologico di AERMOD, per restituire, in formato di testo, i valori delle concentrazioni degli inquinanti nell'area studiata. Una volta catalogate le sorgenti inquinanti ed affiancate ad esse le informazioni topografiche e meteorologiche del sito, raccolte nello stesso periodo temporale, il modello fornisce le concentrazioni medie orarie dei singoli inquinanti previste in corrispondenza di recettori precedentemente definiti.

#### 4.1.1 Inquinanti considerati

Il modello EDMS include nell'elaborazione diverse tipologie di inquinanti, caratteristici dell'inquinamento aeroportuale. Gli inquinanti presenti nel modello sono i seguenti:

- Ossidi di Zolfo
- Biossido di Azoto
- Ossidi di Azoto
- PM10
- PM2.5
- Benzene
- Formaldeide
- Monossido di Carbonio
- Anidride carbonica
- Metalli pesanti quali As, Cd, Pb

#### 4.1.2 Scenari considerati e dati input

La simulazione per il calcolo delle emissioni è stata svolta considerando tre diversi scenari:

1. scenario attuale 2014;
2. scenario al 2018: anno di entrata in esercizio della nuova pista di volo;
3. scenario al 2029: anno in cui si prevede il consolidamento dell'offerta aeroportuale.

Nel Masterplan di progetto vengono riportati, per gli anni relativi agli scenari considerati, i movimenti/anno degli aerei.

Tabella 1 Movimenti aerei previsti nel periodo 2014 -2029

Scenario Medio (B)	Movimenti/anno	Passeggeri/anno
2014	32.774	2.112.435
2018	32.280	2.624.763
2029	48.430	4.493.238

Il modello EDMS richiede l'inserimento di dati riguardanti tutte le attività che si svolgono all'interno dell'aeroporto in particolare la tipologia di aerei che utilizzano le piste ed i loro movimenti annui, il traffico stradale e l'utilizzo dei parcheggi, le sorgenti stazionarie eventualmente presenti nell'aeroporto e le operazioni di assistenza svolte dai mezzi a terra.

##### 4.1.2.1 Layout aeroportuale

Il modello EDMS richiede l'introduzione delle coordinate di ogni singola sorgente in modo da costruire una piantina in scala del sedime studiato. Per simulare la dispersione degli inquinanti è stato quindi necessario digitalizzare la planimetria dell'aeroporto e definire tutte le coordinate dei punti riferiti alle sorgenti emissive dell'aeroporto rispetto ad un asse cartesiano con origine in un punto di riferimento. Il modello dell'aerostazione per la fase di Attualità 2014, Masterplan 2018 e 2029 sono mostrati per come approcciati nella relazione tecnica inerente lo studio diffusionale e valutazione d'impatto sulla qualità dell'aria parte dello SIA.

##### 4.1.2.2 Attività Aeromobili

Il modello richiede l'inserimento delle caratteristiche degli aeromobili considerati nella simulazione. Per ogni aereo EDMS richiede i seguenti input:

- Il modello, il tipo di aereo e il tipo di motore presente
- Il numero annuale di voli effettuato (cicli LTO – Landing-Takeoff)
- I profili operativi per ciascun quarto d'ora del giorno, per ogni giorno della settimana e per ogni mese dell'anno
- Il tempo richiesto per ogni fase operativa (Taxi Out, Takeoff, Climbout, Approach, Landing Roll, Taxi Inn)
- I mezzi a terra assegnati a ogni aeromobile

I dati relativi alle tipologie di aeromobile per lo stato attuale (anno 2014) sono stati forniti da AdF, mentre per i dati relativi ai due scenari futuri sono stati ricavati dal Masterplan. Nelle tabelle seguenti sono riportate le tipologie di aereo per i tre scenari e i movimenti/anno:



Tabella 2 Numero annuale di voli effettuato per ogni tipologia di aereo nell'anno 2014

Tipologia di aeromobili inseriti nel modello EDMS per lo stato attuale su base dati 2014	Cicli LTO
A318	1251
A319	2744
A320	6
A321	
ATR 42-500	117
ATR 72-200	29
A109	122
B737	81
Augusta	6
Avro RJ85	5
B462	6
B463	4
B717	337
B721	4
BE36	5
BE40	18
BE58	4
Beechcraft 60 Duke	4
Beechcraft 90 King Air	34
BK17	4
Boing MD-87	4
BOMBARDIER 415	4
BOMBARDIER CRJ - 900	5
C10T	4
C172	172
C182	4
C210	4
C340	8
C441	4
C500	8
C525	271
C550	82
C559	15
C560	281
C650	13
C680	47
C750	14
Cessna 150	4
Cessna 340	4
Cessna 525	149
CL31	44
CL60	128
CRJ2	18
D328	9
DA40	4
DA42	5
DH8D	948
E135	79
E145	4
E170	154
E175	582



Tipologia di aeromobili inseriti nel modello EDMS per lo stato attuale su base dati 2014	Cicli LTO
E190	2601
E195	1203
EA50	4
EADS Socata TBM-700	16
EMB 120 Brasilia	56
F100	52
F900	192
FA10	4
FA100	16
FA20	5
FA50	21
FA7X	41
FK70	21
G100	4
G-1159A Gulfstream 3	6
G150	12
G-4 Gulfstream G400	64
G-5 Gulfstream 5	129
GALX	102
GLF6	19
Hawker 800	156
Hawker 900	7
Hawker Hunter	4
Hawker-Beechcraft 4000	7
LET L-420 Turbolet	8
LJ31	11
LJ35	9
LJ40	13
LJ45	24
LJ60	6
M20-K	62
MCR4	4
NH50	5
P180	78
P46T	44
PA28	9
PA31	5
PA-31T-620 Cheyenne 2	12
PA34	6
PC12	55
PN68	4
Raytheon Beech 1900 C	64
Raytheon King Air 100	5
Raytheon Premier I	14
Raytheon Super King Air 300	81
RJ85	2125
Rockwell Commander 1121 Jet	21
Saab 340-B	440
SR20	6
SR22	15
SW4: Fairchild merlin III	8
TAMP	674

Tipologia di aeromobili inseriti nel modello EDMS per lo stato attuale su base dati 2014	Cicli LTO
Totale complessivo	16403

Di seguito si riportano, a titolo esemplificativo, alcuni tipi di aeromobili utilizzati nell'aeroporto di Peretola e inseriti nello studio.

Tabella 3 Numero annuale di voli previsti per tipologia di aereo nell'anno 2018 e 2029

Tipologia aeromobile	Cicli LTO	
	Anno 2018	Anno 2029
B737/800	2172	3503
A318	0	0
A319	6260	10098
A320	2172	3503
A321	1022	1648
B717	256	412
E175	0	0
E190	894	1442
E195	0	0
Challenger 600	673	722
Cessa 501	673	722
Cessna 560	673	722
HS-125	673	722
Piaggio P180	673	722
<b>TOTALE</b>	<b>16141</b>	<b>24216</b>

Per ogni aeromobile è stata indicata la pista di atterraggio e decollo ed i percorsi schematizzati per spostarsi dal gate alla pista e viceversa. Per quanto concerne l'utilizzo della pista, secondo quanto indicato da AdF, tale utilizzo è stato così formulato:

**Stato attuale anno 2014**

- 100% atterraggi per pista 05;
- 100% decolli per pista 23;
- Capacità massima movimenti/ora: 15 arrivi e partenze

**Scenario 2018**

- 100% atterraggi per pista 12;
- 100% decolli per pista 30;
- Capacità massima movimenti/ora: 21 arrivi e partenze

**Scenario 2029**

- 100% atterraggi per pista 12;
- 100% decolli per pista 30;
- Capacità massima movimenti/ora: 21 arrivi e partenze

Per quanto riguarda i profili operativi e i tempi richiesti dalle varie fasi operative, sono stati utilizzati i tempi calcolati da EDMS sulla base delle caratteristiche dell'aeromobile scelto e del tipo di pista.

#### 4.1.2.3 Mezzi a terra

I mezzi GSE (Ground Support Equipment) sono i mezzi che affiancano l'aereo dal momento dell'atterraggio fino al successivo decollo, come i mezzi di trasporto per l'imbarco dei passeggeri, i mezzi adibiti al carico e scarico merci, i rimorchiatori degli aeromobili che li guidano negli spostamenti, i deicers ecc...

EDMS richiede l'inserimento della tipologia di mezzo, dei tempi di utilizzo, dei profili operativi e richiede l'assegnazione dei gates in cui i mezzi operano. Con tali informazioni, il software ripartisce le emissioni dei mezzi nei gates relativi, in base al tempo di funzionamento e ai profili operativi.

Di seguito si riportano, a titolo esemplificativo alcune tipologie di mezzi a terra e di AuxiliaryPowerUnit.

I dati richiesti per tutti e tre gli scenari sono stati forniti da AdF. Di seguito sono riportate le ore/anno di utilizzo per ciascun mezzo per i tre scenari considerati:

**Tabella 4 Ore di impiego all'anno di ogni mezzo a terra per ciascuno scenario in esame**

Mezzi a terra (GSE)	2014	2018	2029
	Ore/anno	Ore/anno	Ore/anno
Mezzi interpista	8.194	8.070	12.108
Belt loader	2040	2.009	3.014
Baggage tractor	2040	2.009	3.014
Passenger stand	1.639	1.614	2.422
Cargo Loader	480	473	709
Air Start Unit	8	8	12
Aircraft Tractor	600	591	887
GPU	8.193	8.070	12107
Fuel truck	2.731	2.690	4.036
Cabin service truck	912	912	912
Catering	1.365	1.345	2.018
Water service	1.092	1.076	1.614
Deicing	17	17	17
Service truck	6.360	6.265	9.398
Service truck	1.680	1.655	2.482

#### 4.1.2.4 Parcheggi e traffico indotto

I parcheggi sono considerati sorgenti di emissione superficiale e per questo EDMS richiede l'inserimento, oltre che delle coordinate di tutti i parcheggi di partenza, anche dell'area e dell'eventuale altezza se si tratta di parcheggi multilivello. Altri dati fondamentali per il calcolo delle emissioni sono il numero di veicoli che transitano da ogni parcheggio annualmente, i profili operativi, la tipologia di veicoli, la velocità di transito e i fattori di emissione per i veicoli scelti.

I dati relativi alla caratterizzazione spaziale dei parcheggi sono stati forniti da AdF, il numero di veicoli annui è stato ricavato in base al numero di posti presenti in ciascun parcheggio, ipotizzando un utilizzo pari all'80%; per gli altri dati input sono stati scelti i dati di default forniti da EDMS, differenziando la tipologia di veicoli in base alla tipologia di parcheggio considerato (parcheggio autobus, parcheggio veicoli misti).

Tabella 5 Numero di veicoli che transitano da ogni parcheggio annualmente per ogni scenario in esame

	2014		2018		2029	
	N° posti auto	Movimenti/anno	N° posti auto	Movimenti/anno	N° posti auto	Movimenti/anno
<b>Parcheggi Visitatori</b>	912	547.354	1.764	1.166.248	2.569	2.297.456
<b>Parcheggi Addetti</b>	345	100.740	249	129.502	1.044	304.848

#### 4.1.2.5 Sorgenti stazionarie

Le sorgenti stazionarie presenti all'interno dell'area aeroportuale di Peretola, sono state identificate nelle centrali termiche alimentate a metano e nei serbatoi di carburante. Per quanto riguarda lo stato attuale al 2014, sono state inserite sette centrali termiche, per lo scenario al 2018 ne sono state inserite dieci. Lo scenario al 2029 non contempla centrali termiche, in quanto verrà utilizzato il teleriscaldamento. I dati relativi al diametro e all'altezza dei camini e alla temperatura dei fumi sono stati forniti da AdF. I dati inseriti nel modello relativi ai depositi di carburante sono stati invece ricavati dal Masterplan. I depositi presenti sono due, ubicati nell'area ovest dell'aeroporto, contengono rispettivamente carburante tipo AVGAS e tipo Jet1. Le caratteristiche dei depositi per ogni scenario sono riportate nella tabella seguente:

Tabella 6 Sorgenti stazionarie presenti all'interno dell'aeroporto Peretola

Edificio	Destinazione d'uso	Marca	Potenza Nominale ( Kw )	Tipologia	Tiraggio	Combustibile	Tipologia Evacuazione Fumi	Diam. Evacuazione Fumi ( mm )	Altezza da Solaio C.T. ( cm )
Ground Safety	Riscaldamento	Pensotti	27.5	Tradizionale		Metano G20	Camino Singolo	80	500
ENAC	Riscaldamento	Nd	200	Tradizionale	Forzato	Metano G20	Camino Singolo	250	600
VVFF	Riscaldamento	Nd	200	Tradizionale	Forzato	Metano G20	Camino Singolo	200	600
A. Partenze	Riscaldamento	RIELLO	151	Tradizionale	Forzato	Metano G20	Camino Singolo	200	600
A. Partenze	Riscaldamento	RIELLO	151	Tradizionale	Forzato	Metano G20	Camino Singolo	200	600
A. Arrivi/Partenze	Riscaldamento	ICI	400	Tradizionale	Forzato	Metano G20	Camino Singolo	250	450
A. Arrivi/Partenze	Riscaldamento	ICI	400	Tradizionale	Forzato	Metano G20	Camino Singolo	250	450
Nuova Aerostazione	Riscaldamento	ICI	511	Tradizionale	Forzato	Metano G20	Camino Singolo	250	400
Nuova Aerostazione	Riscaldamento	ICI	511	Tradizionale	Forzato	Metano G20	Camino Singolo	250	400
Nuova Aerostazione	Produzione ACS	ICI	50	Tradizionale	Forzato	Metano G20	Camino Singolo	180	400

Tabella 7 Litri di carburante stoccato nei depositi ubicati nell'area ovest dell'aeroporto per i tre scenari

	Litri di carburante stoccati		
	2014	2018	2029
<b>Serbatoio AVGAS</b>	60.000	80.000	80.000
<b>Serbatoio Jet1</b>	500.000	1.300.000	1.300.000

4.1.2.6 Stima delle Emissioni

In tabella sono riportate le emissioni aeroportuali totali stimate dal software EDMS per l'aeroporto di Peretola, espresse in tonnellate/anno, per lo stato attuale (2014) e per i due scenari di progetto considerati, 2018 e 2029.

Tabella 8 Emissioni totali per ciascun inquinante per gli scenari considerati

Anni	Movimenti /anno	Tonnellate/anno										
		CO	THC	NMHC	VOC	TOG	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	PM-10	PM-2.5	Formaldeide	Benzene
2014	32774	105,2	14,1	18,1	18,1	18,4	81,1	7,1	0,9	0,9	1,5	0,25
2018	32.280	135,8	14,6	18,4	18,3	18,6	83,5	8,6	1,1	1,1	1,5	0,25
2029	48.430	201,3	21,0	25,7	25,6	25,8	125,5	13,8	1,6	1,6	2,2	0,33

Come si può notare, le emissioni per il 2018 si mantengono sostanzialmente invariate rispetto al 2014, eccezione fatta per il CO, che passa da 105 tonnellate a 135. Questo aumento, come si evidenzia nella tabella seguente, può essere ricondotto alle emissioni derivate dal traffico aereo, che passano da circa 70 tonnellate nel 2014 a 106 nel 2018. Tale aumento, mantenendosi pressoché costante il numero di movimenti annui dal 2014 al 2018, è dovuto al cambiamento nel fleet-mix aeroportuale. Nel 2018, infatti, il mix di aerei previsti, adeguato alla nuova pista di volo, risulta formato da aerei di maggiore dimensione, che comportano un lieve aumento nelle emissioni di CO. Per quanto riguarda lo scenario al 2029, anno in cui il nuovo assetto strutturale sarà completamente a regime, le emissioni di tutti gli inquinanti risultano aumentate, a causa dell'aumento di traffico aereo e dell'aumento del traffico automobilistico nei parcheggi. Anche per il 2029, inoltre, il fleet mix ipotizzato prevede aerei di maggiore dimensioni.

4.2 TRAFFICO AUTOVEICOLARE

Il traffico veicolare è una delle principali sorgenti emmissive, riferendosi alla provincia di Firenze, per la maggior parte degli inquinanti allo studio della presente relazione. Pertanto le valutazioni oggetto di questa relazione prendono in considerazione, all'interno del dominio di calcolo, tutto il grafo stradale contenuto al fine di quantificare l'impatto diretto delle emissioni di gas e polveri sulla qualità dell'aria. Per fare questo, di seguito, si descrive la metodologia e la quantificazione dei fattori di pressione (emissioni inquinanti), determinati dall'attuale configurazione della rete viaria e dalle configurazioni previste per gli anni 2018 e 2029 volendo in questo modo tenere in considerazione tutte le possibili interazioni con l'opera allo studio dello SIA. Come base di dati per la ricostruzione dello scenario emissivo di progetto ed attuale si sono prese in considerazioni i seguenti riferimenti esplicitati in tabella seguente.

Tabella 9

Oggetto	Fonte
Flussi di traffico per le direttrici e tratti di strada considerati ed in progetto.	Studio Trasportistico MASTERPLAN 2014-2029
Parco veicolare dettagliato per tipologia di mezzo, categoria Euro, cilindrata etc.	Autoritratto ACI 2012
Parco veicolare dettagliato proiettato al 2018 e 2020	Questo studio
Fattori di emissione per inquinanti.	ISPRA , COPERT 4

In relazione alla disponibilità dei dati ed al loro dettaglio si è predisposto un approccio metodologico, rappresentato nella figura seguente, per mezzo del quale è stato possibile dapprima calcolare dei fattori di emissione specifici per il nostro progetto, in seguito valutare le emissioni totali dei vari inquinanti in base agli scenari di progetto acquisiti. Un importante risultato di questo studio è quello di aver potuto valutare le emissioni evitate dalla realizzazione dell'opera in questione.

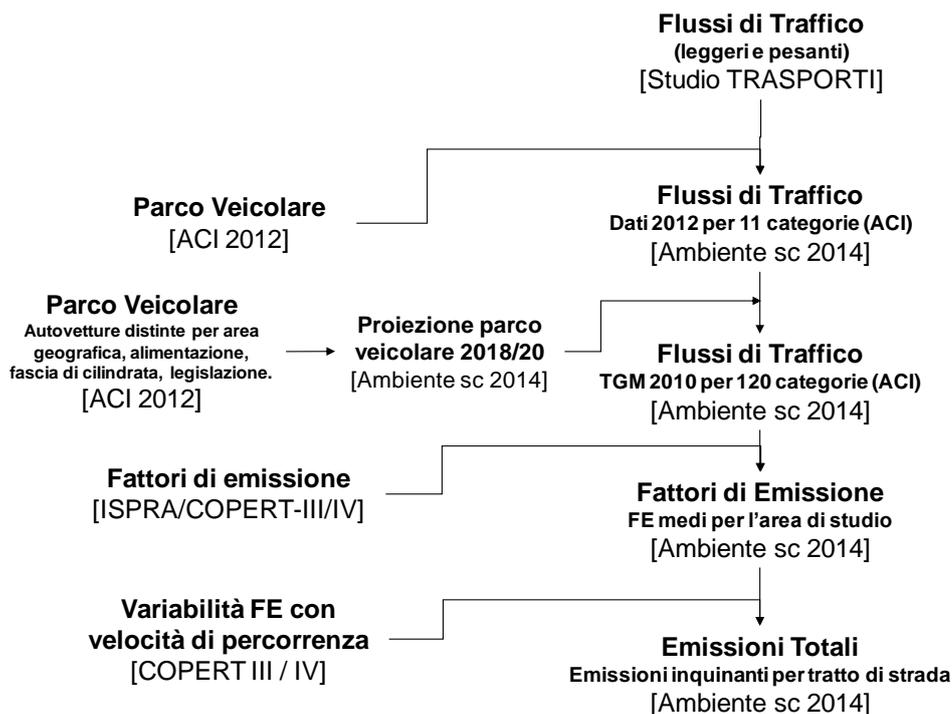


Figura 2 Schema riassuntivo dell'approccio metodologico usato per la stima delle emissioni da traffico.

### 4.2.1 Emissioni Da Traffico

In questo paragrafo si discute la valutazione delle emissioni totali di tutti gli inquinanti individuati come significativi per la valutazione del rischio sanitario. Il calcolo delle emissioni riguarda il dominio di calcolo selezionato e rappresentato in precedenza per gli archi di viabilità presi in considerazione unitamente ai dati di traffico, volumi di traffico dei mezzi LEGGERI e mezzi PESANTI sia giornalieri che diurni e notturni valutati dallo studio trasportistico. La scala temporale sulla quale sono rappresentati i risultati è quella di base oraria per mantenere l'approccio utilizzato dallo studio trasportistico sopra citato.

#### 4.2.1.1 Parco Veicolare

In questo lavoro si sono presi a riferimento le informazioni della base di dati ACI-AUTORITRATTO per l'anno 2013 per la disaggregazione dei flussi di traffico secondo i seguenti parametri, necessari per l'applicazione corretta dei fattori di emissione disponibili nelle banche dati internazionali:

- AUTOBUS
- AUTOCARRI TRASPORTO MERCI
- AUTOVEICOLI SPECIALI / SPECIFICI
- AUTOVETTURE
- MOTOCARRI E QUADRICICLI TRASPORTO MERCI
- MOTOCICLI
- MOTOVEICOLI E QUADRICICLI SPECIALI / SPECIFICI
- RIMORCHI E SEMIRIMORCHI SPECIALI / SPECIFICI
- RIMORCHI E SEMIRIMORCHI TRASPORTO MERCI
- TRATTORI STRADALI O MOTRICI
- ALTRI VEICOLI

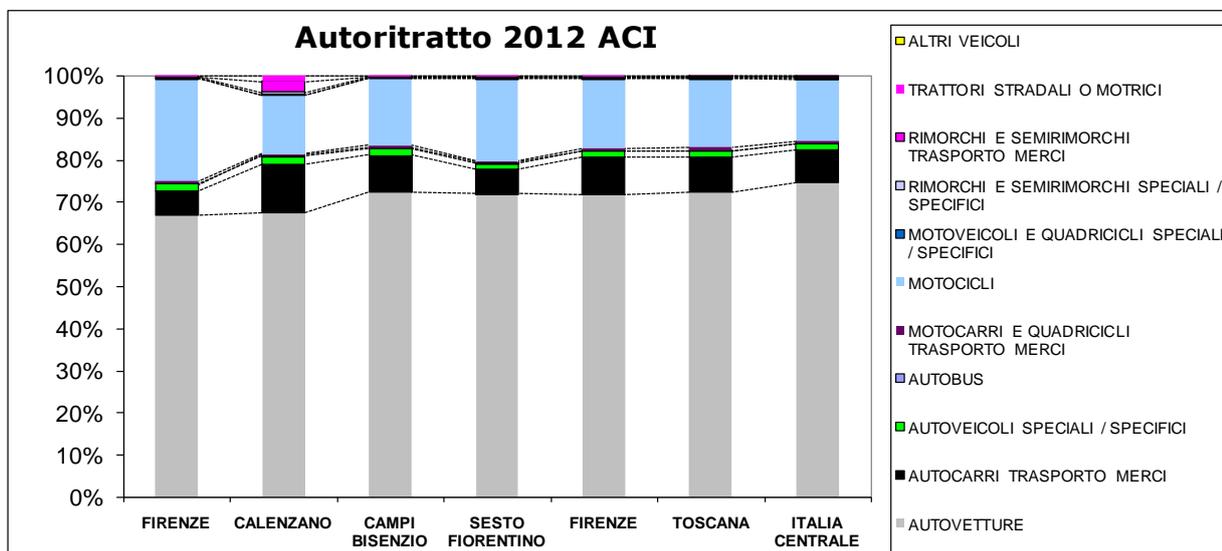


Figura 3 Confronto tra il parco veicolare comunale, provinciale (Firenze), regionale (Toscana) ed italiano (ITALIA CENTRALE), riferito all'anno 2012

Una prima valutazione tecnica per la disaggregazione dei dati di traffico ha riguardato, quindi, l'ambito territoriale da prendere a riferimento. Infatti, per la natura delle strade prese in considerazione, la loro localizzazione geografica e per i volumi di traffico rilevati è risultato maggiormente rappresentativa la base di dati riferita alla provincia di Toscana. A dimostrazione di quanto detto, dal grafico di figura precedente è possibile notare come la differenza di composizione percentuale del parco veicolare tra i comuni ed i vari territori presi in considerazione (provincia di Firenze, Regione Toscana ed Italia Centrale) siano da ritenersi trascurabili (differenze assoluta minore del 5%) mentre, è apprezzabilmente differente il parco veicolare dei vari comuni

ricompresi nell'area allo studio. In conclusione si è deciso di optare per l'utilizzo dei dati del comparto TOSCANA in quanto maggiormente rappresentativo della viabilità da considerare nel presente studio.

Nella tabella seguente è rappresentata la classificazione sopra citata in 36 classi in base a Settore, Combustibile, Tipo legislazione dell'immatricolazione, Periodo di riferimento del parco veicolare.

Tabella 10 Autovetture distinte per regione alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2012 [Autoritratto ACI]

REGIONE	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	nc	ni	TOTALE	
TOSCANA	benzina	Fino a 1400	118 924	42 542	197 866	207 719	371 491	116 802	138		327	1 055 809	
		1401 - 2000	30 577	16 598	50 125	32 772	57 709	15 288	38		100	203 207	
		Oltre 2000	6 107	1 596	2 922	2 981	6 451	1 504			18	21 579	
		Non identificato	26	1	3	3		1					34
	benzina totale		155 634	60 737	250 916	243 475	435 651	133 595	176		445	1 280 629	
	benzina o gas liquido	Fino a 1400	5 034	1 103	4 154	3 359	50 192	13 413				2	77 257
		1401 - 2000	5 299	2 450	5 840	3 126	11 023	2 207				2	29 947
		Oltre 2000	484	177	428	459	1 029	46				2	2 625
		Non identificato	4		1	2	1						8
	benzina o gas liquido totale		10 821	3 730	10 423	6 946	62 245	15 666				6	109 837
	benzina o metano	Fino a 1400	2 217	708	3 452	2 361	25 403	17 209				2	51 352
		1401 - 2000	1 485	858	3 013	3 137	8 648	473					17 614
		Oltre 2000	80	40	75	67	274	32					568
		Non identificato	1		1								2
	benzina o metano totale		3 783	1 606	6 541	5 565	34 325	17 714				2	69 536
	gasolio	Fino a 1400	1 907	119	252	31 140	123 846	41 623				1	198 888
		1401 - 2000	10 990	3 495	37 269	136 759	231 302	154 815	14			7	574 651
		Oltre 2000	9 730	4 479	19 949	41 106	47 184	22 809	573			8	145 838
		gasolio totale		22 627	8 093	57 470	209 005	402 332	219 247	587		16	919 377
	altre	Fino a 1400	2										2
		Non contemplato	115	1		6					11		133
		Non identificato							45				45
		altre totale		117	1	6			45		11		180
	dato non identificato	Fino a 1400	33			1						2	36
		1401 - 2000	5		1	1	1					1	9
		Oltre 2000	1										1
		Non identificato	20		2	1	4					13	40
	dato non identificato totale		59		3	3	5				16	86	
	<b>TOSCANA Totale</b>		193 041	74 167	325 353	465 000	934 558	386 267	763	11	485	2 379 645	

Tabella 11 Veicoli industriali leggeri distinti per regione alimentazione e tipologia. Anno 2012 [Autoritratto ACI]

REGIONE	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	nc	ni	TOTALE	
TOSCANA	benzina	Fino a 3,5	3 423	1 888	4 656	4 826	4 222	723			27	19 765	
		Non identificato	482	13		1	1	1			35	533	
	benzina totale		3 905	1 901	4 656	4 827	4 223	724			62	20 298	
	benzina o gas liquido	Non contemplato	808	231	196	316	2 677	238			78	4 544	
			808	231	196	316	2 677	238			78	4 544	
	benzina o metano	Non contemplato	136	82	146	291	3 353	2 207			43	6 258	
			136	82	146	291	3 353	2 207			43	6 258	
	gasolio	Fino a 3,5	28 278	18 529	42 223	69 744	78 384	15 462				11	252 631
		Non identificato	2 103	109	2	9	10	11				31	2 275
	gasolio totale		30 381	18 638	42 225	69 753	78 394	15 473				42	254 906
	altre	Non contemplato	243	1			1		2		112		359
			243	1			1		2		112		359
	dato non identificato	Fino a 3,5					4						4
		Non identificato		5								1	6
	dato non identificato totale			5			4					1	10
			5			4					1	10	
<b>TOSCANA Totale</b>			35 478	20 853	47 223	75 192	88 647	18 644		233	105	286 375	

Tabella 12 Veicoli industriali pesanti distinti per regione alimentazione e tipologia. Anno 2012 [Autoritratto ACI]

REGIONE	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	ni	TOTALE	
TOSCANA	BENZINA	Oltre 3,5	141	3	8	13	5	1			171	
			141	3	8	13	5	1			171	
	GASOLIO	03,6 - 7,5	4 135	845	1 755	2 540	1 195	584		2	8	11 064
		07,6 - 12	3 574	910	1 515	1 779	277	597		3	3	8 655
		12,1 - 14	735	64	94	227	47	137		1	1	1 305
		14,1 - 20	1 671	510	1 097	1 418	215	702		7	7	5 620
		20,1 - 26	2 312	633	1 570	1 915	225	1 228		5	5	7 888
		26,1 - 28	17	2		3						22
		28,1 - 32	37	73	411	877	145	443				1 986
		Oltre 32	102	18	51	53	9	49		1	1	283
	GASOLIO Totale		12 583	3 055	6 493	8 812	2 113	3 740		2	25	36 823
	DATO NON IDENTIFICATO	07,6 - 12									1	1
		14,1 - 20				1						1
	DATO NON IDENTIFICATO Totale					1					1	2
						1					1	2
<b>TOSCANA Totale</b>			12 724	3 058	6 501	8 826	2 118	3 741		2	26	36 996

Tabella 13 Trattori stradali distinti per regione alimentazione e tipologia. Anno 2012 [Autoritratto ACI].

REGIONE	ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	ni	TOTALE	
TOSCANA	BENZINA	fino a 14	3								3	
		14,1 - 20	1		1						2	
		Non identificato	5								5	
	BENZINA Totale		9		1						10	
	BENZINA O GAS LIQUIDO	14,1 - 20				1						1
		BENZINA O GAS LIQUIDO Totale				1						1
	GASOLIO	fino a 14	272	2	6	22	3	1			3	309
		14,1 - 20	321	198	1 016	2 076	255	1 797				5 663
		20,1 - 28	41	4	38	87	31	66				267
		28,1 - 34	1		3	1	1	2				8
		34,1 - 40	6	3	6	7	3	2				27
		40,1 - 50	2		3	15	2	15				37
	GASOLIO Totale	Non identificato	291	2	1			15			4	313
	ALTRE	fino a 14							2			2
		14,1 - 20					1					1
ALTRE Totale						1		2			3	
DATO NON IDENTIFICATO	14,1 - 20				1	4					5	
DATO NON IDENTIFICATO Totale					1	4					5	
<b>TOSCANA Totale</b>			943	209	1 076	2 213	295	1 900		7	6 643	

Tabella 14 Autobus distinti per regione e uso. Anno 2012 [Autoritratto ACI].

REGIONE	USO	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	ni	TOTALE
TOSCANA	Noleggio	248	109	250	323	174	169		1	1 274
	Privato	433	137	266	270	120	60		4	1 290
	Pubblico	414	268	957	857	103	455		1	3 055
	Altri usi	24	4	10	6					
<b>TOSCANA Totale</b>		1 119	518	1 483	1 456	397	684		1 5	5 663

#### 4.2.1.2 Proiezione del parco veicolare all'anno 2018

In relazione agli anni in cui si vogliono valutare gli impatti sulla componente aria, nasce la necessità di valutare la proiezione del parco veicolare dall'anno 2012, base di riferimento dei dati a disposizione, all'anno 2020 base di riferimento per le simulazioni modellistiche.

In sintesi passando dalla situazione registrata al 2012 alla stima prevista per il 2020 si è può ipotizzare la seguente evoluzione del parco circolante:

##### Auto benzina, diesel, GPL:

- Euro 0: riduzione del 90%
- Euro 1: riduzione del 75%
- Euro 2: riduzione del 35%

- Euro 3: nessuna variazione
- Euro 4: nessuna variazione
- Euro 5: nessuna variazione

Il 33% dei veicoli dismessi sono stati sostituiti con veicoli Euro 4 e il 66% con veicoli Euro 5.

Commerciali benzina, diesel fino a 3.5 tonnellate:

- Euro 0: riduzione del 90%
- Euro 1: riduzione del 75%
- Euro 2: riduzione del 35%
- Euro 3: riduzione del 10%
- Euro 4: nessuna variazione
- Euro 5: nessuna variazione

Il 33% dei veicoli dismessi sono stati sostituiti con veicoli Euro 4 e il 66% con veicoli Euro 5.

Commerciali diesel (3.5 t- 7.5 t):

- Euro 0: riduzione del 90%
- Euro 1: riduzione del 75%
- Euro 2: riduzione del 35%
- Euro 3: riduzione del 10%
- Euro 4: nessuna variazione
- Euro 5: nessuna variazione

Il 33% dei veicoli dismessi sono stati sostituiti con veicoli Euro 4 e il 66% con veicoli Euro 5.

Autocarri, autotreni diesel superiori a 7.5 tonnellate:

- Euro 0: riduzione del 90%
- Euro 1: riduzione del 75%
- Euro 2: riduzione del 35%
- Euro 3: riduzione del 20%
- Euro 4: nessuna variazione
- Euro 5: nessuna variazione

Il 33% dei veicoli dismessi sono stati sostituiti con veicoli Euro 4 e il 66% con veicoli Euro 5.

Autobus:

- Euro 0: riduzione del 90%
- Euro 1: riduzione del 75%
- Euro 2: riduzione del 35%
- Euro 3: riduzione del 20%
- Euro 4: nessuna variazione
- Euro 5: nessuna variazione

Il 33% dei veicoli dismessi sono stati sostituiti con veicoli Euro 4 e il 66% con veicoli Euro 5.

#### 4.2.1.3 Proiezione del parco veicolare all'anno 2029

In relazione agli anni in cui si vogliono valutare gli impatti sulla componente aria, nasce la necessità di valutare la proiezione del parco veicolare dall'anno 2012, base di riferimento dei dati a disposizione, all'anno 2029 base di riferimento per le simulazioni modellistiche. In sintesi passando dalla situazione registrata al 2012 alla stima prevista per il 2029 si può ipotizzare la seguente evoluzione del parco circolante:

##### Auto benzina, diesel, GPL:

- Euro 0: riduzione del 100%
- Euro 1: riduzione del 90%
- Euro 2: riduzione del 80%
- Euro 3: riduzione del 45%
- Euro 4: riduzione del 10%

Le auto dismesse sono state sostituite nelle ipotesi di lavoro tutte con auto Euro 5.

##### Commerciali benzina, diesel fino a 3.5 tonnellate:

- Euro 0: riduzione del 100%
- Euro 1: riduzione del 95%
- Euro 2: riduzione del 85%
- Euro 3: riduzione del 45%
- Euro 4: riduzione del 10%

I veicoli dismessi sono stati sostituiti con veicoli Euro 5.

##### Commerciali diesel (3.5 t- 7.5 t):

- Euro 0: riduzione del 100%
- Euro 1: riduzione del 95%
- Euro 2: riduzione del 85%
- Euro 3: riduzione del 45%
- Euro 4: riduzione del 20%

Il 10% dei veicoli dismessi sono stati sostituiti con veicoli Euro 4 e il 90% con veicoli Euro 5.

##### Autocarri, autotreni diesel superiori a 7.5 tonnellate:

- Euro 0: riduzione del 100%
- Euro 1: riduzione del 95%
- Euro 2: riduzione del 85%
- Euro 3: riduzione del 45%
- Euro 4: riduzione del 20%

Il 10% dei veicoli dismessi sono stati sostituiti con veicoli Euro 4 e il 90% con veicoli Euro 5.

##### Autobus:

- Euro 0: riduzione del 100%
- Euro 1: riduzione del 95%
- Euro 2: riduzione del 85%
- Euro 3: riduzione del 45%
- Euro 4: riduzione del 20%

Il 10% dei veicoli dismessi sono stati sostituiti con veicoli Euro 4 e il 90% con veicoli Euro 5.

Per il calcolo delle emissioni che verrà svolto, una volta definito lo scenario di progetto, nel seguente paragrafo saranno applicati, come coefficienti moltiplicativi ai dati di traffico, i coefficienti percentuali di disaggregazione individuate per le classi elaborate e mostrate nella tabella precedente.

#### **4.2.1.4 Flussi di traffico**

I dati riportati nello Studio Trasportistico del MASTERPLAN fanno riferimento ai tronchi viari rappresentati nelle tavole di inquadramento allegate alla presente relazione.

I dati per tutte le sezioni individuate ed i relativi tronchi viari sono rappresentati in base ai parametri sia di volume orario di traffico giornaliero sull'arco delle 24 ore. Per ognuno degli archi viari è disponibile il dato per le classi di veicoli LEGGERI e PESANTI, in quanto lo studio trasportistico ha valutato esclusivamente queste due categorie di autoveicoli. I dati di traffico contenuti nello studio trasportistico contengono la disaggregazione oraria, strada per strada, dei volumi di traffico ad essa associata.

Le emissioni in termini di kg/per veicolo per km di tratto stradale sono state calcolate prendendo a riferimento tutti i tronchi/archi viari considerati nello studio citato e compresi nel dominio di calcolo individuato. In questo modo, è stato possibile stimare le emissioni totali da traffico nel dominio in esame che sono state successivamente utilizzate nella configurazione del codice CALPUFF per la valutazione dell'impatto di queste sulla qualità dell'aria per tutti gli scenari di simulazione.

#### **4.2.1.5 Fattori di emissioni**

Per la valutazione delle emissioni, si sono utilizzati i fattori di emissione disponibili nella base di dati ISPRA – APAT, e quelli del progetto COPERT III/IV. Partendo da questa base di dati, riportata in tabella seguente, nel presente studio si è considerata la disaggregazione dei flussi di traffico così come individuata nel paragrafo precedente e si sono calcolati i fattori di emissione caratteristici delle classi di veicoli disponibili nello studio trasportistico cioè i mezzi LEGGERI e PESANTI per i quali sono disponibili i dati di flusso di veicoli su base oraria per singolo arco viario.



STUDIO TOSCANA	Settore	Comb.	fascia	Tipo legis.	Periodo	ACI 2012	ACI 2012
						ITA NW n°	ITA NW %
LEGGERI	Automobili	benzina	Fino a 1400	Euro 0	< 01/1993	26556	3.59%
	Automobili	benzina		Euro I	da 01/01/1993 a 31/12/1996	9458	1.28%
	Automobili	benzina		Euro II	da 01/01/1997 a 31/12/2000	47780	6.47%
	Automobili	benzina		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	52095	7.05%
	Automobili	benzina		Euro IV	da 01/01/2005	102651	13.89%
	Automobili	benzina		Euro V		36329	4.92%
	Automobili	benzina	1401 - 2000	Euro 0	< 01/1993	7182	0.97%
	Automobili	benzina		Euro I	da 01/01/1993 a 31/12/1996	3834	0.52%
	Automobili	benzina		Euro II	da 01/01/1997 a 31/12/2000	13391	1.81%
	Automobili	benzina		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	9362	1.27%
	Automobili	benzina		Euro IV	da 01/01/2005	17818	2.41%
	Automobili	benzina		Euro V		4951	0.67%
	Automobili	benzina	Oltre 2000	Euro 0	< 01/1993	1761	0.24%
	Automobili	benzina		Euro I	da 01/01/1993 a 31/12/1996	420	0.06%
	Automobili	benzina		Euro II	da 01/01/1997 a 31/12/2000	814	0.11%
	Automobili	benzina		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	866	0.12%
	Automobili	benzina		Euro IV	da 01/01/2005	1932	0.26%
	Automobili	benzina		Euro V		558	0.08%
	Automobili	diesel	Fino a 1400	Euro 0	< 12/92	333	0.05%
	Automobili	diesel		Euro I	da 01/01/1993 a 31/12/1996	21	0.00%
	Automobili	diesel		Euro II	da 01/01/1997 a 31/12/2000	55	0.01%
	Automobili	diesel		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	7100	0.96%
	Automobili	diesel		Euro IV	da 01/01/2005	30511	4.13%
	Automobili	diesel		Euro V		15131	2.05%
	Automobili	diesel	1401 - 2000	Euro 0		1783	0.24%
	Automobili	diesel		Euro I		555	0.08%
	Automobili	diesel		Euro II		7028	0.95%
	Automobili	diesel		Euro III		31523	4.27%
	Automobili	diesel		Euro IV		64512	8.73%
	Automobili	diesel		Euro V		71328	9.65%
	Automobili	diesel	Oltre 2000	Euro 0		1840	0.25%
	Automobili	diesel		Euro I		839	0.11%
	Automobili	diesel		Euro II		4011	0.54%
	Automobili	diesel		Euro III		9577	1.30%
	Automobili	diesel		Euro IV		13335	1.80%
	Automobili	diesel		Euro V		9515	1.29%
	Automobili	GPL	Fino a 1400	Euro 0	< 30/06/93	1325	0.18%
	Automobili	GPL		Euro I	da 01/01/1993 a 31/12/1996	363	0.05%
	Automobili	GPL		Euro II	da 01/01/1997 a 31/12/2000	1142	0.15%
	Automobili	GPL		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	850	0.12%
	Automobili	GPL		Euro IV	da 01/01/2005	13863	1.88%
	Automobili	GPL		Euro V		3310	0.45%
	Automobili	GPL	1401 - 2000	Euro 0		1134	0.15%
	Automobili	GPL		Euro I		593	0.08%
	Automobili	GPL		Euro II		1363	0.18%
	Automobili	GPL		Euro III		825	0.11%
	Automobili	GPL		Euro IV		3308	0.45%
	Automobili	GPL		Euro V		650	0.09%
	Automobili	GPL	Oltre 2000	Euro 0		132	0.02%
	Automobili	GPL		Euro I		42	0.01%
	Automobili	GPL		Euro II		118	0.02%
	Automobili	GPL		Euro III		129	0.02%
	Automobili	GPL		Euro IV		246	0.03%
	Automobili	GPL		Euro V		18	0.00%
	Automobili	metano	Fino a 1400	Euro 0	< 30/06/93	417	0.06%
	Automobili	metano		Euro I	da 01/01/1993 a 31/12/1996	130	0.02%
	Automobili	metano		Euro II	da 01/01/1997 a 31/12/2000	635	0.09%
	Automobili	metano		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	479	0.06%
	Automobili	metano		Euro IV	da 01/01/2005	6275	0.85%
	Automobili	metano		Euro V		4110	0.56%
	Automobili	metano	1401 - 2000	Euro 0		278	0.04%
	Automobili	metano		Euro I		180	0.02%
	Automobili	metano		Euro II		634	0.09%
	Automobili	metano		Euro III		803	0.11%
	Automobili	metano		Euro IV		2403	0.33%
	Automobili	metano		Euro V		172	0.02%
	Automobili	metano	Oltre 2000	Euro 0		15	0.00%
	Automobili	metano		Euro I		13	0.00%
	Automobili	metano		Euro II		13	0.00%
	Automobili	metano		Euro III		11	0.00%
	Automobili	metano		Euro IV		62	0.01%
	Automobili	metano		Euro V		12	0.00%
	Veicoli leggeri	benzina verde	< 3.5 t	Euro 0	< 30/06/93	1057	0.14%
	Veicoli leggeri	benzina verde	< 3.5 t	Euro I	da 01/10/1994 a 30/09/1998	463	0.06%
	Veicoli leggeri	benzina verde	< 3.5 t	Euro II	da 01/10/1998 a 31/12/2000	1175	0.16%
	Veicoli leggeri	benzina verde	< 3.5 t	Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	1509	0.20%
	Veicoli leggeri	benzina verde	< 3.5 t	Euro IV	da 01/01/2005	1445	0.20%
	Veicoli leggeri	benzina verde	< 3.5 t	Euro V		357	0.05%
	Veicoli leggeri	diesel	< 3.5 t	Euro 0	< 30/06/93	5794	0.78%
	Veicoli leggeri	diesel	< 3.5 t	Euro I	da 01/10/1994 a 30/09/1998	3804	0.51%
	Veicoli leggeri	diesel	< 3.5 t	Euro II	da 01/10/1998 a 31/12/2000	9158	1.24%
	Veicoli leggeri	diesel	< 3.5 t	Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	16925	2.29%
	Veicoli leggeri	diesel	< 3.5 t	Euro IV	da 01/01/2005	31745	4.30%
	Veicoli leggeri	diesel	< 3.5 t	Euro V		8589	1.16%
	Veicoli leggeri	metano		Euro 0		30	0.00%
	Veicoli leggeri	metano		Euro I		27	0.00%
	Veicoli leggeri	metano		Euro II		37	0.01%
	Veicoli leggeri	metano		Euro III		112	0.02%
	Veicoli leggeri	metano		Euro IV		1426	0.19%
	Veicoli leggeri	metano		Euro V		948	0.13%
	Veicoli leggeri	GPL		Euro 0	< 30/06/93	204	0.03%
	Veicoli leggeri	GPL		Euro I	da 01/10/1994 a 30/09/1998	67	0.01%
	Veicoli leggeri	GPL		Euro II	da 01/10/1998 a 31/12/2000	66	0.01%
	Veicoli leggeri	GPL		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	138	0.02%
	Veicoli leggeri	GPL		Euro IV	da 01/01/2005	824	0.11%
	Veicoli leggeri	GPL		Euro V		78	0.01%



PESANTI	Veicoli pesanti > 3.5 t	benzina verde	Euro 0	< 30/06/93	53	0.48%	
	Veicoli pesanti	diesel	03,6 - 7,5	Euro 0	< 30/06/93	767	6.96%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro I	da 01/10/1993 a 30/09/1996	170	1.54%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro II	da 01/10/1996 a 01/10/2000	439	3.98%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	640	5.80%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro IV	da 01/01/2005 a 01/01/08	462	4.19%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro V		144	1.31%
	Veicoli pesanti	diesel	07,6 - 12	Euro 0	< 30/06/93	718	6.51%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro I	da 01/10/1993 a 30/09/1996	202	1.83%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro II	da 01/10/1996 a 01/10/2000	293	2.66%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	431	3.91%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro IV	da 01/01/2005 a 01/01/08	77	0.70%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro V		195	1.77%
	Veicoli pesanti	diesel	12,1 - 14	Euro 0	< 30/06/93	141	1.28%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro I	da 01/10/1993 a 30/09/1996	9	0.08%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro II	da 01/10/1996 a 01/10/2000	28	0.25%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	75	0.68%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro IV	da 01/01/2005 a 01/01/08	15	0.14%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro V		40	0.36%
	Veicoli pesanti	diesel	14,1 - 20	Euro 0	< 30/06/93	357	3.24%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro I	da 01/10/1993 a 30/09/1996	126	1.14%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro II	da 01/10/1996 a 01/10/2000	250	2.27%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	386	3.50%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro IV	da 01/01/2005 a 01/01/08	50	0.45%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro V		203	1.84%
	Veicoli pesanti	diesel	20,1 - 26	Euro 0	< 30/06/93	380	3.45%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro I	da 01/10/1993 a 30/09/1996	116	1.05%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro II	da 01/10/1996 a 01/10/2000	366	3.32%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	464	4.21%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro IV	da 01/01/2005 a 01/01/08	53	0.48%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro V		327	2.97%
	Veicoli pesanti	diesel	26,1 - 28	Euro 0	< 30/06/93	5	0.05%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro I	da 01/10/1993 a 30/09/1996	0	0.00%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro II	da 01/10/1996 a 01/10/2000	0	0.00%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	0	0.00%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro IV	da 01/01/2005 a 01/01/08	0	0.00%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro V		0	0.00%
	Veicoli pesanti	diesel	28,1 - 32	Euro 0	< 30/06/93	8	0.07%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro I	da 01/10/1993 a 30/09/1996	11	0.10%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro II	da 01/10/1996 a 01/10/2000	43	0.39%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	143	1.30%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro IV	da 01/01/2005 a 01/01/08	26	0.24%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro V		76	0.69%
	Veicoli pesanti	diesel	Oltre 32	Euro 0	< 30/06/93	17	0.15%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro I	da 01/10/1993 a 30/09/1996	1	0.01%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro II	da 01/10/1996 a 01/10/2000	3	0.03%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	4	0.04%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro IV	da 01/01/2005 a 01/01/08	1	0.01%
	Veicoli pesanti	diesel		Euro V		3	0.03%
	Trattori stradali	diesel	fino a 14	Euro 0	< 30/06/93	24	0.22%
	Trattori stradali	diesel		Euro I	da 01/10/1993 a 30/09/1996	1	0.01%
	Trattori stradali	diesel		Euro II	da 01/10/1996 a 01/10/2000	0	0.00%
	Trattori stradali	diesel		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	4	0.04%
	Trattori stradali	diesel		Euro IV	da 01/01/2005 a 01/01/08	0	0.00%
	Trattori stradali	diesel		Euro V		0	0.00%
	Trattori stradali	diesel	14,1 - 20	Euro 0	< 30/06/93	41	0.37%
	Trattori stradali	diesel		Euro I	da 01/10/1993 a 30/09/1996	30	0.27%
	Trattori stradali	diesel		Euro II	da 01/10/1996 a 01/10/2000	166	1.51%
	Trattori stradali	diesel		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	454	4.12%
	Trattori stradali	diesel		Euro IV	da 01/01/2005 a 01/01/08	60	0.54%
	Trattori stradali	diesel		Euro V		498	4.52%
	Trattori stradali	diesel	20,1 - 28	Euro 0	< 30/06/93	4	0.04%
	Trattori stradali	diesel		Euro I	da 01/10/1993 a 30/09/1996	2	0.02%
	Trattori stradali	diesel		Euro II	da 01/10/1996 a 01/10/2000	2	0.02%
	Trattori stradali	diesel		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	10	0.09%
	Trattori stradali	diesel		Euro IV	da 01/01/2005 a 01/01/08	4	0.04%
	Trattori stradali	diesel		Euro V		23	0.21%
	Trattori stradali	diesel	28,1 - 34	Euro 0	< 30/06/93	0	0.00%
	Trattori stradali	diesel		Euro I	da 01/10/1993 a 30/09/1996	0	0.00%
	Trattori stradali	diesel		Euro II	da 01/10/1996 a 01/10/2000	0	0.00%
	Trattori stradali	diesel		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	1	0.01%
	Trattori stradali	diesel		Euro IV	da 01/01/2005 a 01/01/08	1	0.01%
	Trattori stradali	diesel		Euro V		0	0.00%
	Trattori stradali	diesel	34,1 - 40	Euro 0	< 30/06/93	1	0.01%
	Trattori stradali	diesel		Euro I	da 01/10/1993 a 30/09/1996	0	0.00%
	Trattori stradali	diesel		Euro II	da 01/10/1996 a 01/10/2000	1	0.01%
	Trattori stradali	diesel		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	3	0.03%
	Trattori stradali	diesel		Euro IV	da 01/01/2005 a 01/01/08	0	0.00%
	Trattori stradali	diesel		Euro V		0	0.00%
	Trattori stradali	diesel	40,1 - 50	Euro 0	< 30/06/93	0	0.00%
	Trattori stradali	diesel		Euro I	da 01/10/1993 a 30/09/1996	0	0.00%
	Trattori stradali	diesel		Euro II	da 01/10/1996 a 01/10/2000	1	0.01%
	Trattori stradali	diesel		Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	0	0.00%
	Trattori stradali	diesel		Euro IV	da 01/01/2005 a 01/01/08	0	0.00%
	Trattori stradali	diesel		Euro V		1	0.01%
	Bus urbani >15-18t			Euro 0	< 30/06/93	44	0.40%
	Bus urbani >15-18t			Euro I	da 01/10/1993 a 30/09/1996	40	0.36%
	Bus urbani >15-18t			Euro II	da 01/10/1996 a 01/10/2000	260	2.36%
	Bus urbani >15-18t			Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	241	2.19%
Bus urbani >15-18t			Euro IV	da 01/01/2005 a 01/01/08	16	0.15%	
Bus urbani >15-18t			Euro V		167	1.51%	
Pullman <18t			Euro 0	< 30/06/93	111	1.01%	
Pullman <18t			Euro I	da 01/10/1993 a 30/09/1996	49	0.44%	
Pullman <18t			Euro II	da 01/10/1996 a 01/10/2000	136	1.23%	
Pullman <18t			Euro III	da 01/01/2001 a 31/12/2004	170	1.54%	
Pullman <18t			Euro IV	da 01/01/2005 a 01/01/08	70	0.63%	
Pullman <18t			Euro V		74	0.67%	

Per il calcolo del fattore di emissione per la singola classe di veicoli si è utilizzata la seguente formula

**Fattore di Emissione “classe” = SOMMA ...**

...(Fattore di Emissione settore, combustibile, tipo legislativo, periodo \* Composizione % flussi di traffico)

Per la valutazione delle emissioni delle classi Euro V ed Euro VI si sono utilizzate le indicazioni contenute nel volume COPERT IV ROAD TRANSPORT 70100 che forniscono fattori di scala a partire dai fattori di emissione per le classi Euro IV.

In questo modo è stato possibile ottenere la tabella che riporta gli specifici fattori di emissione per questo studio da applicare ai flussi di traffico di autovetture di ogni singolo tronco/arco viario per il calcolo delle emissioni totali.

*Tabella 15 Fattori di emissione medi calcolati sul parco autoveicolare della Toscana per questo studio.*

Inquinanti	UM	2014		2018		2029	
		VL	VP	VP	VL	VL	VP
SO2	mg/km	1.1669	3.5914	1.1677	3.3898	1.1690	3.3912
NOx	mg/km	496.3262	5564.4117	367.4925	3619.4921	326.8134	3507.3759
COV	mg/km	145.8829	462.8255	41.2472	142.2136	22.9150	141.6373
CH4	mg/km	18.2284	53.7635	11.7360	28.3581	9.6758	27.8250
CO	mg/km	1388.5531	1609.2536	580.3530	616.5932	395.8637	613.4829
CO2	g/km	196.7694	582.2969	196.6736	554.5954	197.1411	555.1959
N2O	mg/km	6.2417	16.0957	5.6734	16.7465	5.3499	18.3668
NH3	mg/km	22.3031	2.9815	18.2652	2.9831	13.3408	2.9820
PM2.5	mg/km	32.7643	222.0271	28.5105	121.0837	26.3716	120.8499
PM10	mg/km	45.6493	270.2076	41.3672	169.2720	39.2170	169.0385
PTS	mg/km	59.3515	322.1729	55.0604	221.2421	52.9067	221.0088
C6H6	mg/km	4.3765	0.3240	1.2374	0.0995	0.6874	4.2491
Pb	mg/km	0.0189	0.0676	0.0189	0.0676	0.0189	0.0676
Cd	mg/km	0.0006	0.0021	0.0006	0.0021	0.0006	0.0021
As	mg/km	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011
Form	mg/km	4.6716	26.2811	1.5824	8.5328	1.0292	8.4982

### 4.3 IMPIANTO DI TERMOVALORIZZAZIONE DEI RIFIUTI

Le emissioni convogliate di questo impianto sono da ricondursi al solo camino di efflusso dei fumi della camera di combustione dei rifiuti a valle del treno di abbattimento degli inquinanti. Nella tabella seguente si riportano i dati geometrici e fisici dell'emissione considerata con l'elenco degli inquinanti emessi.

Tabella 7.1.a Sorgenti di inquinanti convogliate dal progetto d'impianto.

<b>Numero identificativo</b>	E1
<b>Provenienza</b>	IMPIANTO TERMODISTRUZIONE RSU e ASSIMILABILI + SISTEMA ABBATTIMENTO FUMI
<b>inquinanti</b>	NO <sub>x</sub> , CO, SO <sub>x</sub> , TOC, Polveri, NH <sub>3</sub> , HCl, HF, IPA, Metalli Pesanti, Diossine
Portata Effluente	122.000,0 Nm <sup>3</sup> /hr
Diametro interno canna	2 m
Temperatura effluente	140 °C
Altezza del camino	60 m sul livello del suolo

Nelle tabelle seguenti si riportano il dettaglio dei parametri di emissione inquinanti sia gassose che di polveri per lo scenari di funzionamento a regime.

Le emissioni inquinanti del nuovo impianto della di termovalorizzazione prese in considerazione in questo studio derivano dai fumi della centrale termica e sono costituite per quanto riguarda gli inquinanti gassosi quasi esclusivamente dai fumi del processo di combustione e quindi: ossidi di azoto, ossido di carbonio, ossidi di zolfo, composti organici totali ed ammoniaca (quest'ultima derivante dal sistema di abbattimento degli ossidi di azoto) oltre che ai microinquinanti derivanti dal rifiuto stesso come composti idrocarburici policiclici aromatici IPA, mercurio, metalli pesanti e diossine e furani. Inoltre, sempre dal processo di combustione sono emesse come inquinanti le polveri che derivano sia direttamente dal processo di termodistruzione che indirettamente dal treno di abbattimento degli inquinanti. Nelle seguenti tabelle si riportano per ciascuno degli inquinanti emessi i limiti per lo scenario 1a a camino così come previsto in fase di progetto e nello studio di impatto ambientale approvato. Questi dati saranno utilizzati per le simulazioni considerando una situazione cautelativa per l'ambiente e cioè un carico massimo di progetto per l'impianto ed emissioni continue per 8760 ore all'anno. Non saranno quindi presi in considerazione fermi impianto per manutenzione, esercizi sotto carico massimo e altre situazioni che pur realistiche decrementerebbero le emissioni inquinanti in atmosfera.

Tabella 16 Quadro riassuntivo e sintetico emissioni in atmosfera

NOTE	INQUINANTI		Scenario 1a	
			Valori medi giornalieri	Valori medi su 30'
1	Polveri totali	mg/Nm <sup>3</sup>	5	30
8	PM10	mg/Nm <sup>3</sup>	4.5	27
1	TOC	mg/Nm <sup>3</sup>	7	20
1	HCl	mg/Nm <sup>3</sup>	7	60
5	HF	mg/Nm <sup>3</sup>	0.7	4
1	SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	30	200

NOTE	INQUINANTI		Scenario 1a	
			Valori medi giornalieri	Valori medi su 30'
1	NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	70	300
1	CO	mg/Nm <sup>3</sup>	50	100
1-3	NH <sub>3</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	10	-
1-4	Hg	mg/Nm <sup>3</sup>	0.050	
	Cd, Tl	mg/Nm <sup>3</sup>	0.050	
2	Metalli pesanti totali	mg/Nm <sup>3</sup>	0.50	
2	Diossine e furani (PCDD+PCDF)	ngTEQ/Nm <sup>3</sup>	0.10	
2	Idrocarburi (IPA)	mg/Nm <sup>3</sup>	0.01	
6-7	Altri parametri		O <sub>2</sub> = 6,8 ÷ 8 % * t ≥ 140 °C * H <sub>2</sub> O 12 ÷ 18 %	

**NOTE**

1. Inquinanti misurati e registrati in continuo
2. Inquinanti misurati con cadenza almeno quadrimestrale
3. Inquinante non previsto nella Direttiva 2000/76/CE
4. Inquinante misurato e registrato in continuo in deroga cautelativa alla Direttiva 2000/76/CE
5. Inquinante non misurato come da indicazioni della Direttiva 2000/76/CE
6. Sono misurati e registrati in continuo i parametri previsti dalla Direttiva 2000/76/CE, quali: tenore volumetrico O<sub>2</sub>, temperatura e pressione fumi, contenuto acqua, portata volumetrica fumi
7. I valori dei parametri di processo sono relazionati alla tipologia e portata rifiuti, potere calorifico
8. Le emissioni di polveri PM10 è stato stimato in base a informazioni raccolte in letteratura che dimostrano come le emissioni di PM10 rispetto a quelle di PTS, a valle del treno di abbattimento si possano stimare in circa il 90% del flusso di massa. Pertanto le emissioni di PM10 saranno valutate come 0.9 quelle di PTS (fonte EEA Size fractions used in RAINS MODELS; CORINARIS OTHER WASTE TREATMENT Activity 090201)

## 5 Modellistica Diffusionale

### 5.1 APPROCCIO METODOLOGICO

L'attività di supporto specialistico, oggetto della presente relazione tecnica, è relativa all'effettuazione di uno studio di modellistica diffusionale per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria delle emissioni derivanti dal nuovo progetto di ADF per l'aeroporto di Peretola a Firenze.

L'obiettivo dello studio è la valutazione, per mezzo dell'applicazione di un opportuno modello diffusionale (UNI 10964:2001 "Studi di impatto ambientale - Guida alla selezione dei modelli matematici per la previsione di impatto sulla qualità dell'aria"; UNI 10796:2000 "Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi - Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici"), della concentrazioni degli inquinanti caratteristici dell'emissione sia sul territorio circostante che in alcuni punti specifici, opportunamente individuati e ritenuti di particolare importanza, per il territorio stesso.

Le fasi, secondo cui si è proceduto nell'elaborazione del presente studio, sono:

- 1) Acquisizione ed elaborazione dei dati territoriali (DTM, utilizzo del suolo etc.)
  - a. Il dominio di calcolo è individuato facendo riferimento alla localizzazione dell' opera oggetto del presente studio, dei potenziali recettori individuabili sul territorio (abitato urbano, recettori sensibili etc.) e della conformazione orografica e morfologica del territorio.
  - b. L'area selezionata è sufficientemente estesa per comprendere un dominio di calcolo stimabile in circa 10 km, direzione W-E, per 10 km direzione N-S.
- 2) Acquisizione ed elaborazione delle informazioni relative alle emissioni dirette ed indirette.
  - a. I dati per tutte le tipologie di emissioni: emissioni convogliate (centrali termiche, camini in generale da impianti tecnologici), emissioni derivanti dal traffico aereo (cicli LTO), dai mezzi d'opera a terra operanti nell'aerostazione, dal traffico indotto da e per l'aerostazione ed eventuali emissioni diffuse (depositi di combustibile, etc.) saranno stimate in base ai dati del progetto.
  - b. Le emissioni di cui al punto precedente saranno valutate per lo scenario di stato di fatto (aeroporto di Peretola in configurazione attuale riferita all'anno 2014) e scenari di progetto (configurazione come da MASTERPLAN 2018 e 2029).
- 3) Acquisizione ed Elaborazione dei dati meteorologici relativi ad un anno solare.
  - a. Le stazioni meteorologiche presenti nel dominio di calcolo considerato, o in prossimità di questo, saranno selezionate sulla base della rappresentatività spaziale rispetto all'area allo studio ed in base ai parametri meteorologici misurati.
  - b. I dati meteorologici saranno elaborati per predisporre una caratterizzazione meteo-climatica dell'area in esame relativamente al periodo preso a riferimento, un anno solare valutato come rappresentativo dell'area di studio in esame.
  - c. I dati meteorologici acquisiti saranno elaborati tramite il codice numerico CALMET per la predisposizione dei file di ingresso al modello di dispersione ed il calcolo dei parametri necessari come: classi di stabilità atmosferica, altezza dello strato di mescolamento e per la ricostruzione di un campo di vento 3D.
- 4) Applicazione del codice numerico di dispersione degli inquinanti per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria delle concentrazioni degli inquinanti emessi dall'impianto oggetto del presente studio per un anno solare rappresentativo delle condizioni meteorologiche dell'area.
  - a. Per l'attività, oggetto del presente studio, sarà applicato il codice di dispersione CALPUFF MODEL SYSTEM per la valutazione delle ricadute delle polveri e dei gas emessi da tutte le sorgenti emissive così come individuate al punto 2.
  - b. Saranno predisposti i necessari file di input al modello di dispersione per svolgere simulazioni che

comprenderanno come arco temporale un anno solare di dati meteo come descritto nel punto 3.

- c. Le simulazioni saranno svolte, per tutte le sorgenti individuate al punto 2, con dati di emissione variabili temporalmente (se disponibili) derivanti dai limiti autorizzati (emissioni convogliate) e/o da dati di progetto e/o letteratura tecnico-scientifica.
- d. Le simulazioni forniranno come risultati le concentrazioni in aria ambiente su tutto il dominio di calcolo selezionato ed in punti recettori opportunamente individuati interni al dominio stesso.
- e. Le simulazioni considereranno l'innalzamento del pennacchio, l'effetto edificio, la deposizione secca ed umida e riguarderanno la trattazione come inerti chimicamente e/o fisicamente degli inquinanti considerati (polveri e/o gas). Non verranno considerati/calcolati fenomeni di chimica, fotochimica e microfisica degli inquinanti in aria ambiente.

5) Risultati

- a. I risultati delle simulazioni saranno rappresentati in forma di tabelle per i recettori individuati e confrontati con gli i valori limite di qualità dell'aria ed inoltre saranno realizzate mappe di isoconcentrazione per i recettori su griglia cartesiana.

**5.2 AREA DI STUDIO**

L'area di studio per la valutazione de rischio sanitario, oggetto del presente studio, è stata valutata sulla base delle caratteristiche delle emissioni inquinanti considerate che riguardano il progetto di ampliamento dell'aerostazione Amerigo Vespucci di Peretola a Firenze, il grafo stradale di tutte le arterie viarie interne al dominio di calcolo (comprendente autostrade, strade regionali e provinciali e locali) ed il costruendo termovalorizzatore di Firenze. A tale scopo si è costruito il dominio di calcolo per le simulazioni estraendo dalla cartografia regionale CTR un area per lo studio stimabile in un quadrato di estensione pari a circa 10 km in direzione Nord-Sud e 10 km in direzione Est-Ovest.

Il dominio di studio è quindi suddiviso come riportato di seguito:

*Tabella 17 Suddivisione del dominio di studio*

DOMINIO	ESTENSIONE	UTM WGS84 32N	EPSG 32632	X,Y [km]	X,Y [km]
		X,Y [km]	X,Y [km]		
Meteorologico	20 km x 20 km	664.0, 4843.0	664.0, 4863.0	684.0, 4863.0	684.0, 4843.0
Calcolo	10 km x 10 km	671.0, 4849.0	671.0, 4859.0	681.0, 4859.0	681.0, 4849.0
Rappresentazione dei risultati	8 km x 8 km	673.0, 4850.5	673.0, 4856.5	679.0, 4856.5	679.0, 4850.5

La scelta dei tre domini è dettata dalla necessità di creare un campo di vento tridimensionale su di un area sufficientemente estesa così da poter rappresentare correttamente la fenomenologia della meteorologia dell'area di studio. Il dominio di calcolo, sottoinsieme del dominio meteorologico, contiene tutte le sorgenti emmissive con un abbondante fascia di margine che permetta di apprezzare l'estensione significativa dell'impatto da calcolare con il modello di dispersione. Il dominio di rappresentazione dei risultati costituisce l'estensione dell'area che verrà utilizzata per rappresentare i risultati della modellistica di dispersione. Nelle tavole di inquadramento allegata alla presente relazione è riportata l'estensione del dominio di rappresentazione dei risultati.

### 5.3 SCELTA DEL MODELLO MATEMATICO

Per lo studio meteo-diffusionale si è ipotizzato di individuare, come significativa per la ricadute al suolo, un'area di estensione pari a circa 100 km<sup>2</sup> che comprendesse il sedime aeroportuale dell'aeroporto di Peretola e comprendente parte dell'abitato urbano di Firenze oltre che tutti gli ambiti urbanizzati dei comuni confinanti quali Cadenzano e Sesto Fiorentino oggetto della valutazione del rischio. Per la valutazione modellistica si è scelto di utilizzare il modello di dispersione a puff non stazionario, Calpuff Model System.

Il sistema di modelli CALPUFF MODEL SYSTEM1, inserito dall'U.S. EPA in Appendix A di "Guideline on Air Quality Models", è stato sviluppato da Sigma Research Corporation, ora parte di Earth Tech, Inc, con il contributo di California Air Resources Board (CARB). Il sistema di modelli è composto da tre componenti:

- Il preprocessore meteorologico CALMET: utile per la ricostruzione del campo tridimensionale di vento e temperatura all'interno del dominio di calcolo;
- Il processore CALPUFF: modello di dispersione, che 'inserisce' le emissioni all'interno del campo di vento generato da Calmet e ne studia il trasporto e la dispersione;
- Il postprocessore CALPOST: ha lo scopo di processare i dati di output di CALPUFF, in modo da renderli nel formato più adatto alle esigenze dell'utente.

CALMET è un preprocessore meteorologico di tipo diagnostico, in grado di riprodurre campi tridimensionali di vento e temperatura e campi bidimensionali di parametri descrittivi della turbolenza. È adatto a simulare il campo di vento su domini caratterizzati da orografia complessa. Il campo di vento viene ricostruito attraverso stadi successivi, in particolare un campo di vento iniziale viene rielaborato per tenere conto degli effetti orografici, tramite interpolazione dei dati misurati alle centraline di monitoraggio e tramite l'applicazione di specifici algoritmi in grado di simulare l'interazione tra il suolo e le linee di flusso. Calmet è dotato, infine, di un modello micrometeorologico per la determinazione della struttura termica e meccanica (turbolenza) degli strati inferiori dell'atmosfera.

CALPUFF è un modello di dispersione 'a puff' multi-strato non stazionario. È in grado di simulare il trasporto, la dispersione, la trasformazione e la deposizione degli inquinanti, in condizioni meteorologiche variabili spazialmente e temporalmente. CALPUFF è in grado di utilizzare campi meteorologici prodotti da CALMET, oppure, in caso di simulazioni semplificate, di assumere un campo di vento assegnato dall'esterno, omogeneo all'interno del dominio di calcolo. CALPUFF contiene diversi algoritmi che gli consentono, opzionalmente, di tenere conto di diversi fattori, quali: l'effetto scia dovuto agli edifici circostanti (building downwash) o allo stesso camino di emissione (stack-tip downwash), shear verticale del vento, deposizione secca ed umida, trasporto su superfici d'acqua e presenza di zone costiere, presenza di orografia complessa, ecc. CALPUFF è infine in grado di trattare diverse tipologie di sorgente emissiva, in base essenzialmente alle caratteristiche geometriche: sorgente puntiforme, lineare, areale, volumetrica.

#### <sup>1</sup> *CALPUFF Regulatory Updates and Consequence Analysis*

The current regulatory version of the CALPUFF Modeling System includes:

CALPUFF version 5.8, level 070623

CALMET version 5.8, level 070623

CALPOST version 5.6394, level 070622

For every update of the "EPA-approved" version of the CALPUFF Modeling System, a consequence analysis is performed by EPA using an update protocol that identifies what model changes have been made and their implications based on the analysis results. This analysis compares the base CALPUFF Modeling System (i.e., current regulatory version) with the beta (i.e., proposed updated version).

CALPOST consente di elaborare i dati di output forniti da CALPUFF, in modo da ottenere i risultati in un formato adatto alle esigenze dell'utente. Tramite Calpost si possono ottenere dei file di output direttamente interfacciabili con software grafici per l'ottenimento di mappe di concentrazione.

#### 5.4 CONFIGURAZIONE DEL CODICE DI DISPERSIONE

Il codice di dispersione per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria è stato configurato per simulare le sorgenti caratteristiche dell'opera in esame per il suo stato attuale e per gli scenari di progetto.

Per l'applicazione del codice di calcolo CALPUFF MODEL SYSTEM sono stati predisposti i necessari files di ingresso, per le simulazioni del periodo solare dell'anno 2010, per la configurazione del codice, realizzati come riportato di seguito nella tabella.

Tabella 18 Configurazione CALPUFF MODEL SYSTEM – IMPATTI FASE DI ESERCIZIO

<b>Input</b>	<b>Simulazioni – Dominio Meteorologico</b>
Periodo	anno solare 2010
Dominio di calcolo	griglia di calcolo di di 40 celle per 40 celle di passo 0.5 km per una estensione del dominio di 20 km in direzione N-S x 20 km in direzione E-W.
Meteorologia	File SURFACE.DAT: come dati di superficie sono stati inseriti i dati meteo alla quota di 10 m s.l.s. registrati dal modello LAMA-SMR ARPA - EMR ed i dati misurati dalla stazione AEROPORTO di PERETOLA alla quota di 10 m s.l.m. File UPAIR.DAT: come dati in quota sono stati inseriti i dati meteorologici da 40 m s.l.s. per il primo livello e per i livelli successivi pari a 18 totali (fino a 2800 m.s.l.s.) disponibili in un punto punti interno al dominio di calcolo acquisito da dati meteo LAMA-SMR ARPA - EMR.
<b>Simulazioni</b>	
Meteorologia	Sono state effettuate simulazioni “short term” per la valutazione del campo di vento e determinazione dei parametri micrometeorologici su scala temporale oraria per il periodo di riferimento (anno 2010 : 8760 ore).
<b>Output</b>	
Sono stati elaborati i dati meteorologici il domini di calcolo per evidenziare le peculiarità in termini di regime dei venti, classi di stabilità atmosferica e altezza dello strato di mescolamento per le successive applicazioni modellistiche di dispersione.	
<b>Input</b>	<b>Simulazioni – Domini di Calcolo</b>
Periodo	anno solare 2010
Dominio di calcolo	griglia di calcolo di di 38 celle per 38 celle di passo 0.25 km per una estensione del dominio di 10 km in direzione N-S e di 10 km in direzione E-W.
Emissioni Polveri e Gas	Le sorgenti emissive per l'aeroporto sono state schematizzate come sorgenti puntuali (camini delle centrali termiche), sorgenti areali e volumetriche (sorgenti di emissione derivanti dalle operazioni a terra per gli aeromobili quali scale, camion, trattori stradali etc.) e sorgenti lineari/volumetriche per quanto riguarda le fasi di taxing e partenza/atterraggio degli aeromobili. Le sorgenti emissive per il traffico autoveicolare sono state schematizzate come sorgenti volumetriche/lineari. L'impianto di termovalorizzazione di rifiuti è stato schematizzato come sorgente puntuale. Sono stati implementati nel codice di dispersione le emissioni disaggregate su base oraria dei seguenti inquinanti: CO, CO2, SO2, NOx, PM10, PM2.5, C6H6, CH2O, Metalli Pesanti.
Meteorologia	I dati meteorologici vengono acquisiti dal file 4D elaborato da CALMET per il Macro Dominio e che comprende il campo meteorologico 3D su base oraria per tutto l'anno solare 2010.

Input	Simulazioni – Dominio Meteorologico
<b>Simulazioni</b>	
Dispersione	<p>Sono state effettuate simulazioni “short term” per la valutazione della dispersione degli inquinanti emessi su scala temporale oraria per il periodo di riferimento (anno 2010 : 8760 ore).</p> <p>Le simulazioni sono state effettuate considerando la deposizione secca (dry depositino) e suddividendo le emissioni stimate in tre macro gruppi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aeroporto Peretola</li> <li>- Traffico autoveicolare</li> <li>- Termovalorizzatore</li> </ul>
<b>Output</b>	
	<p>Sono stati elaborati i dati di concentrazioni di tutti gli inquinanti considerati nello scenario emissivo e calcolati da CALPUFF sia nei “recettori discreti”, ovvero in corrispondenza di punti selezionati come “sensibili” per valutare il rispetto dei limiti di legge, che come “recettori grigliati” per ottenere le mappe di isonconcentrazione sul dominio di indagine.</p>

## 5.1 CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA

### 5.1.1 Regime anemologico

L'analisi svolta tramite il modello CALMET su base oraria per l'anno solare 2010 ha determinato la caratterizzazione meteorologica del dominio di calcolo. I dati meteorologici estratti all'interno del sedime aeroportuale mostrano la rosa dei venti mostrata nella seguente figura unitamente alla caratterizzazione del regime dei venti.

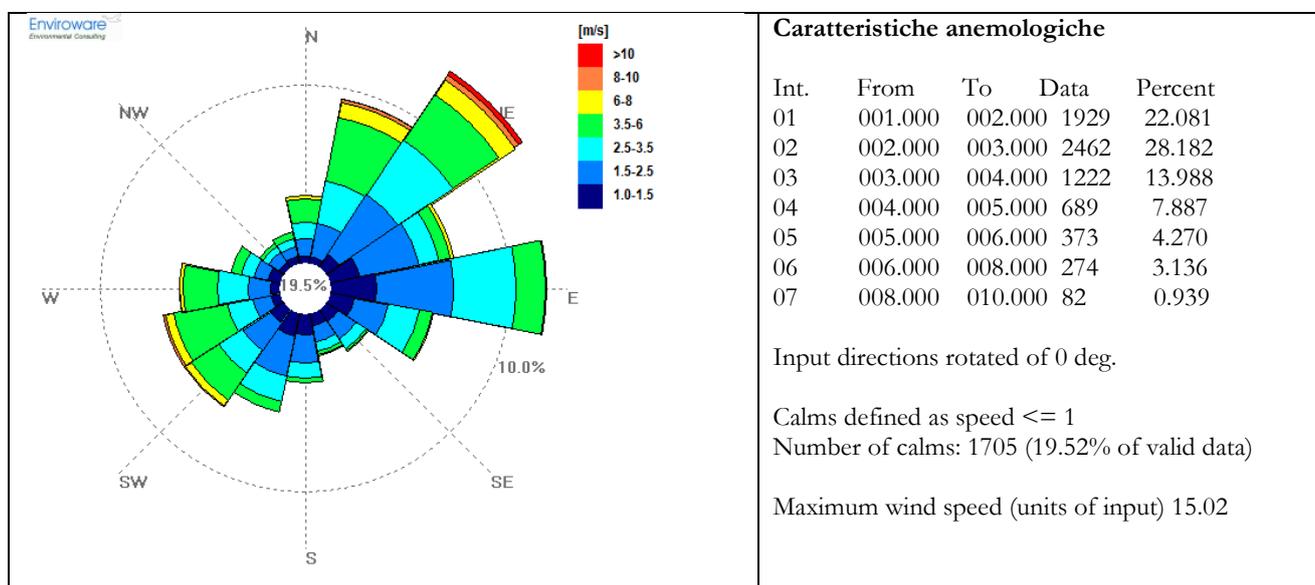


Figura 4 Rosa dei venti estratta all'interno del sedime aeroportuale

### 5.1.2 Calcolo dei parametri micrometeorologici per la dispersione

Per il calcolo dei parametri micrometeorologici si è utilizzato il modello CALMET che ha permesso di costruire il campo di vento 3D dell'area di studio. Il codice CALMET permette inoltre di calcolare alcuni dei parametri micrometeorologici che sono propedeutici alla simulazione con CALPUFF per la descrizione della dispersione degli inquinanti in aria ambiente.

5.1.2.1 Classi di Stabilità

Per le classi di stabilità si riporta il dato sia di occorrenza oraria che di percentuale sul totale annuale delle classi di stabilità atmosferiche calcolate dal modello CALMET e valutate in un punto interno al sedime aeroportuale.

Tabella 19 Frequenza di accadimento delle classi di stabilità 2010, parametro 2D.

Classe	CALMET	
	occorrenza	percentuale
A	171	1.95%
B	981	11.21%
C	709	8.10%
D	3475	39.72%
E	745	8.52%
F+G	2667	30.49%

Si registra una preponderanza di classi D per circa il 40% delle ore dell'anno 2010 con un contributo non trascurabile pari al 31% delle classi F e del circa 9% per la classe E .

5.1.2.2 Altezza strato di mescolamento

L'altezza di mescolamento è stata valutata dal modello CALMET su base oraria per l'anno solare 2010. Nella seguente tabella e figura sono mostrati i dati espressi in metri sul livello del suolo.

Tabella 20 Altezza di miscelamento media per classe di velocità

Hmix [m sls] Classi stabilità	Anno 2010	Classi velocità del vento [m/s]										
		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	
A	1258	1187	1288	1210								
B	735	464	594	1299	1555	1460	1824					
C	1034			899	1072	1118	1546	1064				
D	403	207	210	317	374	485	828	905	1001	877	773	
E	233			207	288	337	410	368				
F+G	155	134	146	197	244							
<b>Anno 2010</b>	<b>418</b>	<b>269</b>	<b>278</b>	<b>385</b>	<b>577</b>	<b>799</b>	<b>861</b>	<b>885</b>	<b>1001</b>	<b>877</b>	<b>773</b>	

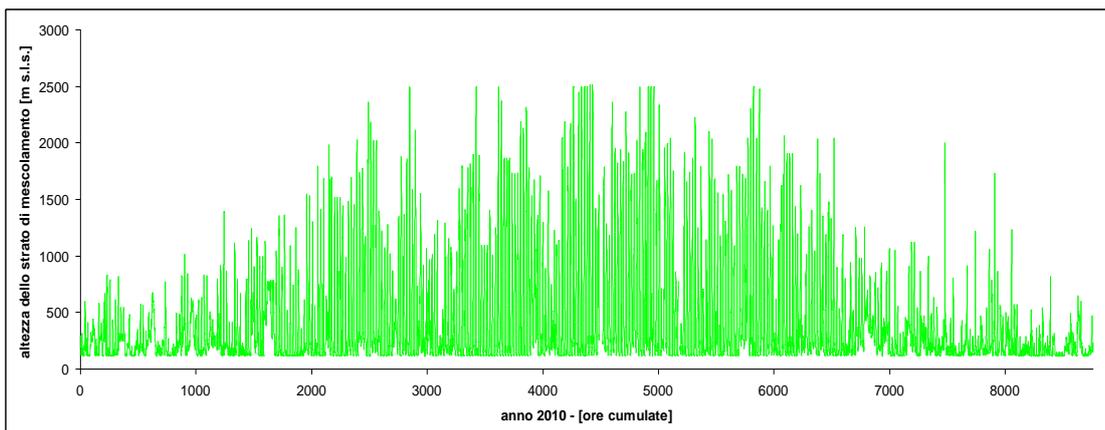
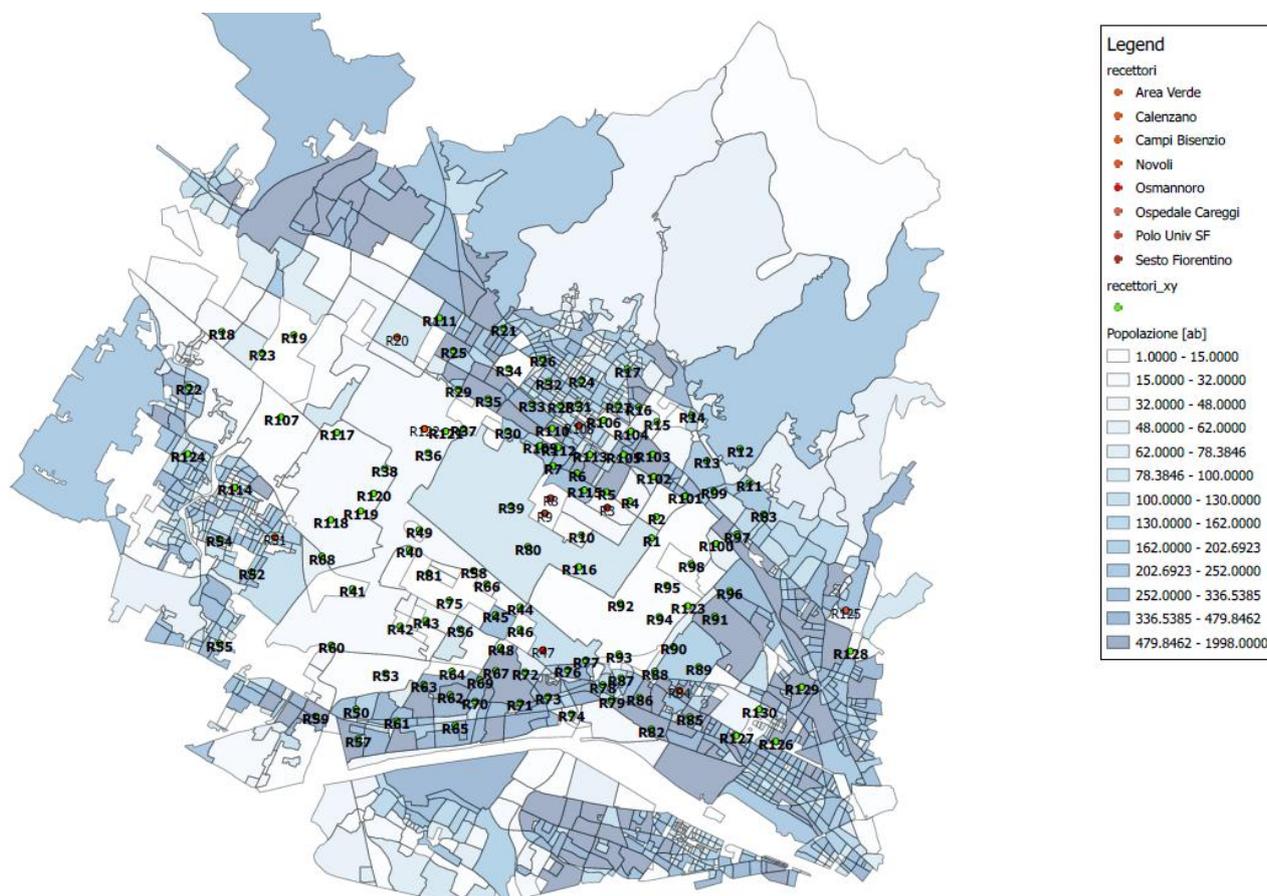


Figura 5 Serie temporale su media oraria dell'altezza dello strato di mescolamento per l'anno 2010 dataset LAMA.

## 6 RISULTATI delle SIMULAZIONI

In questa sezione dello studio si mostrano i risultati dello studio modellistico di dispersione per il calcolo del contributo all'esposizione della popolazione alle concentrazioni di inquinanti (cancerogeni e non) dei tre gruppi di sorgenti considerati (aeroporto, traffico e termovalorizzatore) per i tre scenario di simulazione (anno 2014, 2018 e 2029).



*Figura 6 Carta rappresentativa della popolazione potenzialmente esposta all'interno del dominio di calcolo con indicazione dei recettori discreti utilizzati per il calcolo delle concentrazioni.*

I risultati per tutti i recettori discreti mostrati nella figura precedente e per ognuno delle tipologie di sorgenti emissive sono mostrati negli allegati alla presente relazione tecnica. Inoltre, sempre in allegato si riportano le carte tematiche che rappresentano i valori di concentrazione stimati dal modello di dispersione sul dominio di calcolo.

## 6.1 POPOLAZIONE ESPOSTA

Tramite l'analisi geostatistica è stato possibile associare i livelli di concentrazione su base di media annuale, stimati dalle simulazioni modellistiche, alla popolazione esposta all'interno del dominio di calcolo. Questa analisi è stata condotta seguendo la metodologia esposta di seguito.

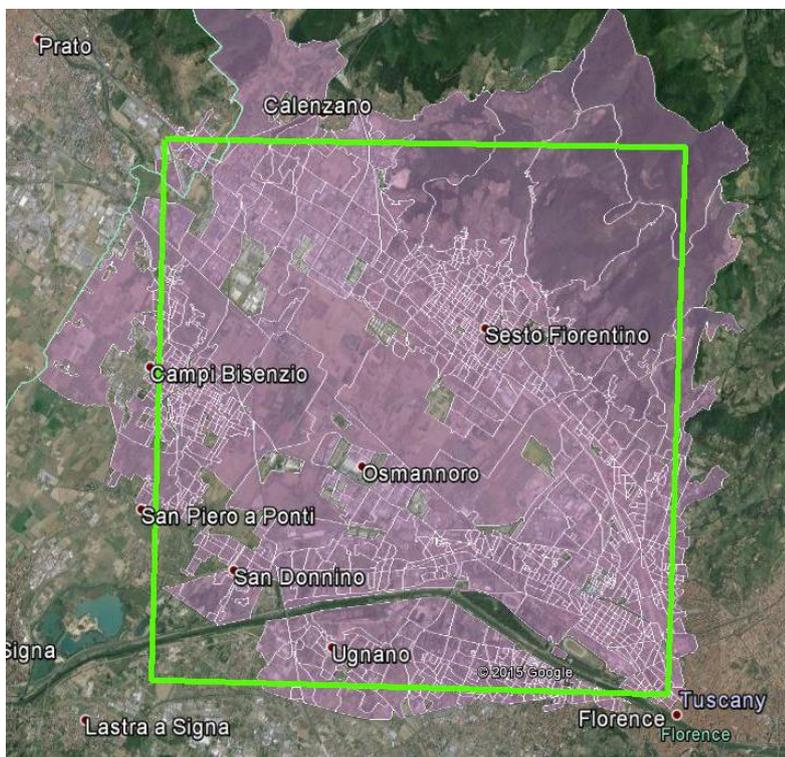


Figura 7 Identificazione delle sezioni censuarie interne al dominio di calcolo del modello diffusionale.

All'interno del DOMINIO DI CALCOLO ricadono un numero di sezioni censuarie pari a 1328 che contano un totale di popolazione pari a 244098 abitanti di cui la popolazione maschile è pari a 115532 abitanti e la popolazione femminile a 128566 abitanti. All'interno del dominio di calcolo sono state considerate le seguenti sorgenti di emissione

Tabella 21 Scenari di simulazione e sorgenti emissive considerate

	Scenario 2014 ATTUALE	Scenario 2018 PROGETTO	Scenario 2029 PROGETTO
Aeroporto e traffico indotto (parcheggi)	Configurazione attuale	Configurazione 2018	Configurazione 2029
Strade e Autostrade	SI	SI	SI
Termovalorizzatore	no	SI	SI

La procedura di calcolo ha previsto i seguenti passaggi:

- selezione di tutte le sezioni censuarie che ricadono o intersecano il dominio di calcolo del modello di dispersione;
- acquisizione dei risultati del modello di calcolo in termini di concentrazione media annuale per i seguenti inquinanti: PM10, NO2, Cd e As;
- elaborazione in tabelle per classi di concentrazione del singolo inquinante PM10, NO2, Cd e As per i tre scenari valutati (ATTUALE 2014, PROGETTO 2018 e PROGETTO 2029);
- è stato associato ad ogni sezione censuaria il valore di concentrazione massimo tra le medie annuali

calcolate all'interno della singola sezione censuaria.

I risultati di queste elaborazioni sono mostrati nelle tabelle seguenti.

Utilizzando la medesima procedura sono state create le tabelle di esposizione della popolazione per il solo contributo delle emissioni dell'AEROPORTO di PERETOLA per i tre scenari considerati

Tabella 22 Scenari di simulazione e sorgenti emissive considerate

	Scenario 2014 ATTUALE	Scenario 2018 PROGETTO	Scenario 2029 PROGETTO
Aeroporto e traffico indotto (parcheggi)	Configurazione attuale	Configurazione 2018	Configurazione 2029
Strade e Autostrade	NO	NO	NO
Termovalorizzatore	NO	NO	NO

### 6.1.1 Risultati di esposizione per tutte le sorgenti emissive

PM10 [µg/m³]	Popolazione								
	2014			2018			2029		
	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine
0-1	132323	62087	70236	150383	70658	79725	153951	72385	81566
1-2	58060	27838	30222	53985	25932	28053	51516	24696	26820
2-3	22507	10739	11768	19127	9087	10040	18028	8596	9432
3-4	11469	5416	6053	3606	1729	1877	6912	3278	3634
4-5	6633	3147	3486	9719	4602	5117	6511	3104	3407
5-6	3490	1662	1828	1349	644	705	1758	837	921
6-7	2336	1125	1211	2894	1421	1473	2405	1187	1218
7-8	1816	867	949	716	350	366	698	340	358
8-9	2311	1094	1217				257	129	128
9-10	193	85	108	257	129	128			
10-11	18	10	8						
11-12	623	353	270	96	53	43	96	53	43
12-13				1966	927	1039	1966	927	1039
13-14	227	115	112						
16-17	30	14	16						
18-19	96	53	43						
19-20	1966	927	1039						
<b>Totale</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>

Tabella

Popolazione esposta per classi di concentrazione di PM10 [µg/m³]

valore MASSIMO delle concentrazioni medie annuali all'interno delle singole sezioni censuarie, i valori sono stimati dal modello di dispersione considerando il contributo, contemporaneo delle sorgenti: strade ed autostrade, termovalorizzatore, aerostazione di Peretola e suo esercizio (cicli LTO aeromobili)



Popolazione									
NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	2014			2018			2029		
	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine
0-10	134556	63127	71429	168935	79573	89362	173396	81732	91664
10-20	57014	27357	29657	44307	21220	23087	40426	19327	21099
20-30	21691	10363	11328	13290	6335	6955	12740	6089	6651
30-40	9494	4468	5026	4038	1894	2144	6192	2906	3286
40-50	3737	1797	1940	6253	2988	3265	5192	2494	2698
50-60	7990	3777	4213	2077	1052	1025	3593	1765	1828
60-70	489	239	250	2832	1336	1496	211	95	116
70-80	3538	1700	1838	18	10	8	29	15	14
80-90	341	168	173	29	15	14	39	19	20
90-100	1781	820	961	227	115	112	218	110	108
100-110	507	244	263	30	14	16			
110-120	594	338	256						
120-130							2062	980	1082
130-140	47	25	22	96	53	43			
140-150				1966	927	1039			
150-160	39	19	20						
160-170	188	96	92						
190-200	30	14	16						
220-230	2062	980	1082						
<b>Totale</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>

**Tabella**

**Popolazione esposta per classi di concentrazione di NO<sub>2</sub> [µg/m<sup>3</sup>]**

*valore MASSIMO delle concentrazioni medie annuali all'interno delle singola sezione censuaria, i valori sono stimati dal modello di dispersione considerando il contributo, contemporaneo delle sorgenti: strade ed autostrade, termovalorizzatore, aerostazione di Peretola e suo esercizio (cicli LTO aeromobili)*

As [µg/m³]	Popolazione								
	2014			2018			2029		
	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine
0-0,00005	190818	90137	100681	190679	90059	100620	186254	87980	98274
0,00005-0,0001	31937	15178	16759	31509	14994	16515	33537	15941	17596
0,0001-0,00015	9240	4404	4836	8365	3959	4406	10174	4814	5360
0,00015-0,0002	6500	3102	3398	6754	3227	3527	6858	3275	3583
0,0002-0,00025	2122	988	1134	3918	1915	2003	2077	1052	1025
0,00025-0,0003	1115	589	526	525	254	271	2850	1346	1504
0,0003-0,00035	47	25	22	29	15	14	29	15	14
0,00035-0,0004	39	19	20	257	129	128	227	115	112
0,0004-0,00045	188	96	92				30	14	16
0,00045-0,0005	30	14	16						
0,0005-0,00055				2062	980	1082	96	53	43
0,00055-0,0006	2062	980	1082				1966	927	1039
<b>Totale</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>

**Tabella**

Popolazione esposta per classi di concentrazione di As [µg/m³] valore MASSIMO delle concentrazioni medie annuali all'interno delle singola sezione censuaria, i valori sono stimati dal modello di dispersione considerando il contributo, contemporaneo delle sorgenti: strade ed autostrade, termovalorizzatore, aerostazione di Peretola e suo esercizio (cicli LTO aeromobili)

Cd [µg/m³]	Popolazione								
	2014			2018			2029		
	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine
0-0,00005	213365	100898	112467	213822	101059	112763	212199	100302	111897
0,00005-0,0001	21169	10013	11156	20845	9915	10930	18371	8720	9651
0,0001-0,00015	6083	2898	3185	6872	3339	3533	8330	4040	4290
0,00015-0,0002	1115	589	526	240	110	130	2879	1361	1518
0,0002-0,00025	86	44	42	257	129	128	257	129	128
0,00025-0,0003	218	110	108						
0,0003-0,00035	96	53	43	2062	980	1082	2062	980	1082
0,00035-0,0004	1966	927	1039						
<b>Totale</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>

**Tabella**

Popolazione esposta per classi di concentrazione di Cd [µg/m³] valore MASSIMO delle concentrazioni medie annuali all'interno delle singola sezione censuaria, i valori sono stimati dal modello di dispersione considerando il contributo, contemporaneo delle sorgenti: strade ed autostrade, termovalorizzatore, aerostazione di Peretola e suo esercizio (cicli LTO aeromobili)

6.1.1 Risultati di esposizione per le sorgenti dell'aeroporto di Firenze

Popolazione

NO2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	2014			2018			2029		
	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine
0-1	240144	113563	126581	242663	114837	127826	240018	113500	126518
1-2	3271	1637	1634	1219	593	626	3849	1921	1928
2-3	193	99	94				15	9	6
3-4	363	171	192	89	40	49			
5-6				113	55	58			
6-7							113	55	58
9-10							89	40	49
15-16				14	7	7			
21-22							14	7	7
30-31	127	62	65						
<b>Totale</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>

Tabella

Popolazione esposta per classi di concentrazione di NO2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
 valore MASSIMO delle concentrazioni medie annuali all'interno delle singola sezione censuaria  
 i valori sono stimati dal modello di dispersione considerando il contributo  
 contemporaneo delle sorgenti: aerostazione di Peretola, suo esercizio (cicli LTO aeromobili) e traffico indotto (parcheggi)

Popolazione

PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	2014			2018			2029		
	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine
0-0.05	235640	111373	124267	234955	111030	123925	226950	107226	119724
0.05-0.1	3436	1699	1737	7229	3525	3704	11536	5551	5985
0.1-0.15	3853	1897	1956	745	414	331	3683	1769	1914
0.15-0.2	397	191	206	953	461	492	953	522	431
0.2-0.25	282	139	143				760	362	398
0.25-0.3	363	171	192						
0.30-0.35									
0.35-0.4				89	40	49			
0.55-0.6							89	40	49
0.7-0.75				113	55	58			
0.95-1							113	55	58
1.4-1.45				14	7	7			
2.3-2.35							14	7	7
2.35-2.4	127	62	65						
<b>Totale</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>

Tabella

Popolazione esposta per classi di concentrazione di PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]  
 valore MASSIMO delle concentrazioni medie annuali all'interno delle singola sezione censuaria  
 i valori sono stimati dal modello di dispersione considerando il contributo  
 contemporaneo delle sorgenti: aerostazione di Peretola, suo esercizio (cicli LTO aeromobili) e traffico indotto (parcheggi)

Popolazione

As [µg/m³]	2014			2018			2029		
	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine
0-0.0000025	234343	110739	123604	234856	110986	123870	208195	98307	109888
0.0000025-0.000005	4733	2333	2400	3989	1973	2016	24614	11735	12879
0.000005-0.0000075	3374	1615	1759	3818	1878	1940	5521	2664	2857
0.0000075-0.00001	821	443	378	856	422	434	4219	2073	2146
0.00001-0.0000125	337	169	168	363	171	192	225	114	111
0.0000125-0.000015							1056	508	548
0.000015-0.0000175							37	20	17
0.0000175-0.00002	363	171	192						
0.0000225-0.000025				89	40	49			
0.000025-0.0000275							15	9	6
0.0000375-0.00004				113	55	58			
0.0000525-0.000055							113	55	58
0.0000975-0.0001				14	7	7			
0.0001-0.0001025							89	40	49
0.0001575-0.00016							14	7	7
0.0001725-0.000175	127	62	65						
<b>Totale</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>

Tabella

Popolazione esposta per classi di concentrazione di As [µg/m³] valore MASSIMO delle concentrazioni medie annuali all'interno delle singola sezione censuaria i valori sono stimati dal modello di dispersione considerando il contributo contemporaneo delle sorgenti: aerostazione di Peretola, suo esercizio (cicli LTO aeromobili) e traffico indotto (parcheggi)

Popolazione

Cd [µg/m³]	2014			2018			2029		
	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine	Totale	Maschi	Femmine
0-0.0000025	236834	111978	124856	237886	112498	125388	227677	107536	120141
0.0000025-0.000005	5616	2709	2907	4777	2339	2438	10653	5170	5483
0.000005-0.0000075	876	473	403	1219	593	626	4251	2088	2163
0.0000075-0.00001	282	139	143				1249	607	642
0.00001-0.0000125							37	20	17
0.0000125-0.000015	363	171	192						
0.000015-0.0000175				89	40	49			
0.0000175-0.00002							15	9	6
0.000025-0.0000275				113	55	58			
0.000035-0.0000375							113	55	58
0.000065-0.0000675				14	7	7	89	40	49
0.000105-0.0001075							14	7	7
0.000115-0.0001175	127	62	65						
<b>Totale</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>	<b>244098</b>	<b>115532</b>	<b>128566</b>

Tabella

Popolazione esposta per classi di concentrazione di Cd [µg/m³] valore MASSIMO delle concentrazioni medie annuali all'interno delle singola sezione censuaria i valori sono stimati dal modello di dispersione considerando il contributo contemporaneo delle sorgenti: aerostazione di Peretola, suo esercizio (cicli LTO aeromobili) e traffico indotto (parcheggi)

## 6.2 RECETTORI DISCRETI

Un estratto dei risultati derivati dalle stime dell'applicazione del modello diffusionale per una selezione di dieci recettori che sono stati ritenuti significativi per la valutazione dell'esposizione della popolazione all'interno del dominio di calcolo.

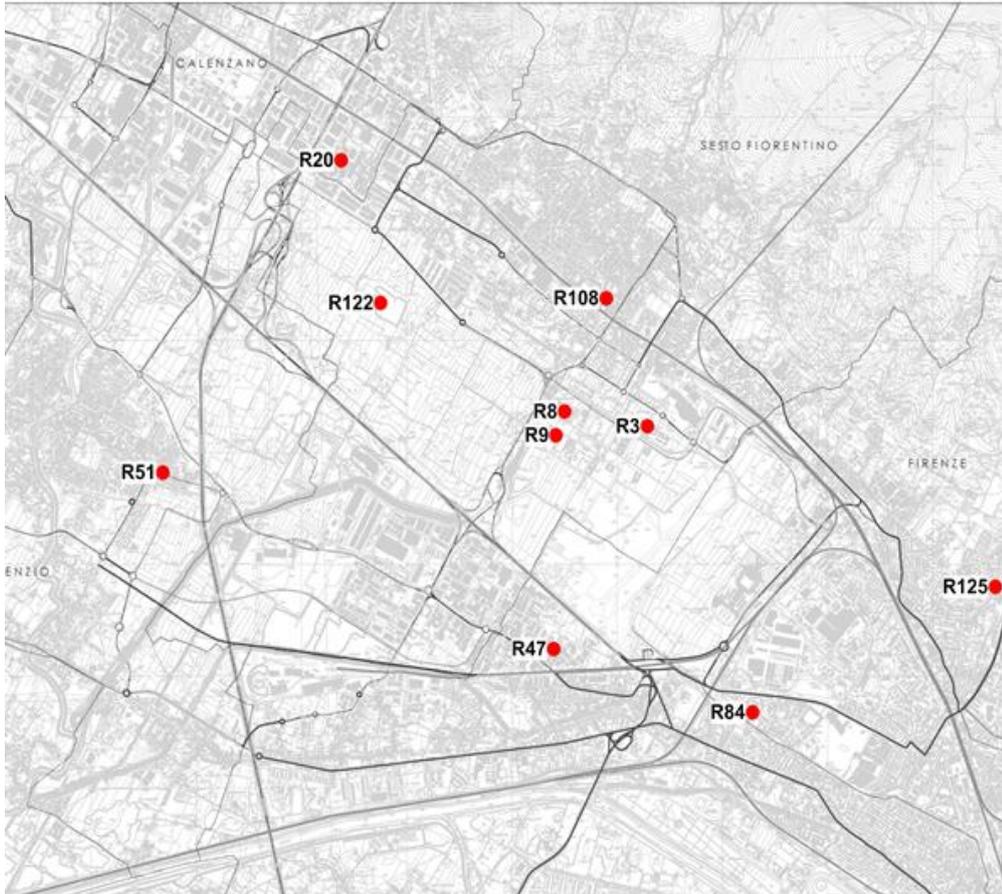


Figura 8 Ubicazione Recettori discreti indicativi

Tabella 23 Coordinate geografiche ed ubicazione recettori discreti

ID	X UTM 32	Y UTM32	Ubicazione
R3	677,255	4854,217	Sesto Fiorentino
R8	676,47	4854,349	Polo Universitario Sesto Fiorentino
R9	676,389	4854,137	Polo Universitario Sesto Fiorentino
R20	674,343	4856,595	Calenzano
R47	676,365	4852,228	Osmannoro
R51	672,652	4853,805	Campi Bisenzio
R84	678,255	4851,662	Novoli
R108	676,864	4855,362	Sesto Fiorentino
R122	674,722	4855,318	Area verde
R125	680,563	4852,783	Ospedale Careggi

Nelle tabelle seguenti si mostrano, per i recettori estratti e mostrati nella tabella precedente i valori di concentrazione media annuale derivanti dall'impatto delle singole sorgenti emissive (aeroporto, traffico e termovalorizzatore) ed il valore cumulato.

Tabella 24 Concentrazioni stimate dal modello di dispersione per lo scenario di progetto 2014 espresse [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Localizzazione	ID	Traffico		Termoval		Aeroporto		Totale	
		NO2	PM10	NO2	PM10	NO2	PM10	NO2	PM10
Sesto Fiorentino	R3	15.1485	1.6359	-	-	0.2145	0.0245	15.3630	1.6604
Polo Univ SF	R8	18.2948	1.9117	-	-	0.1707	0.0193	18.4655	1.9310
Polo Univ SF	R9	16.7850	1.7689	-	-	0.1897	0.0218	16.9747	1.7907
Calenzano	R20	21.3030	2.0366	-	-	0.0323	0.0043	21.3353	2.0409
Osmannoro	R47	25.1198	2.6338	-	-	1.7947	0.1736	26.9144	2.8074
Campi Bisenzio	R51	30.3233	2.8001	-	-	0.0442	0.0051	30.3674	2.8052
Novoli	R84	21.3750	2.1945	-	-	0.1408	0.0169	21.5158	2.2114
Sesto Fiorentino	R108	17.0303	1.7672	-	-	0.0763	0.0092	17.1065	1.7764
Area Verde	R122	12.1808	1.2927	-	-	0.0598	0.0073	12.2406	1.3000
Ospedale Careggi	R125	2.1992	0.2490	-	-	0.0251	0.0029	2.2242	0.2519

Tabella 25 Concentrazioni stimate dal modello di dispersione per lo scenario di progetto 2018 espresse [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Localizzazione	ID	Traffico		Termoval		Aeroporto		Totale	
		NO2	PM10	NO2	PM10	NO2	PM10	NO2	PM10
Sesto Fiorentino	R3	12.1358	1.5050	0.1030	0.0075	0.2844	0.0338	12.5232	1.5463
Polo Univ SF	R8	11.7840	1.4130	0.2053	0.0150	0.2430	0.0276	12.2322	1.4556
Polo Univ SF	R9	9.5468	1.1724	0.1952	0.0142	0.2709	0.0311	10.0128	1.2177
Calenzano	R20	13.4850	1.4637	0.0597	0.0044	0.0481	0.0057	13.5928	1.4738
Osmannoro	R47	17.2230	2.0875	0.0347	0.0026	1.1402	0.1404	18.3978	2.2305
Campi Bisenzio	R51	18.9330	1.9718	0.0507	0.0037	0.0599	0.0066	19.0436	1.9821
Novoli	R84	14.0678	1.6736	0.0163	0.0012	0.1622	0.0200	14.2463	1.6948
Sesto Fiorentino	R108	10.6365	1.2649	0.1245	0.0091	0.1132	0.0144	10.8742	1.2884
Area Verde	R122	8.9895	1.0852	0.0707	0.0052	0.0887	0.0101	9.1490	1.1005
Ospedale Careggi	R125	1.4030	0.1846	0.0154	0.0011	0.0311	0.0035	1.4495	0.1892

Tabella 26 Concentrazioni stimate dal modello di dispersione per lo scenario di progetto 2029 espresse [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Localizzazione	ID	Traffico		Termoval		Aeroporto		Totale	
		NO2	PM10	NO2	PM10	NO2	PM10	NO2	PM10
Sesto Fiorentino	R3	11.7990	1.5190	0.1030	0.0075	0.6496	0.0592	12.5516	1.5857
Polo Univ SF	R8	11.3543	1.4115	0.2053	0.0150	0.6578	0.0503	12.2174	1.4767
Polo Univ SF	R9	9.1470	1.1654	0.1952	0.0142	0.8628	0.0621	10.2050	1.2417
Calenzano	R20	12.3360	1.3704	0.0597	0.0044	0.0935	0.0094	12.4893	1.3841
Osmannoro	R47	16.4003	2.0698	0.0347	0.0026	1.5614	0.1975	17.9963	2.2699
Campi Bisenzio	R51	17.4210	1.8550	0.0507	0.0037	0.1092	0.0104	17.5809	1.8691
Novoli	R84	13.1220	1.6117	0.0163	0.0012	0.2109	0.0272	13.3492	1.6401
Sesto Fiorentino	R108	10.1378	1.2507	0.1245	0.0091	0.2390	0.0218	10.5012	1.2816
Area Verde	R122	8.4248	1.0522	0.0707	0.0052	0.2130	0.0183	8.7085	1.0757
Ospedale Careggi	R125	1.3547	0.1851	0.0154	0.0011	0.0446	0.0053	1.4147	0.1916

Tabella 27 Concentrazioni stimate dal modello di dispersione per lo scenario di progetto 2014 espresse [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Localizzazione	ID	Traffico		Termoval		Aeroporto		Totale	
		As	Cd	As	Cd	As	Cd	As	Cd
Sesto Fiorentino	R3	3.79E-05	2.33E-05	-	-	1.39E-06	9.25E-07	3.93E-05	2.42E-05
Polo Univ SF	R8	4.58E-05	2.81E-05	-	-	1.10E-06	7.35E-07	4.69E-05	2.89E-05
Polo Univ SF	R9	4.20E-05	2.58E-05	-	-	1.23E-06	8.19E-07	4.32E-05	2.66E-05
Calenzano	R20	5.33E-05	3.27E-05	-	-	2.24E-07	1.49E-07	5.36E-05	3.29E-05
Osmannoro	R47	6.29E-05	3.86E-05	-	-	1.06E-05	7.05E-06	7.35E-05	4.57E-05
Campi Bisenzio	R51	7.59E-05	4.66E-05	-	-	2.88E-07	1.92E-07	7.62E-05	4.68E-05
Novoli	R84	5.35E-05	3.29E-05	-	-	8.64E-07	5.76E-07	5.44E-05	3.34E-05
Sesto Fiorentino	R108	4.26E-05	2.62E-05	-	-	5.11E-07	3.41E-07	4.31E-05	2.65E-05
Area Verde	R122	3.05E-05	1.87E-05	-	-	4.05E-07	2.70E-07	3.09E-05	1.90E-05
Ospedale Careggi	R125	5.51E-06	3.38E-06	-	-	1.68E-07	1.12E-07	5.67E-06	3.49E-06

Tabella 28 Concentrazioni stimate dal modello di dispersione per lo scenario di progetto 2018 espresse [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Localizzazione	ID	Traffico		Termoval		Aeroporto		Totale	
		As	Cd	As	Cd	As	Cd	As	Cd
Sesto Fiorentino	R3	3.98E-05	2.37E-05	2.18E-05	7.53E-05	2.06E-06	1.37E-06	6.37E-05	1.00E-04
Polo Univ SF	R8	3.86E-05	2.30E-05	4.34E-05	1.50E-04	1.81E-06	1.21E-06	8.38E-05	1.74E-04
Polo Univ SF	R9	3.13E-05	1.86E-05	4.13E-05	1.42E-04	2.02E-06	1.35E-06	7.46E-05	1.62E-04
Calenzano	R20	4.42E-05	2.63E-05	1.27E-05	4.39E-05	3.89E-07	2.59E-07	5.73E-05	7.04E-05
Osmannoro	R47	5.65E-05	3.36E-05	7.60E-06	2.62E-05	7.42E-06	4.95E-06	7.15E-05	6.47E-05
Campi Bisenzio	R51	6.21E-05	3.69E-05	1.08E-05	3.71E-05	4.59E-07	3.06E-07	7.33E-05	7.43E-05
Novoli	R84	4.61E-05	2.74E-05	3.57E-06	1.23E-05	1.07E-06	7.15E-07	5.08E-05	4.05E-05
Sesto Fiorentino	R108	3.49E-05	2.07E-05	2.64E-05	9.10E-05	8.57E-07	5.71E-07	6.21E-05	1.12E-04
Area Verde	R122	2.95E-05	1.75E-05	1.51E-05	5.20E-05	7.13E-07	4.75E-07	4.53E-05	7.00E-05
Ospedale Careggi	R125	4.60E-06	2.73E-06	3.31E-06	1.14E-05	2.22E-07	1.48E-07	8.13E-06	1.43E-05

Tabella 29 Concentrazioni stimate dal modello di dispersione per lo scenario di progetto 2029 espresse [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Localizzazione	ID	Traffico		Termoval		Aeroporto		Totale	
		As	Cd	As	Cd	As	Cd	As	Cd
Sesto Fiorentino	R3	4.12E-05	2.45E-05	2.18E-05	7.53E-05	6.16E-06	4.11E-06	6.92E-05	1.04E-04
Polo Univ SF	R8	3.97E-05	2.36E-05	4.34E-05	1.50E-04	6.53E-06	4.35E-06	8.96E-05	1.78E-04
Polo Univ SF	R9	3.20E-05	1.90E-05	4.13E-05	1.42E-04	8.68E-06	5.79E-06	8.19E-05	1.67E-04
Calenzano	R20	4.31E-05	2.56E-05	1.27E-05	4.39E-05	9.12E-07	6.08E-07	5.67E-05	7.01E-05
Osmannoro	R47	5.73E-05	3.41E-05	7.60E-06	2.62E-05	1.24E-05	8.28E-06	7.73E-05	6.86E-05
Campi Bisenzio	R51	6.09E-05	3.62E-05	1.08E-05	3.71E-05	1.04E-06	6.91E-07	7.27E-05	7.40E-05
Novoli	R84	4.59E-05	2.73E-05	3.57E-06	1.23E-05	1.69E-06	1.13E-06	5.11E-05	4.07E-05
Sesto Fiorentino	R108	3.54E-05	2.11E-05	2.64E-05	9.10E-05	2.29E-06	1.52E-06	6.41E-05	1.14E-04
Area Verde	R122	2.94E-05	1.75E-05	1.51E-05	5.20E-05	2.12E-06	1.41E-06	4.67E-05	7.09E-05
Ospedale Careggi	R125	4.73E-06	2.81E-06	3.31E-06	1.14E-05	3.73E-07	2.49E-07	8.41E-06	1.45E-05

## 7 VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Sulla base della caratterizzazione chimica degli inquinanti emessi, si deriva, la frazione inalata e da ciò si calcola il corrispondente livello di rischio cumulativo per la popolazione esposta. Utilizzando il modello proposto da EPA (EPA 2003), la dose inalatoria assorbita dalla popolazione potenzialmente esposta viene calcolata sulla base delle concentrazioni stimate usando la seguente equazione:

$$DS = \frac{C_{aria} \cdot EF \cdot ED}{AT \cdot 365}$$

dove

DS =  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (dose inalata)

$C_{aria}$  = concentrazione in atmosfera  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

EF = 350 giorni/anno (frequenza d'esposizione)

ED = 40 anni (durata di esposizione)

AT = 70 anni (periodo sul quale l'esposizione è mediata)

La stima e la caratterizzazione del rischio consiste nell'integrazione del valore della dose media giornaliera assunta con l'informazione tossicologica quantitativa, che per le sostanze cancerogene è:

$$RC_{inh\_i} = DS \cdot UR$$

dove

$RC_{inh\_i}$  = rischio cancerogeno per inalazione, definito come la probabilità di casi incrementali di tumore nel corso della vita causati dall'esposizione alla sostanza.

UR = rischio addizionale di sviluppare un tumore nel tempo di vita "life time" ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )<sup>-1</sup>.

Il rischio cancerogeno totale viene quindi stimato come contributo cumulato del rischio cancerogeno per inalazione di ogni singola sostanza; le specie chimiche cancerogene agiscono spesso su organi bersaglio differenti e con meccanismi differenti ma, in maniera conservativa, il modello assume che i cancerogeni in esame abbiano impatto additivo sugli stessi organo bersaglio, tralasciando potenziali effetti sinergici o antagonistici non previsti dalla metodica EPA perché allo stato dell'arte risultano di difficile implementazione; ovviamente questa assunzione può sovrastimare o sottostimare il rischio totale.

$$\text{Rischio Cancerogeno Totale} = \sum_i RC_{inh\_i}$$

In letteratura generalmente sono disponibili i fattori di rischio (UR, limite superiore del rischio life-time di cancro per esposizione continua ad una sostanza a concentrazione di 1 microgrammo per metro cubo in aria), da cui è possibile calcolare la potenza cancerogena di una sostanza sulla base della formula:

$$CSF = UR \cdot \left( \frac{70\text{kg}}{20\text{m}^3/\text{giorno}} \right) 1000 \frac{\mu\text{g}}{\text{mg}}$$

In questo studio si sono utilizzati i fattori di rischio unitario proposti da US-EPA.

Per le sostanze non cancerogene l'indice di rischio (HI – Hazard Index) esprime di quanto la concentrazione di una sostanza supera la concentrazione di riferimento (RfC), cioè la concentrazione che, alla luce delle esistenti

conoscenze scientifiche si ritiene non produca effetti indesiderati nella popolazione generale. L'indice RfC viene stimato secondo la seguente formula.

$$HI = \left( \frac{C_{aria}}{RfC} \right)$$

Per le sostanze non cancerogene assunte in miscela, la valutazione degli effetti tossicologici totali può essere effettuata, con grande approssimazione, sommando il contributo potenziale (HI) di ciascuna sostanza, assumendo che gli effetti avversi riguardino lo stesso organo bersaglio e si verifichino con identico meccanismo per l'intero range delle dosi considerate.

$$HI_{inh} = \sum_i HI$$

Il processo di valutazione termina confrontando il valore di rischio calcolato con i criteri di accettabilità del rischio. In pratica applica un indice che per le sostanze non cancerogene coincide con il non superamento del valore RfC ( $HI \leq 1$ ) e, per le sostanze cancerogene, prevede che non vi sia più di un caso di tumore incrementale su 100.000 esposti (10-5).

### 7.1 VALUTAZIONE RISCHIO – SOSTANZE CANCEROGENE

Gli Slope Factor e gli indici rischio unitario (Unit Risk), derivanti da studi tossicologici o epidemiologici, in accordo con US EPA, sono valori che corrispondono al limite di confidenza del 95%, rappresentando dunque un valore conservativo. In tabella seguente sono riportati i fattori di rischio cancerogeno per le sostanze monitorate nel presente studio, e la relativa fonte bibliografica. Si riporta inoltre la classe di cancerogenicità secondo la classificazione IARC (International Agency for Research on Cancer) associata a ciascuna sostanza aggiornata a luglio 2013. Il criterio di classificazione IARC riportato di seguito considera l'insieme delle evidenze scientifiche (dati epidemiologici, studi sull'animale e studi meccanicistici) che permettono di stabilire se una sostanza ha capacità di causare lo sviluppo di tumori. Si tratta dunque di una classificazione di tipo qualitativo, di ovvia importanza a fini di prevenzione e necessaria per stabilire se, nel processo di risk assessment sia appropriato utilizzare il modello stocastico.

Tabella 30: Fattori di rischio cancerogeno per le sostanze monitorate

	Classe cancerogenicità	UR inalazione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) <sup>-1</sup>	SF ( $\text{mg}/\text{kg}\cdot\text{day}$ ) <sup>-1</sup>	Fonte
As	1	0.0015	5.25	WHO
Cd	1	0.0018	6.30	US-EPA

Tabella 31: Classificazione grado di cancerogenicità

1	Cancerogeno per l'uomo (sulla base di sufficiente evidenza negli animali da esperimento)
2A	Probabile cancerogeno per l'uomo (sulla base di evidenza limitata nell'uomo ed evidenza sufficiente negli animali da esperimento)
2B	Possibile cancerogeno per l'uomo (sulla base di evidenza limitata nell'uomo e evidenza non del tutto sufficiente negli animali da esperimento oppure di evidenza sufficiente negli animali ed evidenza inadeguata nell'uomo)
3	Non classificabile per la cancerogenicità per l'uomo
4	Probabile non cancerogeno per l'uomo

Nei grafici seguenti si mostrano i valori di Rischio Cancerogeno sia specifici per ogni singola tipologia di sorgente che per il contributo cumulato (Rischio Cancerogeno Totale) relativamente ai due scenari considerati (progetto 2018 e progetto 2029).

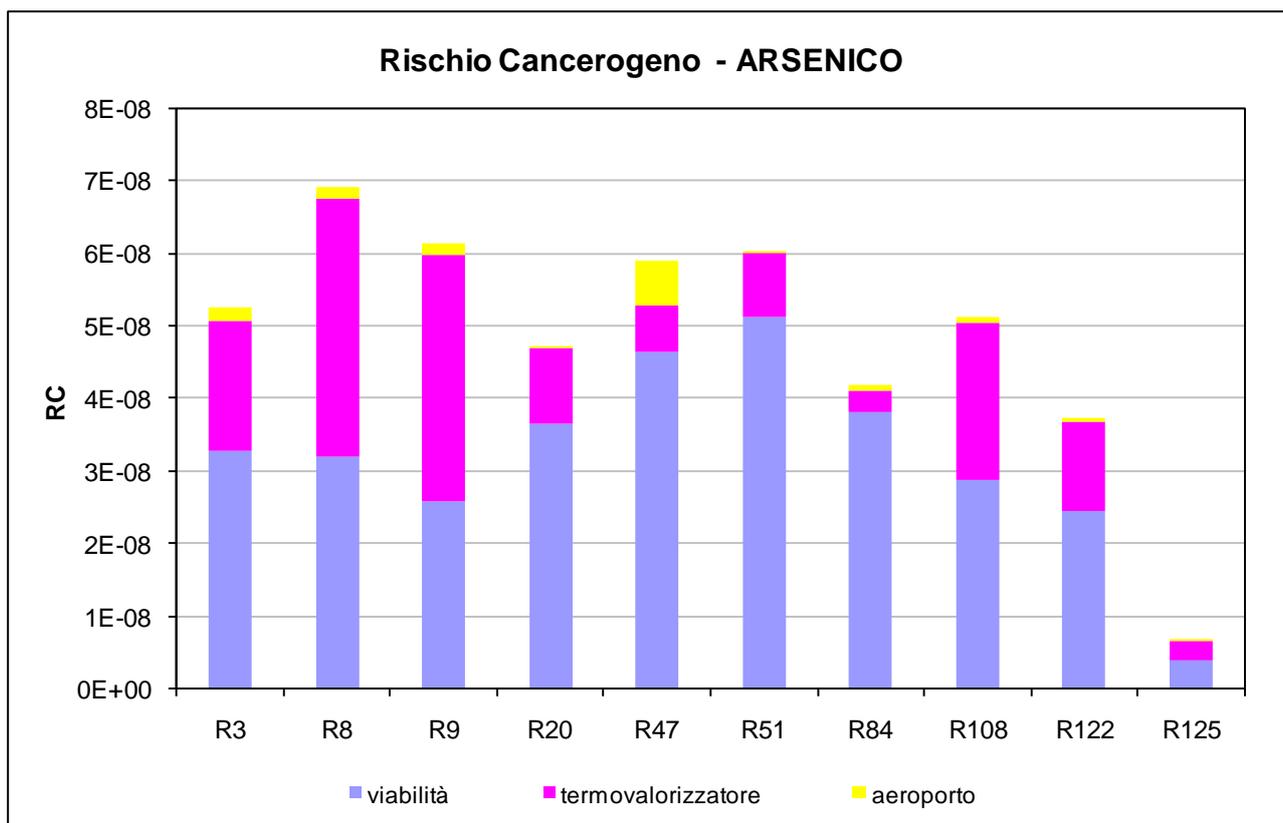


Figura 9 Valutazione dell'indice di rischio cancerogeno per il progetto di scenario 2018 per Arsenico.

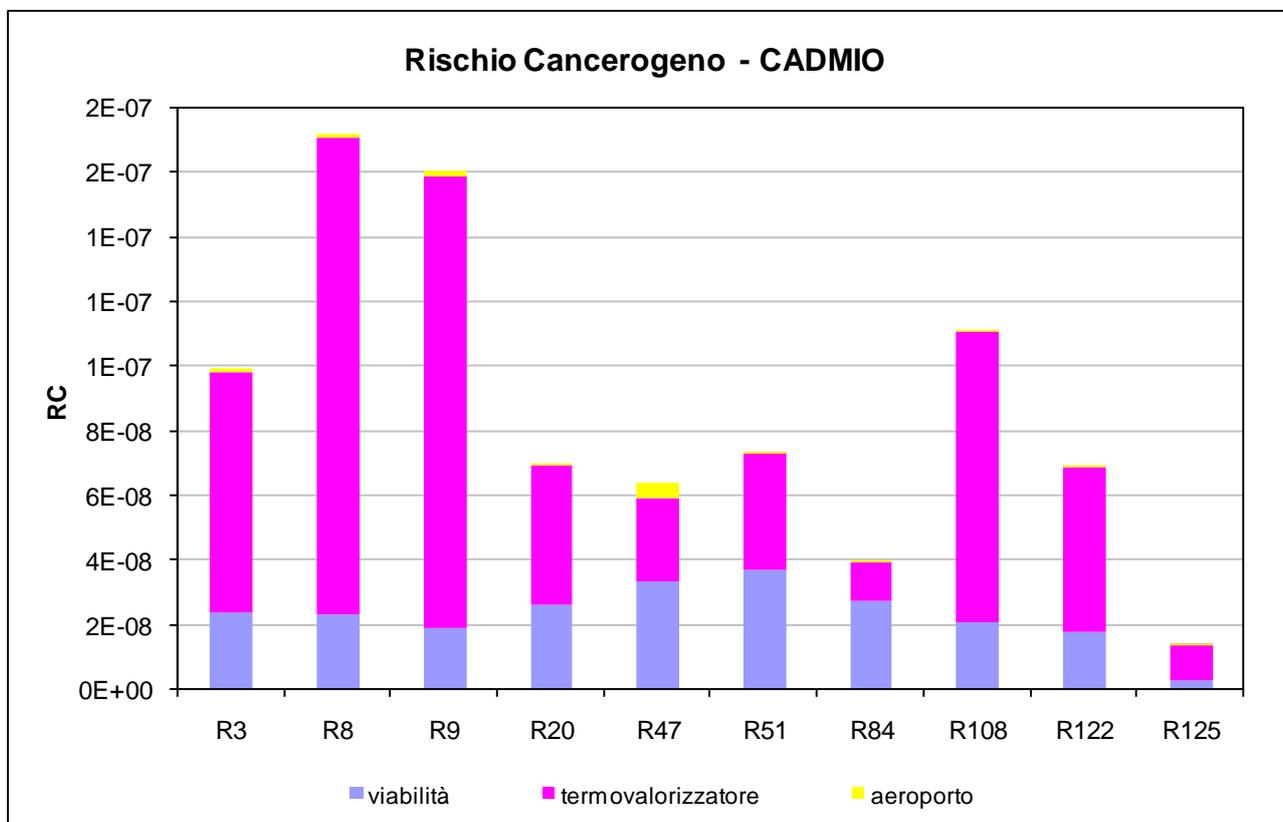


Figura 10 Valutazione dell'indice di rischio cancerogeno per il progetto di scenario 2018 per Cadmio.

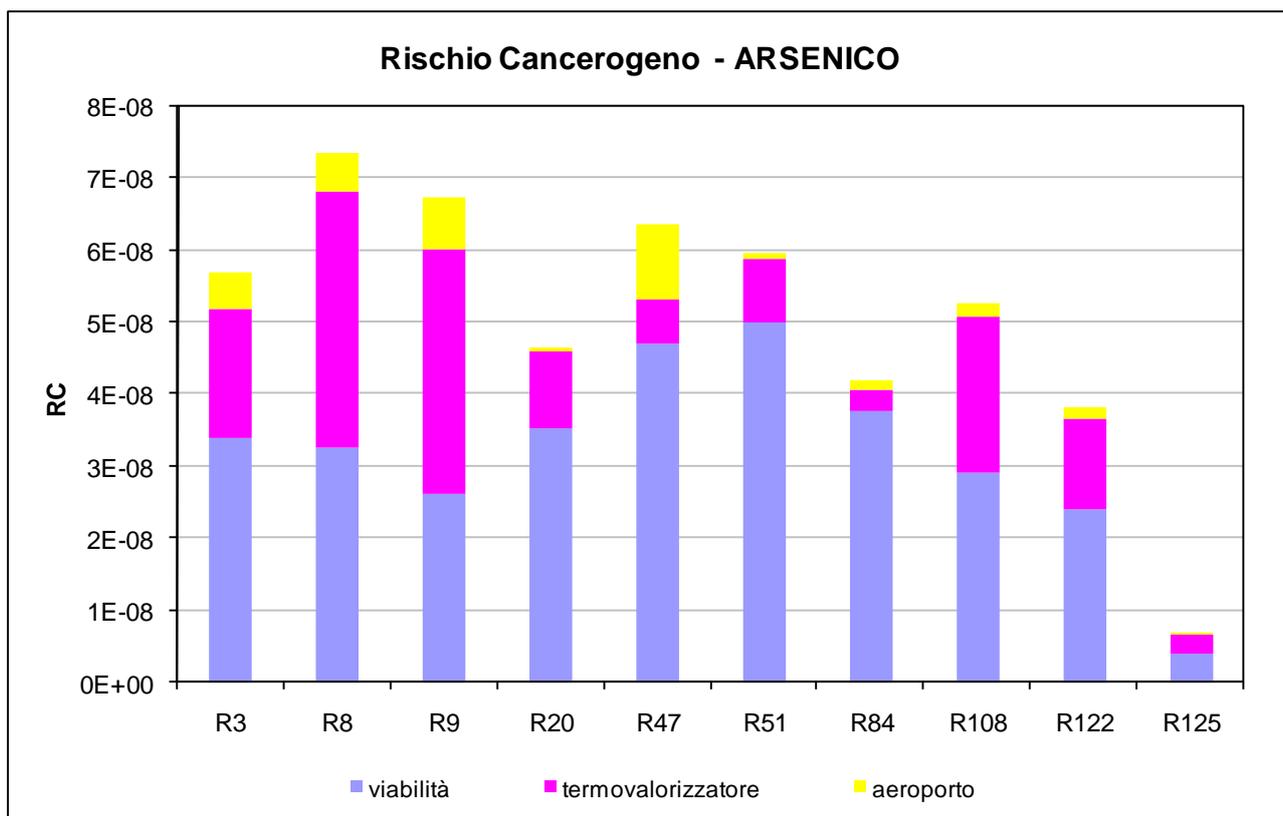


Figura 11 Valutazione dell'indice di rischio cancerogeno per il progetto di scenario 2029 per Arsenico.

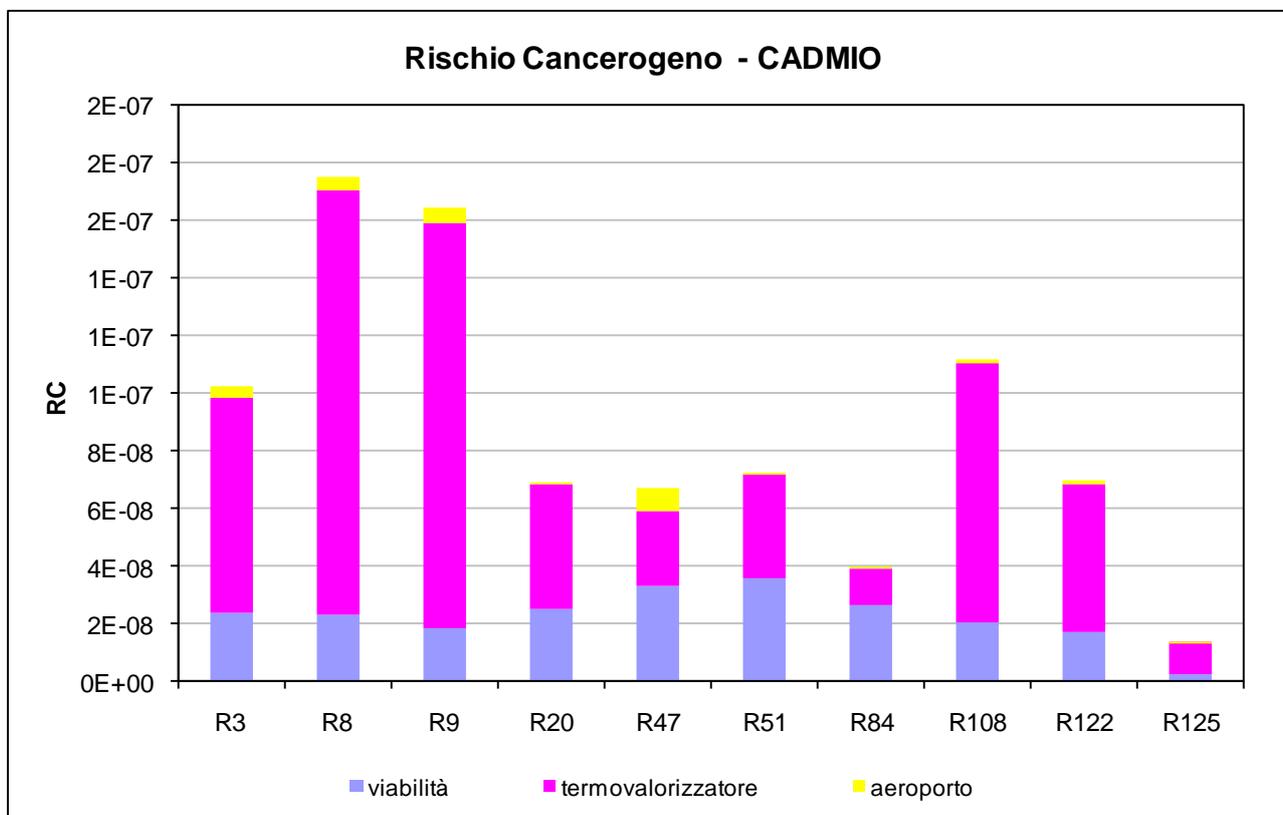


Figura 12 Valutazione dell'indice di rischio cancerogeno per il progetto di scenario 2029 per Cadmio.



Nella seguente tabella si valuta anche il contributo cumulativo del rischio cancerogeno RC per la sommatoria dei due inquinanti considerati. E' possibile notare come anche il valore cumulato sia ben distante dal valore di riferimento. Infatti, si ricorda che, nella valutazione del rischio cancerogeno, US-EPA considera tollerabile un valore “de minimis” di rischio pari a  $10^{-6}$  (probabilità di un caso aggiuntivo di tumore per un milione di soggetti esposti), prevedendo azioni di contrasto discrezionali nell'intervallo tra  $10^{-4}$  e  $10^{-6}$  e interventi pianificati se il rischio è superiore a  $10^{-4}$ .

**Tabella 32 Rischio Cancerogeno totale per i due scenari di progetto e considerando tutte le sorgenti di emissione (traffico, termovalorizzatore e aeroporto)**

Localizzazione	ID	RC tot Scenario 2018	RC tot Scenario 2029
Sesto Fiorentino	R3	1.51E-07	1.59E-07
Polo Univ SF	R8	2.40E-07	2.49E-07
Polo Univ SF	R9	2.21E-07	2.32E-07
Calenzano	R20	1.17E-07	1.16E-07
Osmannoro	R47	1.23E-07	1.31E-07
Campi Bisenzio	R51	1.34E-07	1.33E-07
Novoli	R84	8.16E-08	8.22E-08
Sesto Fiorentino	R108	1.62E-07	1.65E-07
Area Verde	R122	1.06E-07	1.08E-07
Ospedale Careggi	R125	2.08E-08	2.12E-08

## 7.2 VALUTAZIONE RISCHIO SOSTANZE PERICOLOSE (TOSSICI NON CANCEROGENI)

La valutazione del rischio per inalazione si completa con la stima dell'impatto per le sostanze pericolose. Tali inquinanti producono effetti avversi che, per quanto attiene alla valutazione del danno sanitario, si possono grosso modo classificare in due gruppi:

Effetti tossici a lungo termine (es. patologie respiratorie croniche)

Effetti tossici acuti o a breve incubazione (es. eventi cardiovascolari, riacutizzazioni di asma o di broncopneumopatie ostruttive)

In tabella sono riportate, per ciascuna sostanza, le concentrazioni di riferimento per effetti cronici (RfC) quali risultano dai database dell'EPA 2003 e 2005, con indicazione dei relativi organi bersaglio. Occorre qui ricordare che i valori di RfC sono derivati per estrapolazione alle basse dosi dai risultati di studi condotti su animali, con modalità e finalità che sono proprie del risk assessment (identificare genericamente dosi e bersagli "critici", in termini di rischio tossicologico). Pertanto, il concetto di "organo bersaglio", rappresentato nei data base EPA e qui ripreso nella tabella, ha significato differente da quello nosologico che il termine assume in ambito clinico (in altre parole, un certo fattore ambientale può provocare nell'uomo molteplici malattie, diverse l'una dall'altra, che impattano sullo stesso organo bersaglio, es. apparato respiratorio, sistema nervoso ecc.). Proprio in ragione del criterio tipicamente adottato nel risk assessment per la determinazione degli effetti critici, il rischio non cancerogeno per via inalatoria può essere calcolato per default (come nel presente studio), sommando il contributo di ciascuna sostanza per apparato, da cui risultano concentrazioni teoriche totali che sono accettabili se la somma è inferiore o uguale a 1.

Tabella 33: Concentrazioni di riferimento effetti cronici per le sostanze monitorate

	RfC mg/m <sup>3</sup>	Sistema nervoso	sviluppo	Cardio- vascolare	Immono- logico	Respiratorio	Reni	Digerente	Emopoietici
As	1.50E-05	x	x	x					
Cd	2.00E-05					x	x		
NO <sub>2</sub>	1.00E-01					x			
PM <sub>10</sub>	1.50E-02					x			

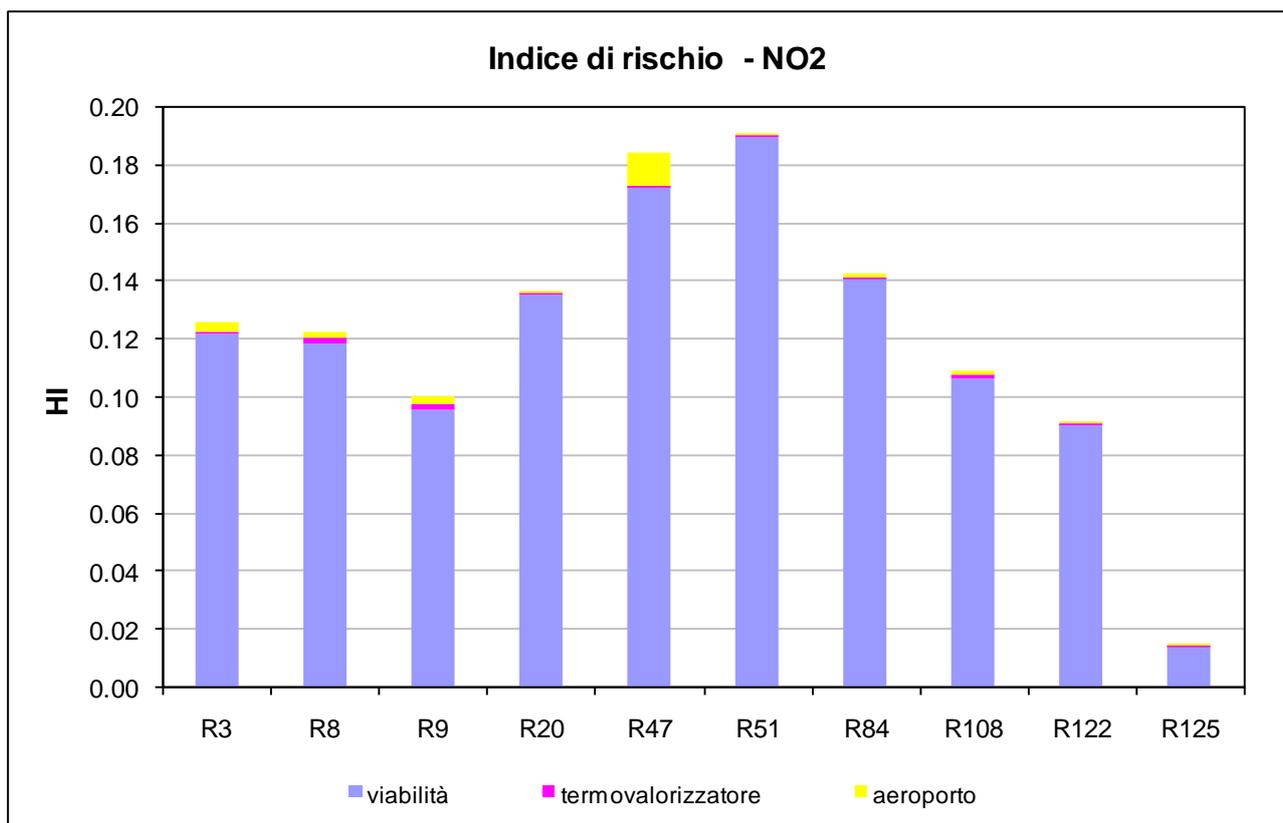


Figura 13 Valutazione dell'indice di rischio HI per il progetto di scenario 2018 per NO2.

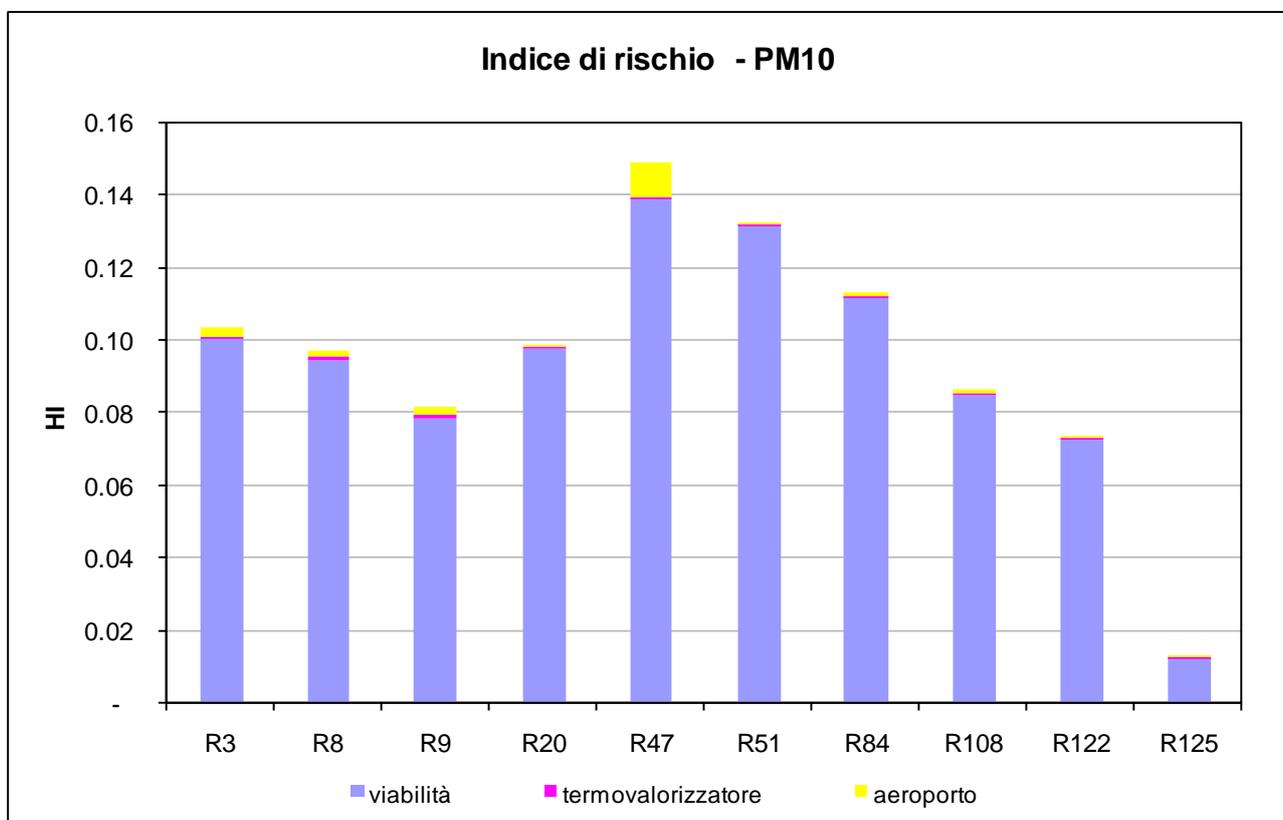


Figura 14 Valutazione dell'indice di rischio HI per il progetto di scenario 2018 per PM10.

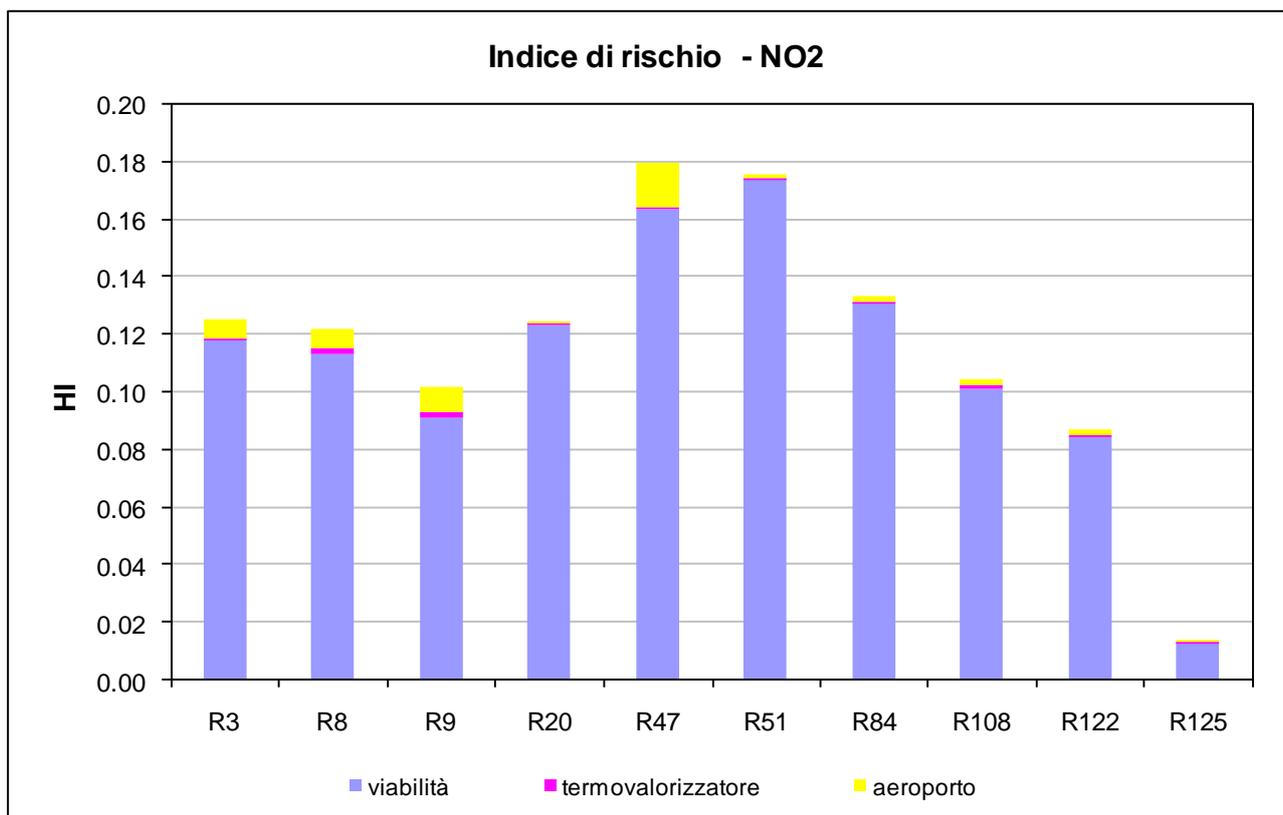


Figura 15 Valutazione dell'indice di rischio HI per il progetto di scenario 2029 per NO2.

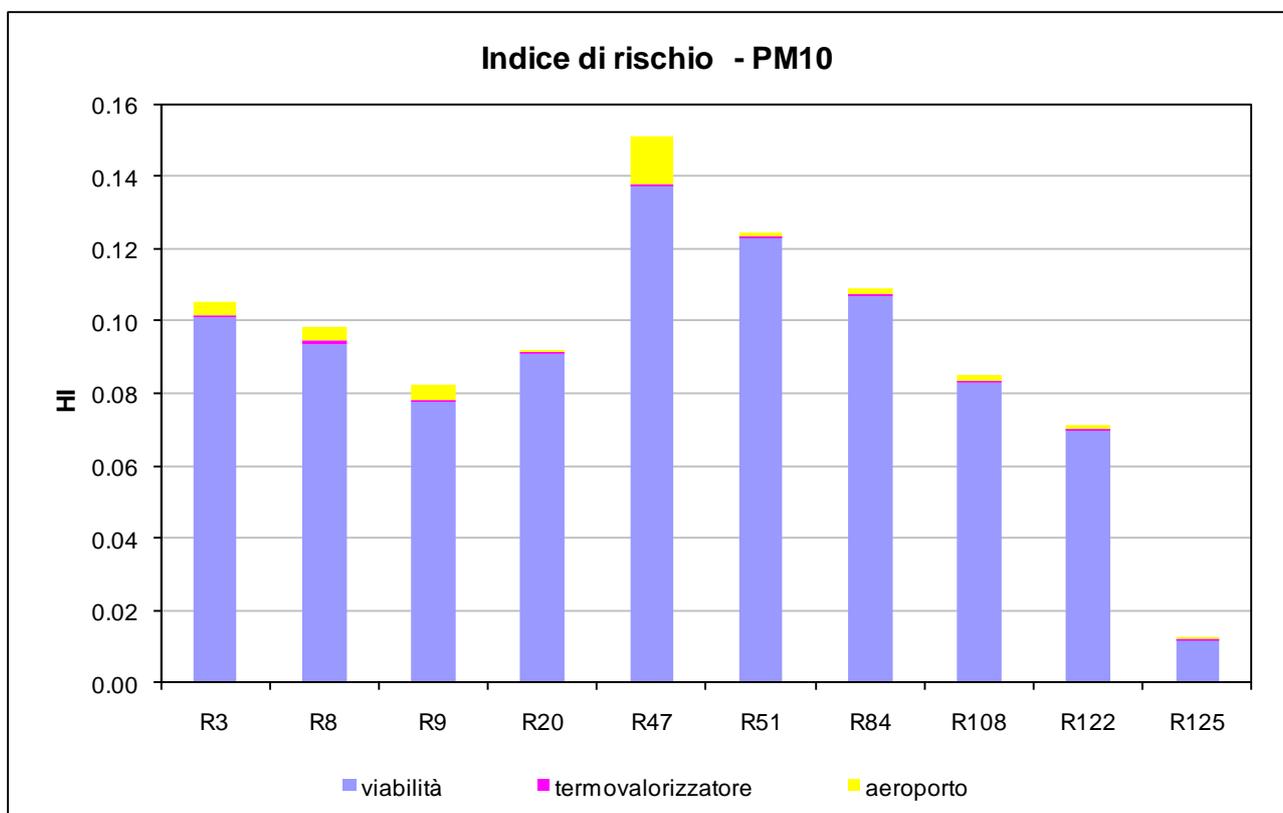


Figura 16 Valutazione dell'indice di rischio HI per il progetto di scenario 2029 per PM10.

Tabella 34 contributo integrato delle sostanze per indice di rischio per le quattro sostanze studiate (PM10, NO2, Cd e As)

Localizzazione	ID	Scenario 2018 HI inh	Scenario 2029 HI inh
Sesto Fiorentino	R3	0.238	0.241
Polo Univ SF	R8	0.234	0.235
Polo Univ SF	R9	0.194	0.199
Calenzano	R20	0.242	0.224
Osmannoro	R47	0.341	0.340
Campi Bisenzio	R51	0.331	0.309
Novoli	R84	0.261	0.248
Sesto Fiorentino	R108	0.204	0.200
Area Verde	R122	0.171	0.165
Ospedale Careggi	R125	0.028	0.028

Il valore del Hazard Index per le sostanze non cancerogene deve essere inferiore all'unità determina il criterio di accettabilità del rischio valutato.

### 7.3 CONCLUSIONI

Il presente studio ha permesso di valutare il rischio sanitario per la realizzazione dell'opera in progetto, ampliamento dell'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze, e di paragonare questo ai medesimi indicatori di rischio associati alle altre attività antropiche con esso correlate e presenti sul territorio.

Non rientra tra gli obiettivi del presente lavoro la valutazione epidemiologica né la raccolta di dati sull'incidenza di patologie correlabili all'inquinamento atmosferico nel sito oggetto di esame. Una dettagliata analisi modellistica ha consentito di valutare le ricadute sulla qualità dell'aria delle differenti tipologie di sostanze presenti nelle emissioni legate all'esercizio dell'aeroporto di Firenze e delle altre sorgenti significative sul territorio.

Le simulazioni sono state condotte utilizzando un modello a dispersione a puff non stazionario, Calpuff Model System, riconosciuto da US-EPA come uno tra i modelli di riferimento per applicazioni sul trasporto a lunga distanza degli inquinanti, nell'ambito di studi di impatto ambientale.

Lo studio ha permesso, per gli inquinanti atmosferici considerati più rappresentativi dal punto di vista tossicologico (NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, As, Cd), di confrontare le stime di rischio del solo aeroporto con quelle riguardanti il contributo complessivo delle varie sorgenti (aeroporto, termovalorizzatore e rete stradale).

Le simulazioni modellistiche dapprima, hanno permesso di costruire la base di dati per il calcolo dell'esposizione della popolazione residente sul territorio dei comuni interessati dalle ricadute delle emissioni dell'opera in esame.

L'applicazione della metodologia di risk assessment proposta ha poi permesso di valutare il reale contributo delle sorgenti al potenziale rischio sia cancerogeno che tossicologico per le sostanze non cancerogene.

I risultati valutati sia in riferimento a punti recettori individuati sul territorio che nella totalità del dominio di calcolo, tramite la realizzazione di mappe tematiche di rischio, hanno permesso di valutare come accettabile i livelli di rischio in quanto ben lontani dai parametri limite di riferimento.