



MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI



E.N.A.C
ENTE NAZIONALE per L'AVIAZIONE
CIVILE

Committente Principale



AEROPORTO INTERNAZIONALE DI FIRENZE AMERIGO VESPUCCI

Opera

PROJECT REVIEW – PIANO DI SVILUPPO AEROPORTUALE AL 2035

Titolo Documento

POPOLAZIONE E ASSETTO SANITARIO
Studio Tossicologico e di igiene ambientale per Valutazione di Impatto Sanitario

Livello di Progetto

STUDIO AMBIENTALE INTEGRATO

LIV	REV	DATA EMISSIONE	SCALA	CODICE FILE
SAI	00	MARZO 2024	N/A	FLR-MPL-SAI-QVA9-001-SL-RT_Impatto Sanitario
				TITOLO RIDOTTO
				Impatto Sanitario

00	03/2024	EMISSIONE PER PROCEDURA VIA-VAS	UNIPI	C. NALDI	L. TENERANI
REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

<p>COMMITTENTE PRINCIPALE</p>  <p>ACCOUNTABLE MANAGER Dott. Vittorio Fanti</p>	<p>GRUPPO DI PROGETTAZIONE</p>  <p>DIRETTORE TECNICO Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara n°631</p>	<p>SUPPORTI SPECIALISTICI</p> <p>SUPPORTO SPECIALISTICO</p>  <p>Dipartimento di Ricerca Traslazione e delle Nuove Tecnologie in Medicina e Chirurgia</p> <p>Prof. Dr. Rudy Foddis Prof. Ordinario Medicina del Lavoro Docenza di Medicina del Lavoro, Tossicologia Industriale, Igiene industriale Università di Pisa</p>
<p>POST HOLDER PROGETTAZIONE Ing. Lorenzo Tenerani</p> <p>POST HOLDER MANUTENZIONE Ing. Nicola D'ippolito</p> <p>POST HOLDER AREA DI MOVIMENTO Geom. Luca Ermini</p>	<p>RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara n°631</p>	

*“Studio tossicologico e di igiene ambientale
finalizzato all’acquisizione di dati relativi alla
Valutazione di Impatto Sanitario nel contesto della
Valutazione Ambientale Integrata VIA-VAS (art. 6,
comma 3-ter del D.Lgs 152/2006 e smi)”*

Prof. Dr. Rudy Foddis

Prof. Ordinario Medicina del Lavoro
Docenza di Medicina del Lavoro,
Tossicologia Industriale, Igiene industriale
Università di Pisa

Premessa	4
Inquadramento dell'area.....	5
Inquadramento demografico ed epidemiologico.....	6
Quadro demografico	6
Profilo epidemiologico sanitario.....	12
Pandemia Coronavirus.....	17
Malattie croniche	17
Mortalità per sistemi	24
Tumori	29
Introduzione	29
Situazione Toscana	29
Modellistica diffusionale (dati estrapolati da relazione fornita da Ambiente SpA in allegato alla presente)	35
Area di Studio	35
Scelta Del Modello Matematico	36
Calpuff Model System	38
Configurazione del codice di dispersione.....	39
Normale esercizio	39
Stime di ricaduta.....	41
Aspetti metodologici di calcolo del rischio.....	47
Considerazioni generali	47
Scelta degli inquinanti da valutare	48
Metodologia di valutazione del rischio deterministico	48
Metodologia di valutazione del rischio probabilistico	50
Metodologia di valutazione del rischio da PM con metodo epidemiologico.....	52
Risultati.....	55
Analisi del rischio deterministico.....	55
Analisi del rischio probabilistico (approccio RA)	60
Analisi del rischio probabilistico (approccio HIA)	64
Effetti sulla salute del rumore	68
Salute e rumore di origine aeroportuale.....	68
Ipertensione arteriosa	68
Cardiomiopatia ischemica	69
Annoyance, disturbi dell'apprendimento e del sonno	70
Indicazioni dell'Organizzazione Mondiale della Sanità	71
Criteri di determinazione del rumore (unità di misura)	72

Limiti e Raccomandazioni in Italia	73
Sintesi operativa in merito a livelli esposti per rumore di significato per il benessere e la salute della popolazione	74
Analisi delle stime di impatto acustico aeroportuale.....	74
Conclusioni	79

Premessa

Il presente studio ha la finalità di valutare gli effetti complessivi sulla salute, diretti e indiretti, che la messa in esercizio di quanto previsto dalla Project Review del Piano di Sviluppo Aeroportuale dell'aeroporto di Firenze potrà determinare in termini di salute sulla popolazione locale residente (Valutazione di Impatto Sanitario nel contesto della Valutazione Ambientale Integrata VIA-VAS).

La Project Review del Piano di Sviluppo Aeroportuale riguarda l'orizzonte temporale del 2035 e prevede diversi interventi/opere oggetto di progressiva attuazione, tra i quali la realizzazione della nuova pista di volo (con dismissione di quella esistente), l'ampliamento delle aree di sosta/manovra degli aeromobili e la realizzazione del nuovo terminal passeggeri (con relative e connesse opere di urbanizzazione) rappresentano le principali componenti di carattere prettamente aeroportuale, alle quali si integrano interventi di inserimento territoriale, di mitigazione e compensazione ambientale e paesaggistica. Si tratta di un insieme di opere che, tra le altre cose, prevede azioni di trasformazione su ambiti territoriali al momento non interessati dall'infrastruttura aeroportuale e dalle destinazioni d'uso contemplate nel Masterplan.

Le attività oggetto della presente relazione contemplano:

1. Valutazione e analisi degli indicatori di salute ante-operam della popolazione residente nei comuni coinvolti dalla progettualità in esame (Prato, Sesto Fiorentino, Campi Bisenzio, Signa, Firenze, Calenzano, Bagno a Ripoli, Lastra a Signa, Scandicci)
2. Valutazione previsionale di indicatori di detrimento della salute di natura Deterministica e di natura probabilistica, sulla base dei dati di ricaduta degli inquinanti atmosferici forniti dal Committente.
3. Valutazione eventuale impatto sulla salute e sul confort residenziale conseguente ad inquinamento acustico, come da esistente valutazione preliminare valutazione di impatto acustico previsionale

La presente valutazione nelle fasi appena descritte è stata condotta sulla base di una modellistica diffusionale con le relative stime di concentrazione degli inquinanti nei punti di ricaduta, rilevamenti cartografici, selezione degli inquinanti da valutare, selezione dei siti sensibili, dati rilevazione e stima dell'inquinamento acustico forniti da Ambiente SpA, per conto di Toscana Aeroporti Engineering srl .

Inquadramento dell'area

L'area di studio ricomprende amministrativamente le Province di Prato e Firenze; per le valutazioni è stato considerato un dominio di calcolo esteso circa 900 km² e centrato sull'area, come mostrato in Figura 1a e 1b. Tale area ben rappresenta la conformazione del territorio ed include i potenziali recettori per la stima del potenziale impatto sulla salute dei cittadini residenti nell'area di indagine della VAS indicata al Capitolo 6, par. 6.1 del documento SAPI 2.

I territori dei Comuni sopra indicati (Sesto Fiorentino, Firenze, Campi Bisenzio e Signa) risultano, al contempo, pertinenti anche per l'analisi sanitaria.

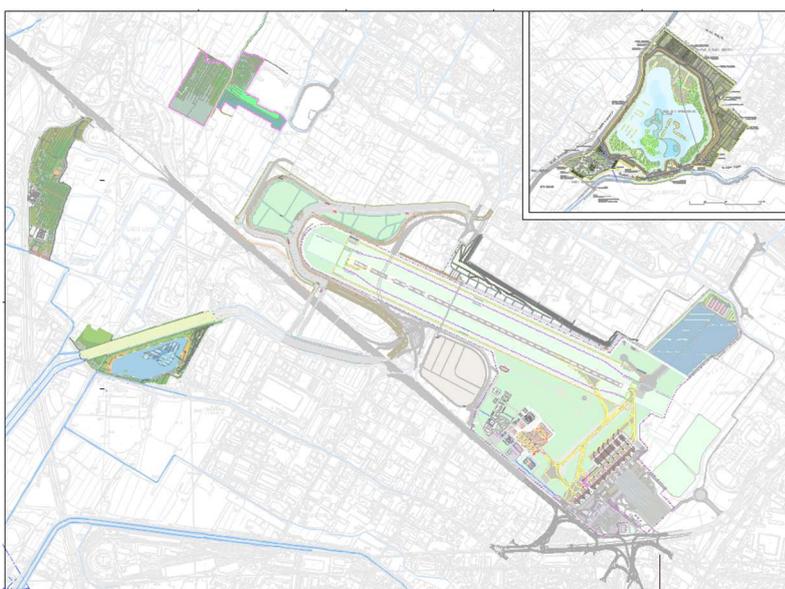


Fig. 1a Estratto della planimetria di progetto del masterplan.

Nella seguente figura si mostrano l'area di indagine per le analisi: in blu le opere previste dalla revisione progettuale del Piano di Sviluppo Aeroportuale; in giallo e turchese le traiettorie di atterraggio e decollo.

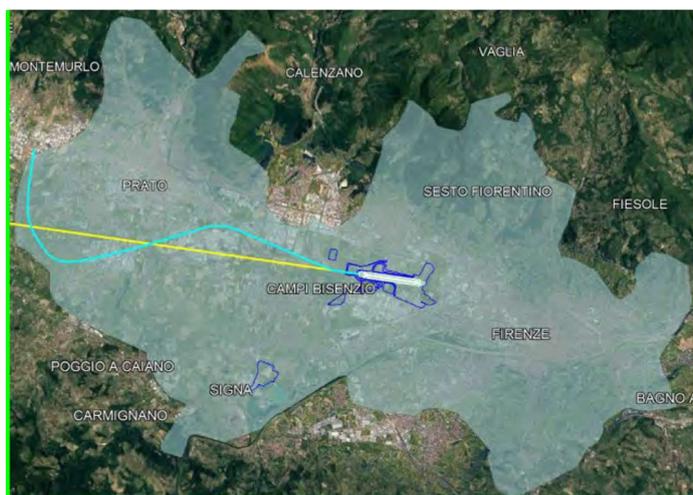


Fig. 1b inquadramento del dominio di indagine.

Inquadramento demografico ed epidemiologico

Quadro demografico

L'analisi epidemiologica è qui ricostruita in base ai dati forniti dell'Agenzia Regionale Sanità della Toscana (ARS) ed ISTAT derivanti da documenti tecnico-scientifici che riportano stime aggiornate di mortalità, ospedalizzazione, incidenza di tumori e di altre malattie, comprese quelle che hanno più attinenza con i fattori ambientali oggetto della presente valutazione.

Di seguito i principali indicatori demografici dei comuni direttamente o indirettamente interessati dalle possibili interazioni dell'opera in progetto con l'ambiente.

CODISTAT	Nome Comune	maschi	femmine	Tot	Percentuale sul dominio di calcolo %
048017	FIRENZE	171 345	191 397	362 742	46
100005	PRATO	96 106	100 211	196 317	25
048006	CAMPI BISENZIO	23 629	24 047	47 676	6.1
048043	SESTO FIORENTINO	23 277	25 618	48 895	6.2
048005	CALENZANO	8881	9218	18 099	2.3
048044	SIGNA	9259	9660	18 919	2.4
048024	LASTRA A SIGNA	9672	9966	19 638	2.5
048001	BAGNO A RIPOLI	11 975	13 232	25 207	3.2
048041	SCANDICCI	23 362	25 837	49 199	6.3
	Totali	377.506	409.186	786.692	100.0

Tabella 1 Popolazione per ambito comunale – statistiche demografiche popolazione (agg. gennaio 2023)

Come evidente dalla tabella sopra mostrata, il 71% della popolazione presente nell'area di studio è compreso nell'ambito amministrativo dei comuni di Firenze e Prato. La densità abitativa varia dai 235,05 ab/km² di Calenzano ai 3.556,29 ab/km² del comune di Firenze, testimoniando una significativa variabilità della densità abitativa dell'area presa in esame. Di seguito sono riportati graficamente gli andamenti di popolazione residente nei comuni presi in esame sulla base dei dati forniti da ISTAT. Per alcuni comuni come Prato, Sesto F.no, Calenzano, Signa e Lastra a Signa si osserva negli ultimi anni un costante o quasi costante incremento della popolazione anagraficamente residente. Per tutti gli altri comuni l'andamento ha presentato variazioni significative con distanze tra gli estremi nel periodo 2001- 2022 di circa il 15% rispetto al dato di popolosità più alto, come è accaduto nel comune di Firenze (Fig.2) e nei comuni di Scandicci e Bagno a Ripoli (Fig. 5, 8), dove le variazioni sono state molto più contenute (circa il 3%).



Figura 2 – Andamento della popolazione residente nel comune di Firenze



Figura 3 – Andamento della popolazione residente nel comune di Prato



Figura 4 – Andamento della popolazione residente nel comune di Calenzano



Figura 5- Andamento della popolazione residente nel comune di Scandicci



Figura 6- Andamento della popolazione residente nel comune Sesto Fiorentino



Figura 7- Andamento della popolazione residente nel Comune di Signa



Figura 8- Andamento della popolazione residente nel comune di Bagno a Ripoli



Figura 9 – Andamento della popolazione residente nel comune di Lastra a Signa



Figura 10- Andamento della popolazione residente nel Comune di Campi Bisenzio

Dall'analisi della piramide dell'età si evince come la popolazione residente nell'area oggetto di studio, coerentemente con l'andamento nazionale, presenti una tendenza all'invecchiamento risultato questo dovuto, con tutta probabilità, al ben conosciuto fenomeno della costante riduzione della natalità nel tempo, in costanza di aumento dell'aspettativa di vita media. Nei comuni oggetto di indagine (Fig. 12-20) si osserva coerentemente con il dato regionale complessivo (Fig. 11) una maggiore rappresentatività femminile nelle fasce di età più avanzate, dato anche questo a sua, coerente con il trend nazionale.

Struttura per età e sesso dei residenti nei comuni di interesse

Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° Gennaio 2023

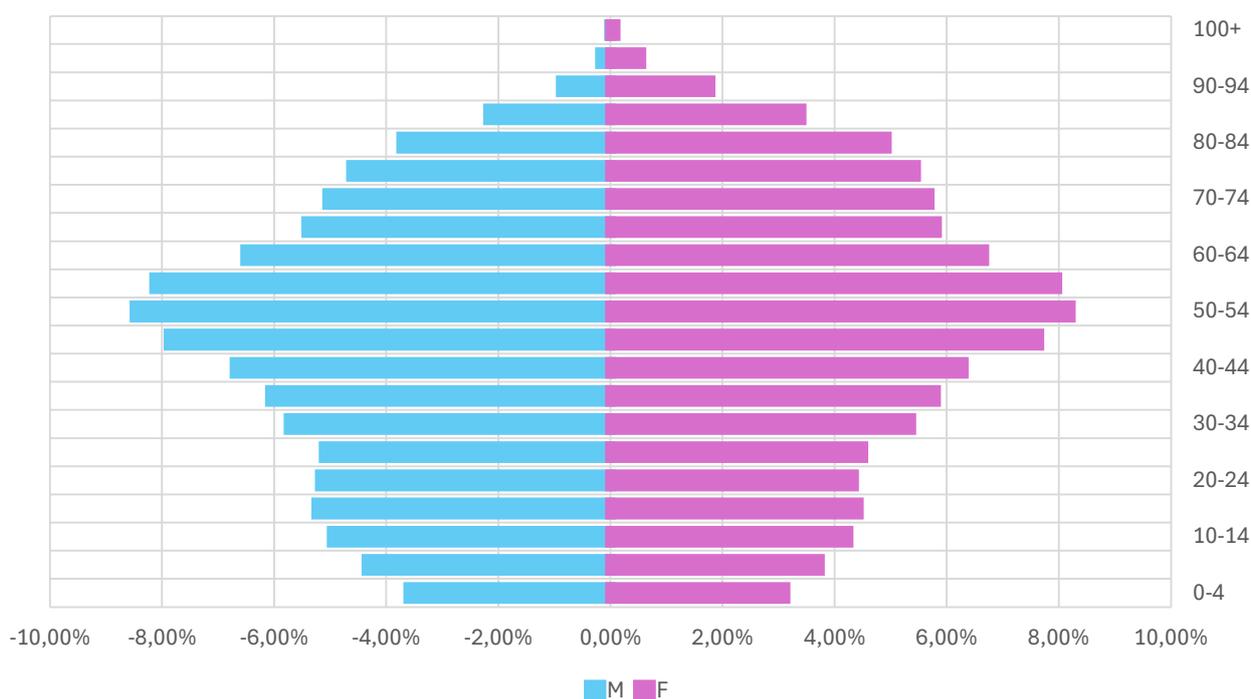


Figura 11– Piramide dell'età relativa all'intera regione Toscana, con dati percentuali disaggregati per sesso

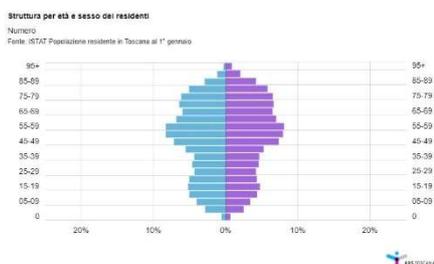


Figura 12 – Piramide dell'età del comune di Bagno a Ripoli, con dati percentuali disaggregati per sesso

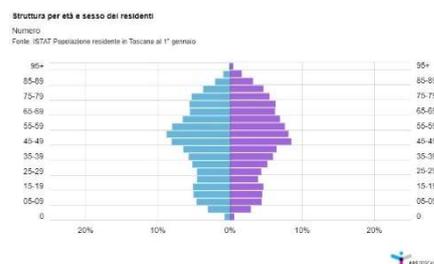


Figura 13 – Piramide dell'età del comune di Calenzano, con dati percentuali disaggregati per sesso

Struttura per età e sesso dei residenti

Numero
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

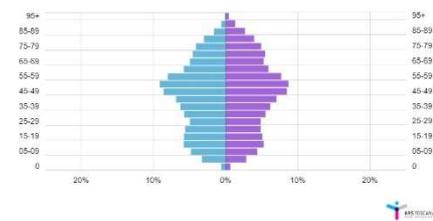


Figura 14 – Piramide dell'età del comune di Campi Bisenzio, con dati percentuali disaggregati per sesso

Struttura per età e sesso dei residenti

Numero
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

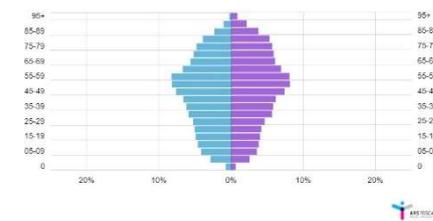


Figura 15 – Piramide dell'età del comune di Firenze, con dati percentuali disaggregati per sesso

Struttura per età e sesso dei residenti

Numero
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

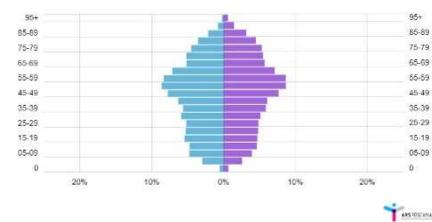


Figura 16 – Piramide dell'età del comune di Lastra a Signa, con dati percentuali disaggregati per sesso

Struttura per età e sesso dei residenti

Numero
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

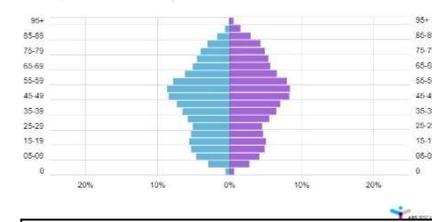


Figura 17 – Piramide dell'età del comune di Prato, con dati percentuali disaggregati per sesso

Struttura per età e sesso dei residenti

Numero
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

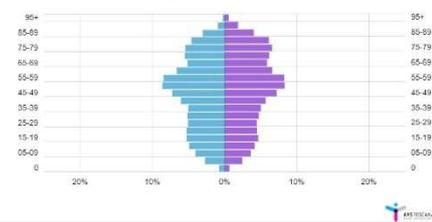


Figura 18 – Piramide dell'età del comune di Scandicci, con dati percentuali disaggregati per sesso

Struttura per età e sesso dei residenti

Numero
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

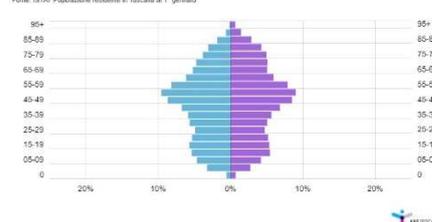


Figura 19 – Piramide dell'età del comune di Signa, con dati percentuali disaggregati per sesso

Struttura per età e sesso dei residenti

Numero
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

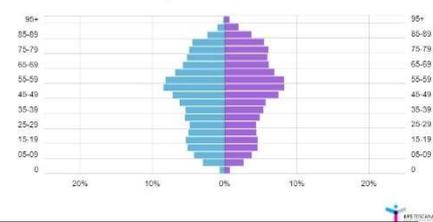


Figura 20 – Piramide dell'età del comune di Sesto Fiorentino, con dati percentuali disaggregati per sesso

L'indice di vecchiaia dimostra un progressivo e continuo incremento in linea con il dato regionale in tutti i comuni oggetto di indagine con valori costantemente sopra la media regionale nell'intero periodo 2014-2023 nei comuni di Firenze, Scandicci e Bagno a Ripoli.

Indice di vecchiaia

Rapporto (x 100) - Totale

Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio



Fig. 21



Indice di vecchiaia

Rapporto (x 100) - Totale

Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

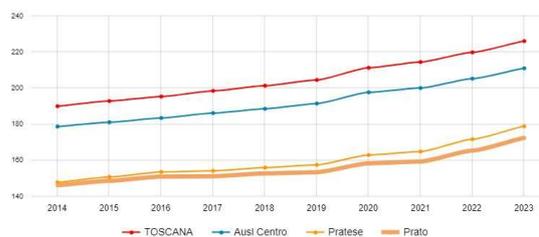


Fig. 22



Indice di vecchiaia

Rapporto (x 100) - Totale

Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

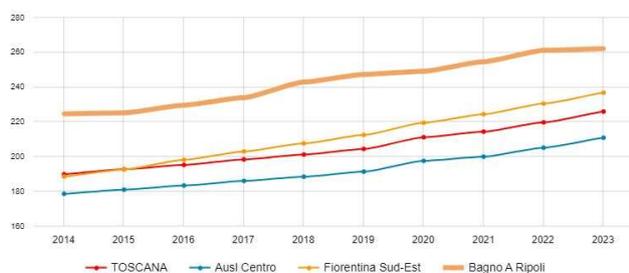


Fig. 23



Indice di vecchiaia

Rapporto (x 100) - Totale

Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

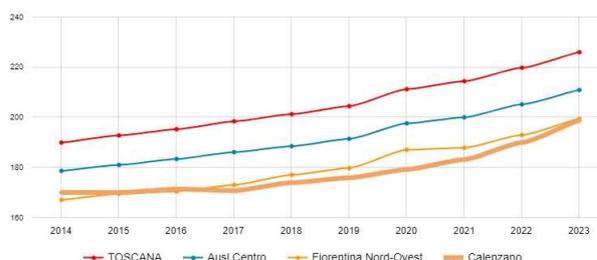


Fig. 24



Indice di vecchiaia

Rapporto (x 100) - Totale

Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

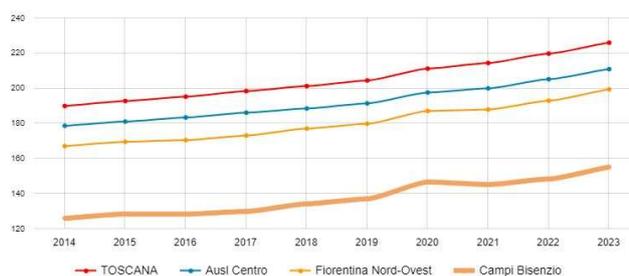


Fig. 25



Indice di vecchiaia

Rapporto (x 100) - Totale

Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

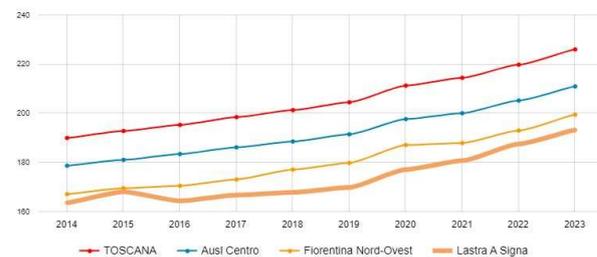


Fig. 26



Indice di vecchiaia

Rapporto (x 100) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

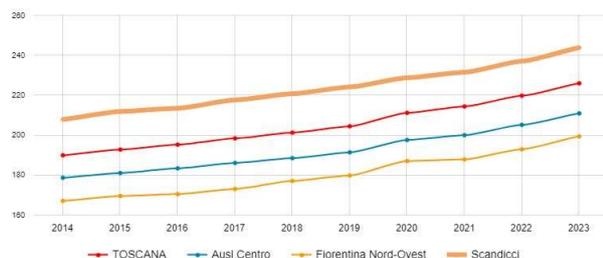


Fig.27



Indice di vecchiaia

Rapporto (x 100) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

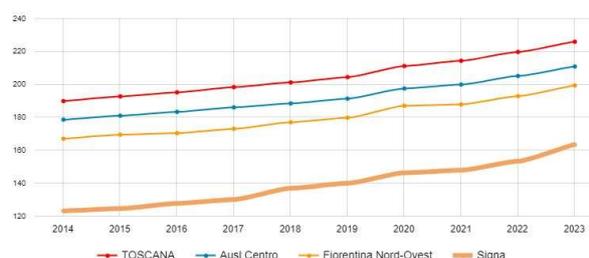


Fig.28



Indice di vecchiaia

Rapporto (x 100) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

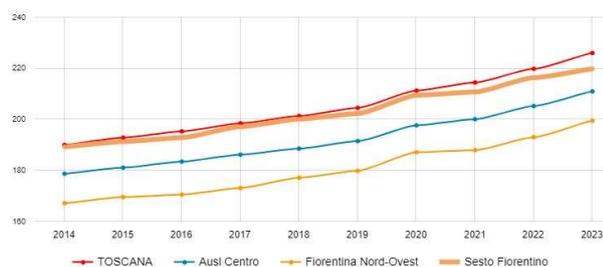


Fig.29



Fig. 21-29 Indici di vecchiaia per i comuni di Prato, Firenze, bagno a Ripoli, Calenzano, campi Bisenzio, Lastra a Signa, Scandicci, Signa e Sesto Fiorentino negli ultimi 10 anni

Il grafico sotto riportato evidenzia come, a fronte di un trend in costante aumento dell'indice di vecchiaia, è osservabile una progressiva diminuzione del tasso di natalità (vedi Fig. 30 e Tab.2). Nel territorio a cui afferiscono i comuni oggetto di indagine (AUSL Centro) nel biennio 2020-2021, in leggera controtendenza con i periodi precedenti, il tasso di natalità pare aver arrestato la sua discesa (10.211 bambini nati nella AUSL Toscana Centro nell'anno solare 2021). Nella Tabella 3 sono riportati i tassi di natalità a confronto degli anni 2019 e 2022 dei comuni dell'area oggetto di indagine. L'area di indagine, oggetto di questo studio, mostra per il 2021 i valori di natalità più elevati (6,7 x 1.000), significativamente maggiori di quello regionale (6,2 x 1.000).

Natalità

Tasso grezzo (x 1000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente - bilancio

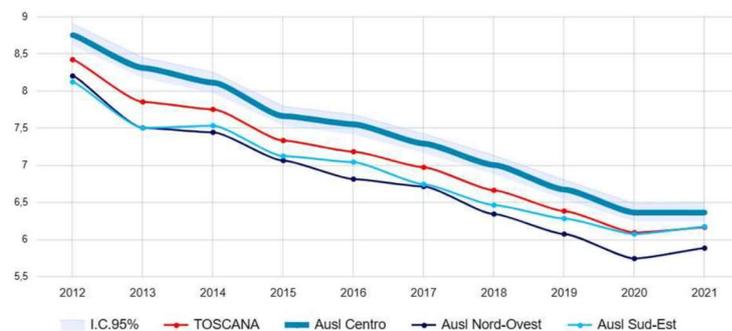


Fig. 30 Tasso grezzo di natalità (x 1000 abitanti)

calcolato al 31.12 dell'anno



Comuni	Tasso Nat.Tot (2019)	Tasso Nat.Tot (2022)
Firenze	6,84	6,42
Prato	7,12	5,65
Campi Bisenzio	8,01	5,83
Calenzano	7,06	6,19
Lastra a signa	8,16	5,65
Signa	7,01	5,71
Scandicci	6,14	6,65
Sesto Fiorentino	6,83	6,87
Bagno a Ripoli	5,82	5,87

Tab. 2 Tasso grezzo di natalità (x1000 abitanti) diviso per anno (2019 e 2022)

Profilo epidemiologico sanitario

La conoscenza puntuale del profilo epidemiologico sanitario ante-operam rappresenta uno step fondamentale del processo di Valutazione di Impatto della Salute. Infatti, i dati raccolti ed elaborati in questa fase in particolar modo per le valutazioni basate sull'approccio epidemiologico (HIA, Health Impact Assessment) forniscono la base per la stima predittiva di incremento della frequenza o del numero concreto di eventi patologici nella popolazione in rapporto ad un determinato incremento della concentrazione annuale media degli inquinanti connessi con l'avvio e la messa a regime dell'“impianto/progetto”. Inoltre, la fotografia del quadro epidemiologico sanitario al tempo “0” rappresenta la reference di base sulla quale è possibile impostare i successivi progetti di monitoraggio nel tempo degli indicatori di salute, come parte integrante delle verifiche e controlli delle stime effettuate. D'altronde, è utile considerare che, laddove le conoscenze scientifiche attuali portino ad escludere un nesso di causalità tra alcuni inquinanti e determinati eventi sanitari, o quand'anche tale nesso sia riconosciuto ma non esistano affidabili, ovvero evidence-based, modelli di calcolo degli eventi previsti, non è possibile procedere ad una stima predittiva ex-ante. Ciò nonostante, una puntuale rappresentazione dello stato di salute ante-operam risulterà sempre utile per un futuro monitoraggio nel corso del tempo degli indicatori di salute di popolazione ed una conseguente valutazione ex-post.

Comuni	Tasso Mortalità M	Tasso Mortalità F	Tasso Mortalità Tot.
Firenze	996,74	641,65	778,21
Prato	1.038,97	668,42	819,04
Campi Bisenzio	1.043,11	650,26	807,01
Calenzano	991,2	649,36	793,24
Lastra a signa	1.029,44	687,15	834,62
Signa	1.043,82	717,31	853,78
Scandicci	974,01	637,4	774,17
Sesto Fiorentino	937,83	630,32	752,74
Bagno a Ripoli	997,68	643,74	787,27

Tab.3 Tasso di mortalità standardizzato (x 100000) del periodo 2011-2020 (aggiornato al 1° gennaio) (Fonte ARS, 2024).

Negli ultimi decenni, analogamente ad altre aree del mondo occidentale, anche in Italia così come nello specifico territorio toscano (Fig. 31), abbiamo assistito ad un progressivo miglioramento delle condizioni igienico sanitarie e della qualità delle cure che ha portato alla riduzione della mortalità precoce dovute a malattie infettive, traumatismi ed eventi acuti (ictus, infarto ecc.). Evidente è la differenza di genere nella rappresentazione dei tassi di mortalità, che pur con lievi variazioni relative, è, in linea con i dati complessivi regionali ed italiani costantemente superiore negli uomini rispetto alle donne (Fig. 32). È, invece, in

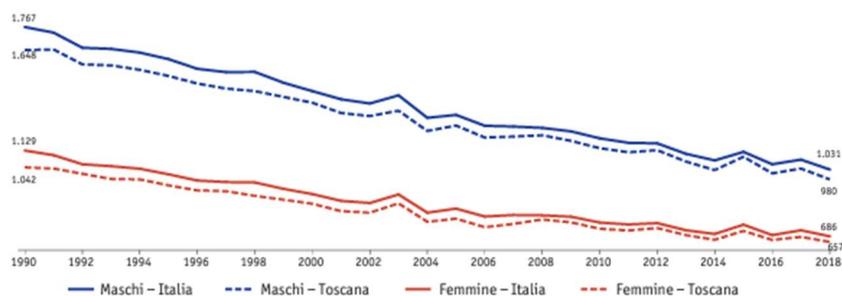


Figura 31. Tassi standardizzati per età (per 100.000 ab.) di mortalità generale in AUSL TC e RT. Periodo 2004-2018 (Fonte ARS, 2022).

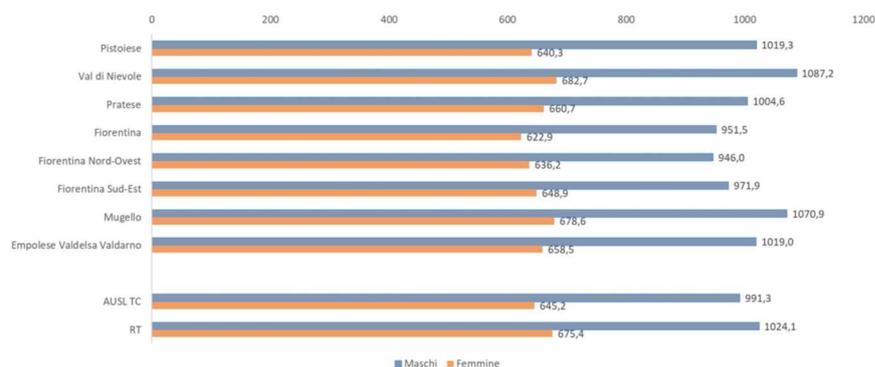


Figura 32. Tassi standardizzati per età (per 100.000 ab.) di mortalità generale nell'ultimo triennio disponibile 2016-2018 per zona distretto TC (Fonte ARS, 2022).

aumento il numero di soggetti portatori di condizioni croniche quali diabete, ipertensione, BPCO. Come verrà evidenziato nella sezione dedicata alla trattazione delle patologie tumorali, gli stili di vita scorretti hanno il peso maggiore nella eziopatogenesi di queste patologie. Nell'ultimo triennio disponibile (2016-2018) la mortalità generale dei residenti nell'AUSL Toscana Centro (TC) è stata costantemente inferiore alla media regionale sia nei maschi che nelle femmine.

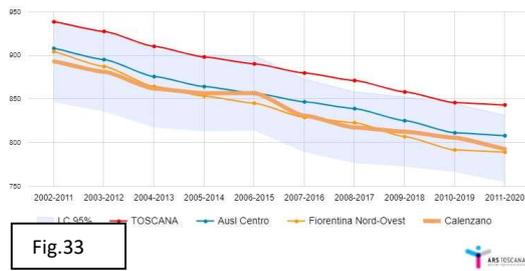
Donne	%	Rango	Uomini	%
Malattie cardiovascolari	36,1	1	Tumori	33,6
Tumori	24,6	2	Malattie cardiovascolari	30,7
Malattie dell'apparato respiratorio	8,7	3	Malattie dell'apparato respiratorio	10,3
Malattie del sistema nervoso	6,0	4	Malattie del sistema nervoso	4,9
Malattie endocrine, del metab. ed immun.	4,1	5	Traumatismi e avvelenamenti	4,7
Disturbi psichici	3,9	6	Malattie endocrine, del metab. ed immun.	3,4
Malattie dell'apparato digerente	3,7	7	Malattie dell'apparato digerente	3,3
Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	3,5	8	Disturbi psichici	2,5
Traumatismi e avvelenamenti	3,5	9	Malattie infettive e parassitarie	1,9
Malattie infettive e parassitarie	2,4	10	Sintomi, segni e stati morbosi mal definiti	1,8

Tab.4 Prime 10 cause di morte per genere nei residenti dell'AUSL TC. Rapporto (x 100) nell'ultimo triennio disponibile 2016-2018.

Il tasso di mortalità standardizzato riferito all'area di interesse del periodo 2011-2020, come riportato sulla banca dati ARS, evidenzia un valore maggiore nei comuni di Signa e Lastra a Signa, mentre il minore è nei comuni di Scandicci e Sesto Fiorentino (vedi tab. 3). Tra le prime cause di morte per entrambe i sessi troviamo le malattie cardiovascolari, i tumori e le patologie dell'apparato respiratorio (Tab. 4).

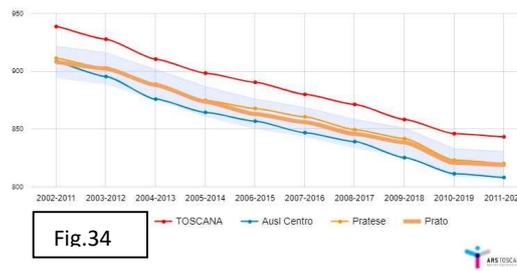
Mortalità per tutte le cause

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)



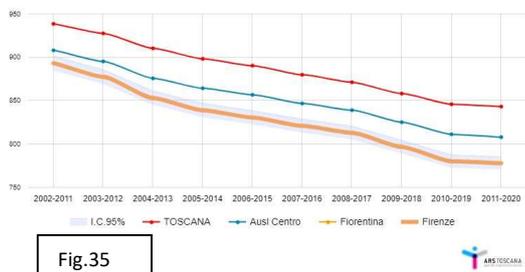
Mortalità per tutte le cause

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)



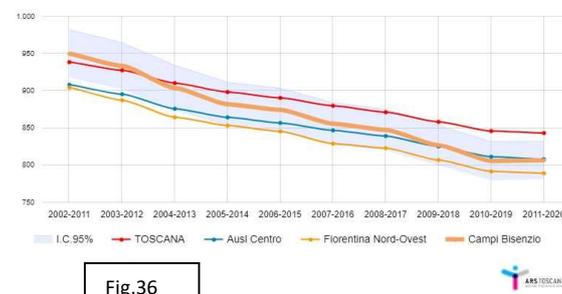
Mortalità per tutte le cause

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)



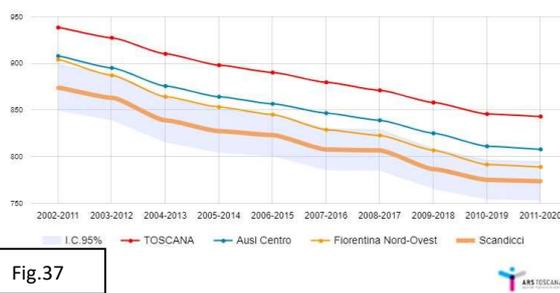
Mortalità per tutte le cause

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)



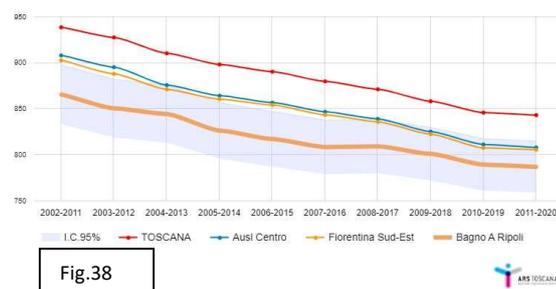
Mortalità per tutte le cause

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)



Mortalità per tutte le cause

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)



Mortalità per tutte le cause

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale

Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

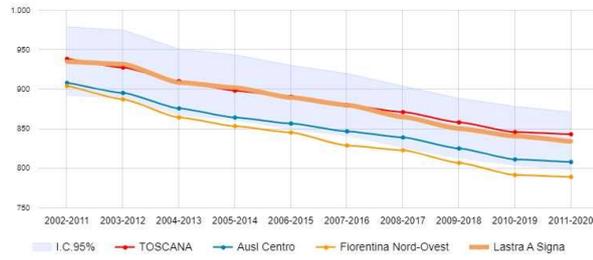


Fig.39



Mortalità per tutte le cause

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale

Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

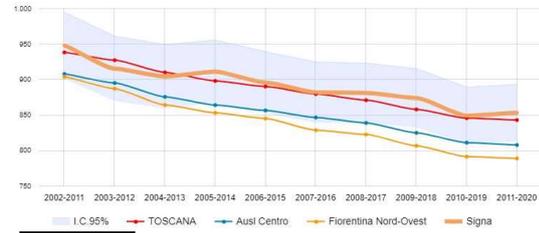


Fig.40



Mortalità per tutte le cause

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale

Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

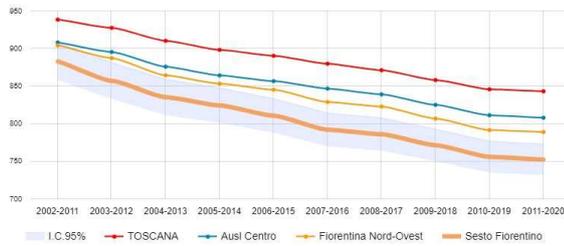


Fig.41



Fig. 33-41 Mortalità per tutte le cause comuni di Firenze ed area Fiorentina

Pandemia Coronavirus

Secondo il rapporto Welfare e Salute 2021 l'eccesso di mortalità per l'anno 2020 è pari all'8.6% rispetto al dato italiano del 15.6, ed il 75% di esso è da attribuire a SarsCov2 (fig. 42). Per il nostro Paese si tratta del dato di mortalità più alto mai registrato dal secondo dopoguerra (746.146 decessi, +100.526 rispetto alla

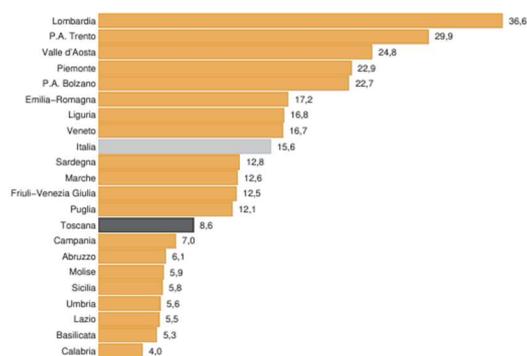


Fig.42- Eccesso di mortalità generale rispetto al periodo 2015-2019 – Differenza % nei deceduti 2020 rispetto al 2015-2019 – Regioni/Province autonome e Italia, anno 2020 (Fonte: ISTAT)

media 2015-2019). Lombardia, Valle d'Aosta, Piemonte, Trentino-Alto Adige e Bolzano sono le regioni/province autonome più colpite dalla pandemia in termini di mortalità, rispetto al periodo 2015-2019. Poiché le cause di decesso sono disponibili dai dati ISTAT e dal Registro di Mortalità toscano di ISPRO con alcuni anni di ritardo, ad oggi, si può stimare l'impatto della pandemia sulla mortalità solo dal confronto dei numeri assoluti di decessi degli anni pre- e post-2020.

Gli eventi sanitari determinati dal virus SARS Cov-2 durante il periodo pandemico, soprattutto negli anni 2020-2021 ed in parte ancora nel 2022, hanno influenzato negativamente la maggior parte degli

indicatori epidemiologici che fotografano lo stato di salute della popolazione. Ciò è accaduto sia per eventi direttamente e causalmente collegati al virus (in particolar modo per quanto riguarda il tasso di mortalità per patologie polmonari e cardiocircolatorie), che per eventi indirettamente collegati all'emergenza pandemica, come conseguenza del dirottamento delle risorse sanitarie nella lotta alla pandemia e la conseguente riduzione di assistenza e servizi sanitari per altre patologie (tumori e patologie croniche degenerative così come per alcune patologie di interesse chirurgico). Per le suddette ragioni in assenza di indicatori epidemiologici più recenti che potessero essere considerati scevri dall'influenza degli effetti pandemici, è essenziale considerare come punto di riferimento per le valutazioni di Health Impact Assessment (HIA) con approccio epidemiologico considerare le grandezze epidemiologiche pre-pandemia.

Malattie croniche

Nonostante negli ultimi decenni il tasso di mortalità per tutte le cause (salvo quanto detto a proposito del periodo pandemico) come dato regionale e nazionale stia andando incontro ad una riduzione costante, alto è ancora il burden rappresentato dalle malattie croniche e cronicodegenerative. L'aumento della prevalenza di queste patologie si spiega in parte anche con il miglioramento del panorama delle terapie disponibili ed accessibili che hanno impattato positivamente sui dati di sopravvivenza in acuto e di lungosopravvivenza a seguito di importanti eventi morbosi quali l'infarto miocardico e l'ictus cerebri. Fra le malattie croniche la prevalenza più alta è attribuibile alle malattie del sistema cardiovascolare, gruppo entro al quale si possono ascrivere malattie diffuse come l'ipertensione arteriosa, l'insufficienza cardiaca. Il rischio cardiovascolare è noto essere influenzato da condizioni predisponenti come alcune patologie dismetaboliche, tra cui le condizioni assai diffuse di diabete mellito tipo I e tipo II, le ipercolesterolemie e le ipertrigliceridemie. In Toscana considerando le sole malattie cardiovascolari si contano 31.970 persone affette (fonte: Relazione Sanitaria Toscana Centro, 2022).

Dai dati resi disponibili dall'ARS (Agenzia Regionale Toscana) si evince che i cittadini residenti nei comuni oggetto della presente indagine sono caratterizzati da un tasso per cardiopatia ischemica standardizzato per età in linea con quello medio regionale con l'eccezione dei comuni di Firenze, Bagno a Ripoli, Scandicci e Sesto. Fno dove lo stesso si colloca in misura variabile ma costantemente al di sotto del tasso regionale nel periodo 2013-2022

Malati cronici di cardiopatia ischemica

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale

Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

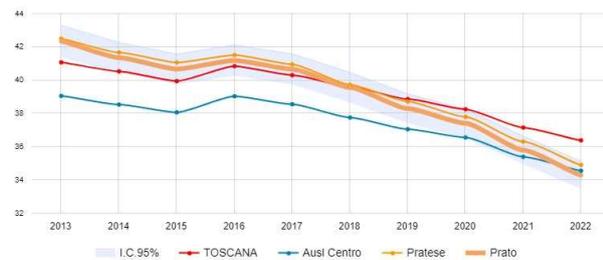


Fig.43



Malati cronici di cardiopatia ischemica

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale

Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

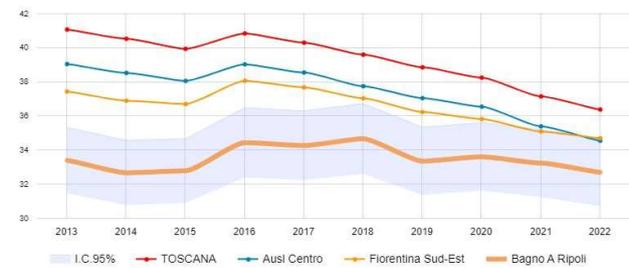


Fig.44



Malati cronici di cardiopatia ischemica

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale

Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

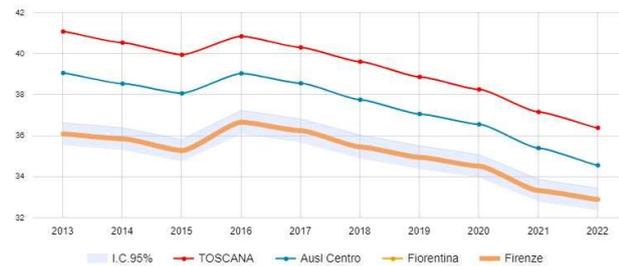


Fig.45



Malati cronici di cardiopatia ischemica

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale

Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

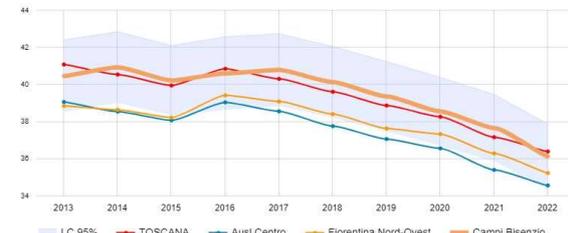


Fig.46



Malati cronici di cardiopatia ischemica

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale

Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

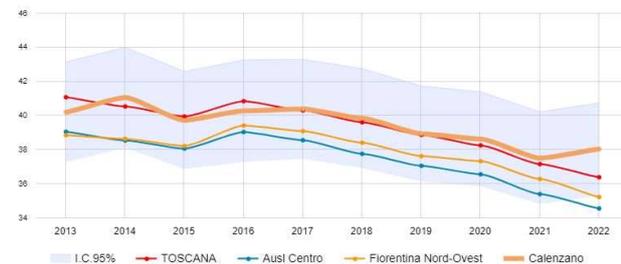


Fig.47



Malati cronici di cardiopatia ischemica

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale

Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)



Fig.48



Malati cronici di cardiopatia ischemica

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

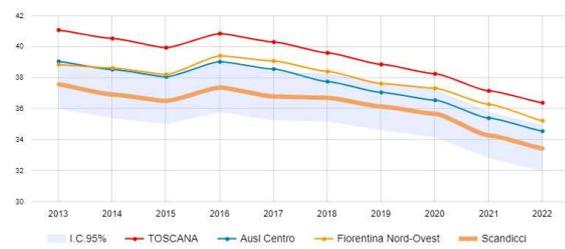


Fig.49

Malati cronici di cardiopatia ischemica

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

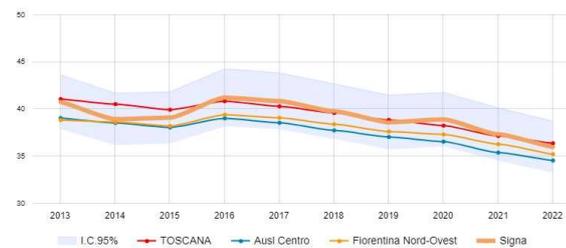


Fig.50

Malati cronici di cardiopatia ischemica

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

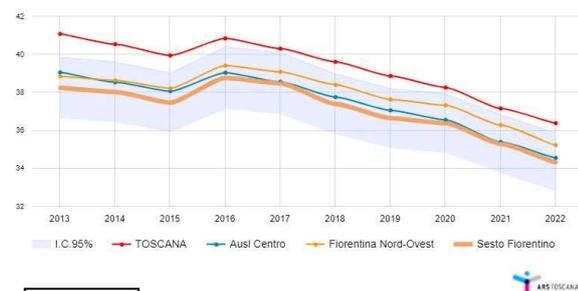


Fig.51

Figura 43-51 - Malati cronici di cardiopatia ischemica nei comuni oggetto di interesse

Nello stesso periodo (2013-2022) i comuni di Bagno a Ripoli, Firenze e Sesto F.no presentano tassi inferiori alla media regionale anche per quanto attiene la misura della condizione di insufficienza cardiaca cronica, sebbene con discostamenti numerici dalla media di gran lunga meno significativi. Da segnalare come Prato tra i comuni oggetto di indagine sia l'unico comune con valori di tasso standardizzato di insufficienza cardiaca costantemente sopra la media regionale.

Malati cronici di insufficienza cardiaca

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

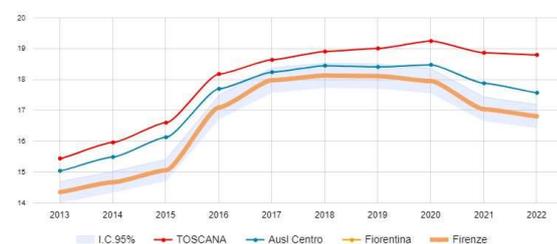
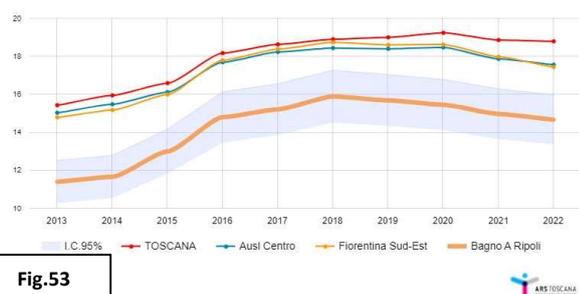


Fig.52

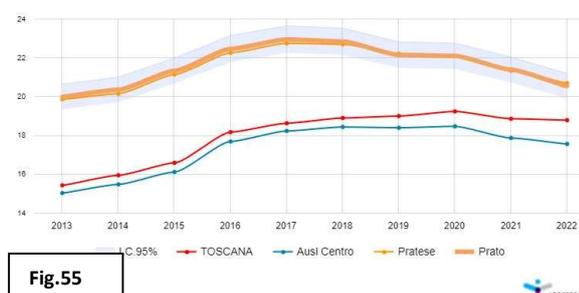
Malati cronici di insufficienza cardiaca

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)



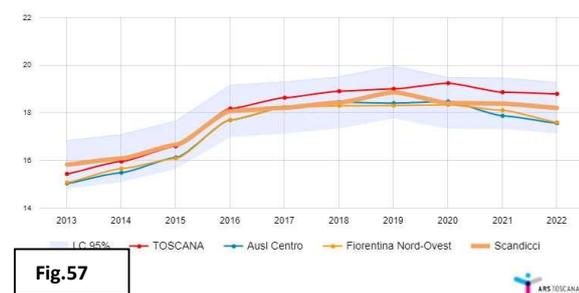
Malati cronici di insufficienza cardiaca

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)



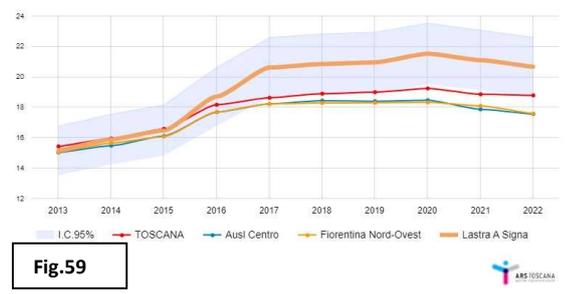
Malati cronici di insufficienza cardiaca

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)



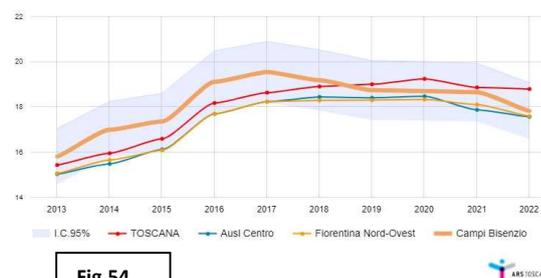
Malati cronici di insufficienza cardiaca

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)



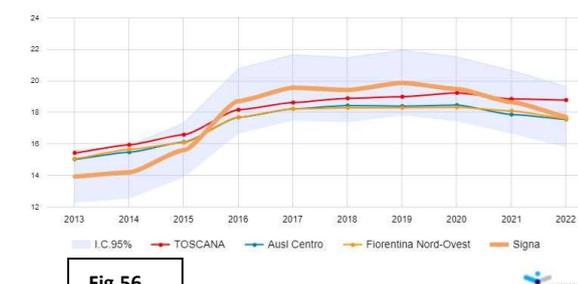
Malati cronici di insufficienza cardiaca

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)



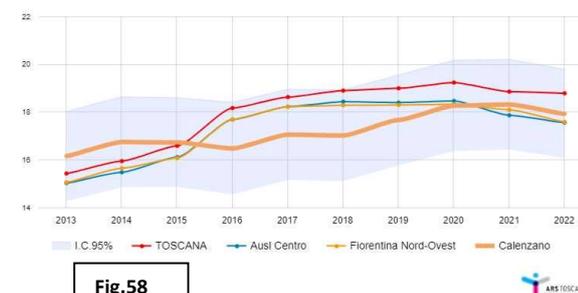
Malati cronici di insufficienza cardiaca

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)



Malati cronici di insufficienza cardiaca

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)



Malati cronici di insufficienza cardiaca

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

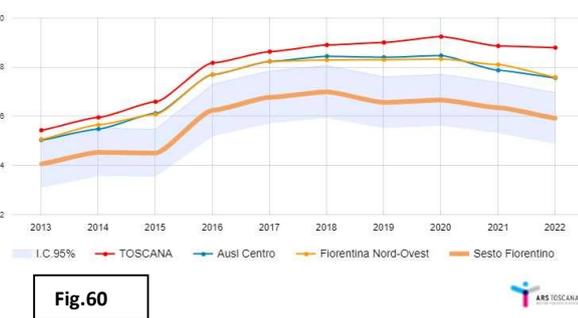


Fig. 52-60 Malati cronici di insufficienza cardiaca nei comuni oggetto di interesse

Nei comuni di interesse per la presente valutazione la prevalenza di residenti affetti da ipertensione arteriosa nel periodo 2013-2022 segue fedelmente la tendenza media regionale con valori, comunque, costantemente e significativamente inferiori nel comune di Firenze e superiori alla media in quello di Scandicci. Negli altri comuni, pur seguendo la tendenza regionale i tassi standardizzati per età si discostano meno dalle medie regionali, che sono frequentemente ricomprese entro i limiti di confidenza al 95% delle stime per i singoli comuni.

Malati cronici di ipertensione

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)



Fig.61

Malati cronici di ipertensione

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

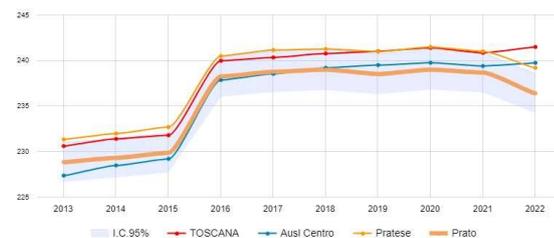


Fig.62

Malati cronici di ipertensione

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)



Fig.63

Malati cronici di ipertensione

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)



Fig.64

Malati cronici di ipertensione

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

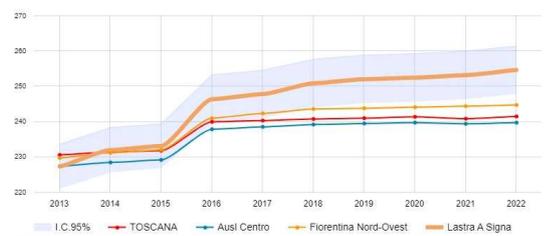


Fig.65

Malati cronici di ipertensione

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

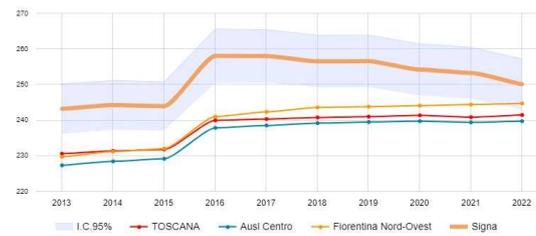


Fig.66

Malati cronici di ipertensione

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)



Fig.67

Malati cronici di ipertensione

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistibili Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

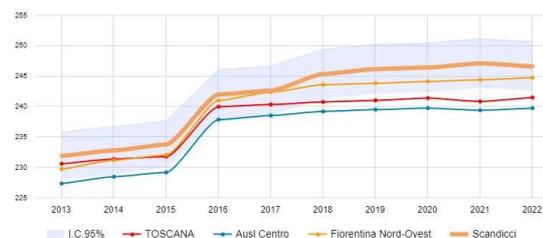


Fig.68

Malati cronici di ipertensione

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistenti Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

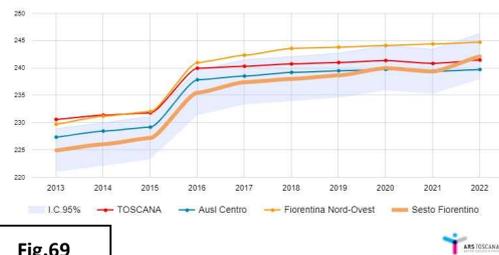


Fig.69

Figura 61-69 Malati cronici di ipertensione nei comuni oggetto della nostra trattazione

Per quanto riguarda le Bronco Pneumopatie Croniche Ostruttive (BPCO) come la Bronchite Cronica e l'Enfisema i tassi standardizzati dei vari comuni sono sempre molto prossimi ai valori regionali che ricadono, infatti quasi sempre entro i limiti di confidenza al 95% delle stime dei singoli comuni.

Malati cronici di BPCO

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistenti Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

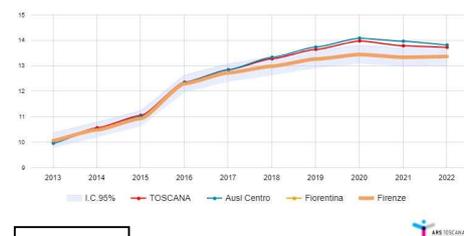


Fig.70

Malati cronici di BPCO

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistenti Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

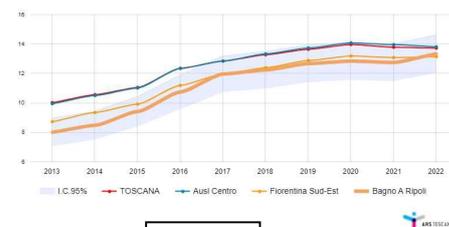


Fig.71

Malati cronici di BPCO

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistenti Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

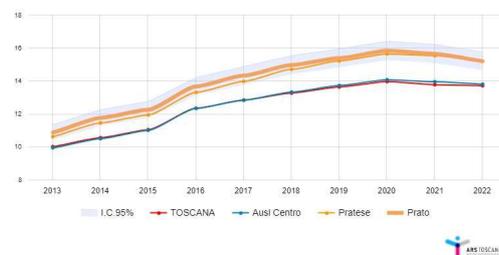


Fig.72

Malati cronici di BPCO

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistenti Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

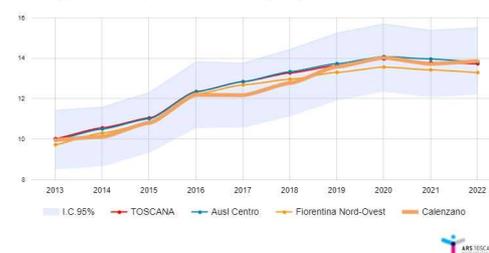


Fig.73

Malati cronici di BPCO

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistenti Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

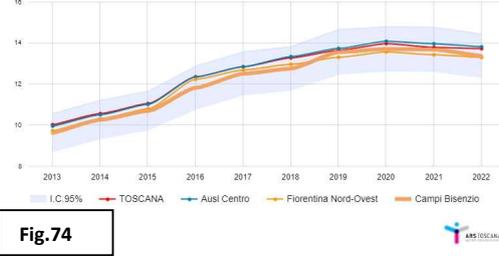


Fig.74

Malati cronici di BPCO

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistenti Toscana, ARS Banca dati Malattie Croniche (MACRO)

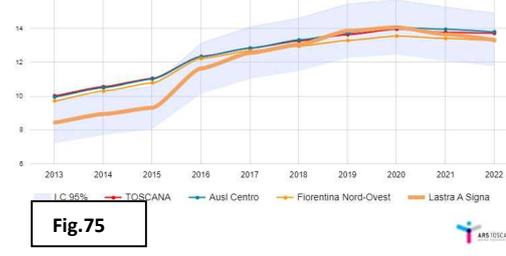
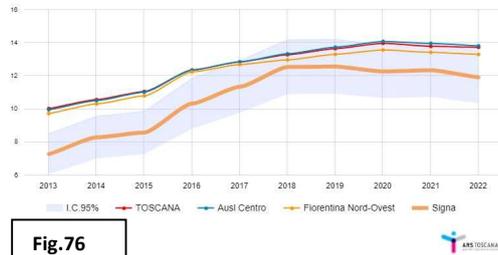


Fig.75

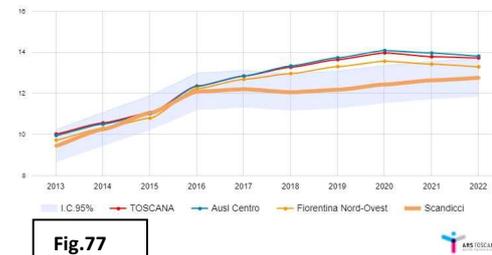
Malati cronici di BPCO

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistenti Toscana, ARS Banca delle Malattie Croniche (MACRO)



Malati cronici di BPCO

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistenti Toscana, ARS Banca delle Malattie Croniche (MACRO)



Malati cronici di BPCO

Tasso standardizzato per età (x 1000) - Totale
Fonte: RT Anagrafe Assistenti Toscana, ARS Banca delle Malattie Croniche (MACRO)

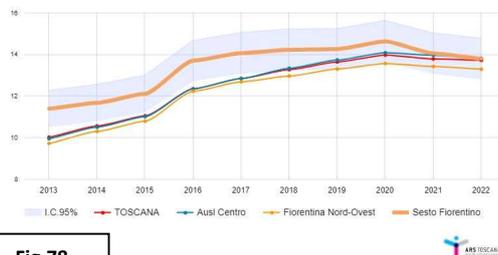


Figura 70-78 Malati cronici di BPCO nei comuni oggetto di indagine

Mortalità per sistemi

Di seguito sono riportate le rappresentazioni statistico-epidemiologiche delle patologie aggregate per sistemi e/o apparati.

I tassi di mortalità da malattie del sistema circolatorio nei comuni in studio sono stati negli ultimi anni sempre molto prossimi ai valori calcolati su base regionale e generalmente, sebbene talora anche di poco, inferiori a questi ultimi.

Mortalità per malattie del sistema circolatorio

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

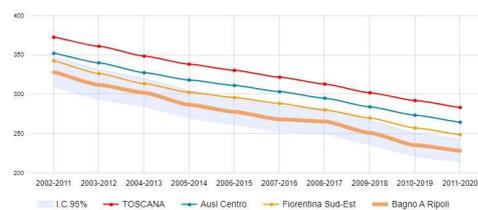


Fig.79

Mortalità per malattie del sistema circolatorio

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

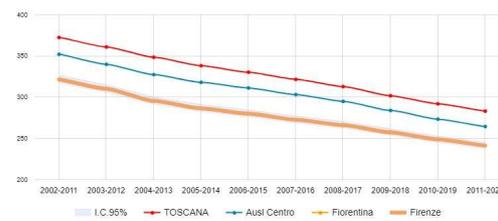


Fig.80

Mortalità per malattie del sistema circolatorio

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

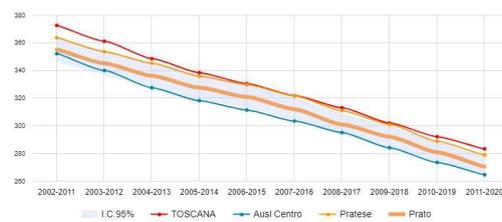


Fig.81

Mortalità per malattie del sistema circolatorio

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

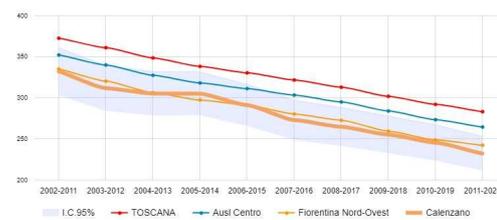


Fig.82

Mortalità per malattie del sistema circolatorio

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

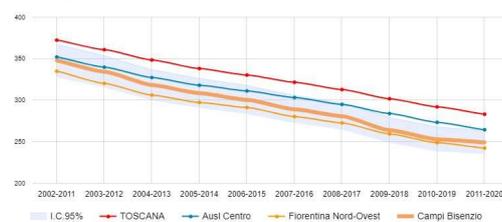


Fig.83

Mortalità per malattie del sistema circolatorio

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

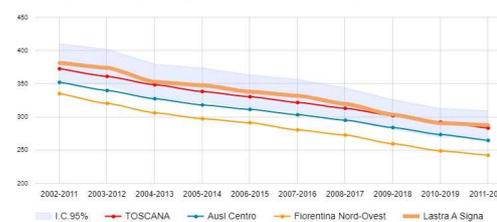


Fig.84

Mortalità per malattie del sistema circolatorio

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

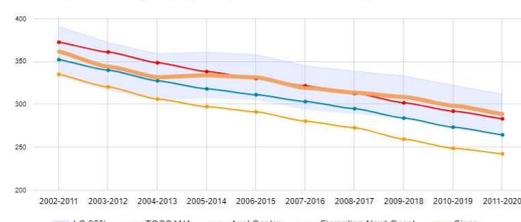


Fig.85

Mortalità per malattie del sistema circolatorio

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

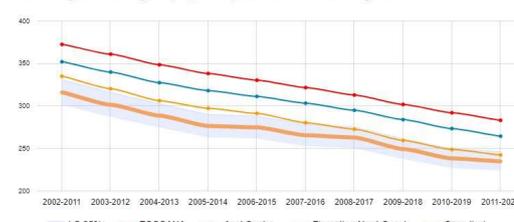


Fig.86

Mortalità per malattie del sistema circolatorio

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

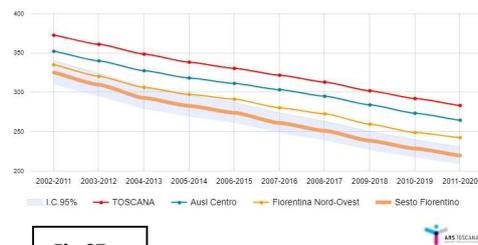


Fig.87

Fig. 79-87 Mortalità per malattie del sistema circolatorio nei comuni oggetto della presente relazione

Anche per la mortalità per malattie dell'apparato digerente i tassi standardizzati per età si sono dimostrati in linea e in frequente sovrapposizione con i valori regionali con l'eccezione del comune di Sesto F.no e Bagno a Ripoli dove il discostamento in basso, sebbene non particolarmente pronunciato è comunque ben visibile.

Mortalità per malattie apparato digerente

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

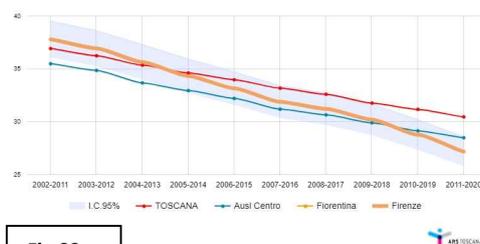


Fig.88

Mortalità per malattie apparato digerente

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

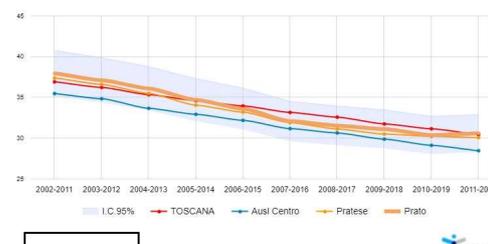


Fig.89

Mortalità per malattie apparato digerente

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

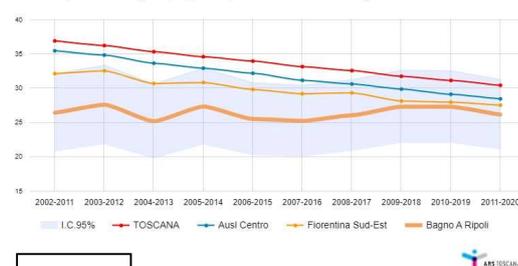


Fig.90

Mortalità per malattie apparato digerente

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

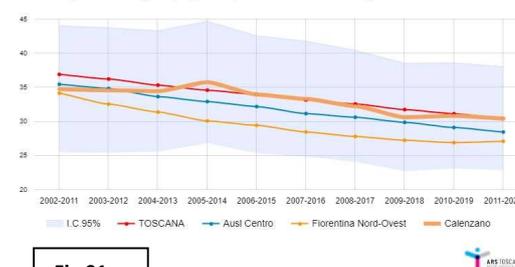


Fig.91

Mortalità per malattie apparato digerente

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

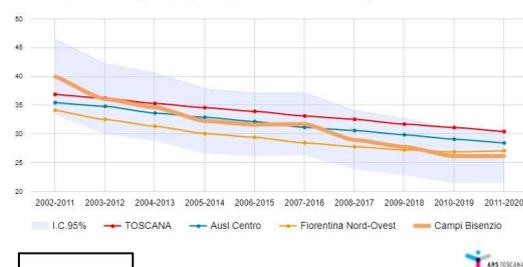


Fig.92

Mortalità per malattie apparato digerente

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

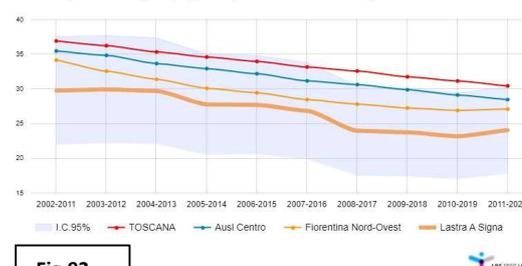


Fig.93

Mortalità per malattie apparato digerente

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

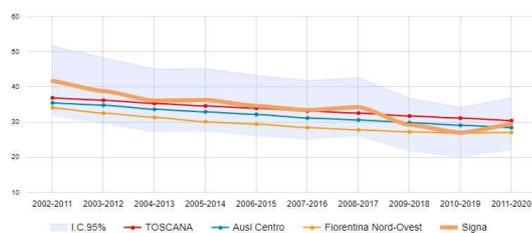


Fig.94

Mortalità per malattie apparato digerente

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

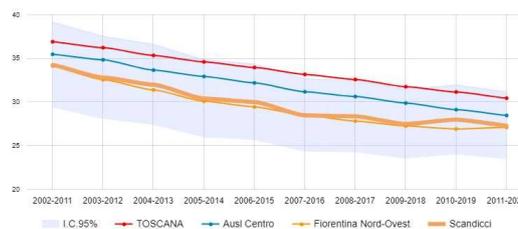


Fig.95

Mortalità per malattie apparato digerente

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

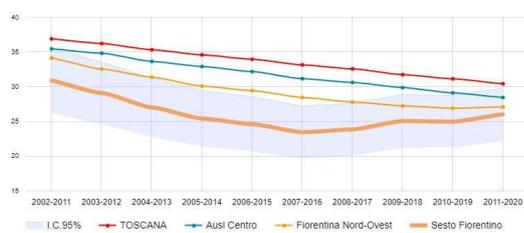


Fig.96

Fig 88-96 Mortalità per malattie dell'apparato digerente nei comuni oggetto della relazione

La mortalità per malattie dell'apparato genito-urinario è generalmente abbastanza sovrapponibile nei vari comuni ai valori calcolati su base regionale con l'eccezione dei comuni di Firenze e Calenzano dove nel periodo rappresentato il tasso standardizzato per età è sempre stato significativamente sotto i valori medi regionali.

Mortalità per malattie dell'apparato genito-urinario

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

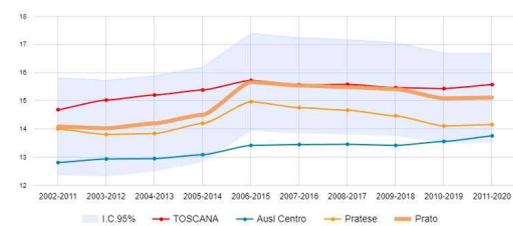


Fig.97

Mortalità per malattie dell'apparato genito-urinario

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

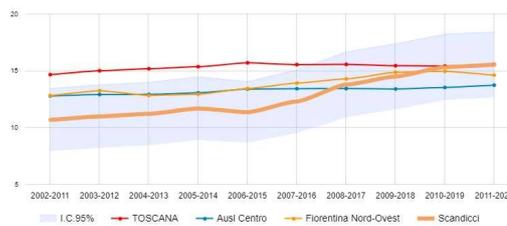


Fig.98

Mortalità per malattie dell'apparato genito urinario

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

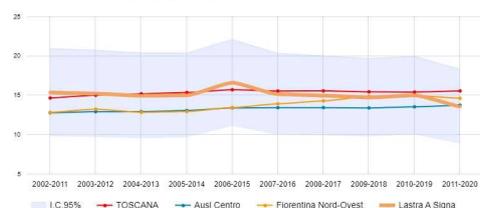


Fig.99

Mortalità per malattie dell'apparato genito urinario

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

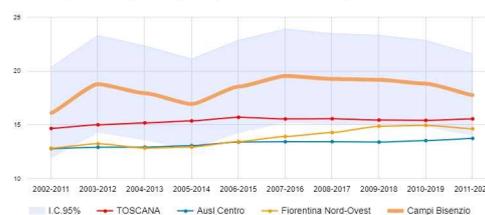


Fig.100

Mortalità per malattie dell'apparato genito urinario

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

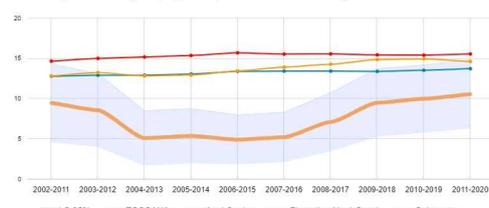


Fig.101

Mortalità per malattie dell'apparato genito urinario

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

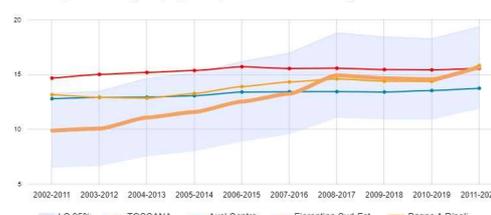


Fig.102

Mortalità per malattie dell'apparato genito urinario

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

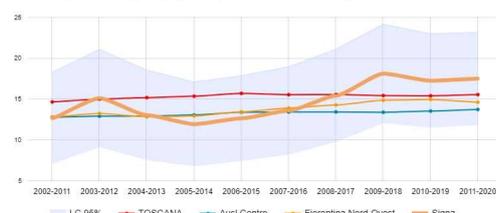


Fig.103

Mortalità per malattie dell'apparato genito urinario

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

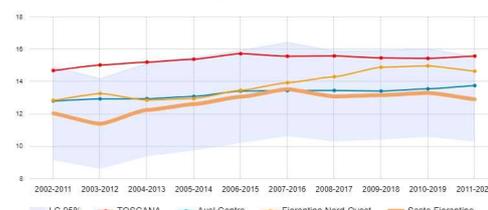


Fig.104

Mortalità per malattie dell'apparato genito urinario

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISPO Registro di mortalità regionale (RMR), ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio

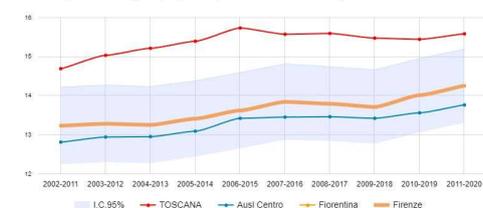


Fig.105

Figura 97-105 Mortalità per malattie dell'apparato genito-urinario nei comuni oggetto della nostra relazione

Il tasso standardizzato di mortalità per apparato respiratorio nei singoli comuni presenta andamenti con lievi oscillazioni che tendono in maniera non significativa a discostarsi dall'andamento costante dei valori regionali calcolati nel periodo in esame. A questo fa eccezione il comune di Firenze dove i tassi calcolati nel periodo riportato nelle figure è costantemente e significativamente superiore ai tassi regionali.

Mortalità per malattie apparato respiratorio

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

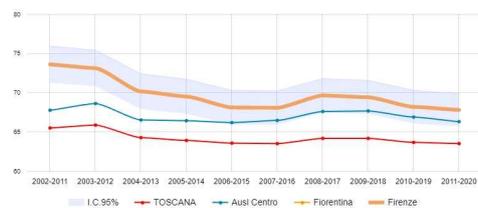


Fig.106

Mortalità per malattie apparato respiratorio

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

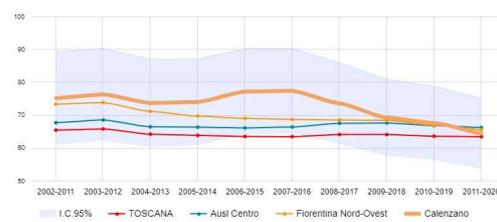


Fig.107

Mortalità per malattie apparato respiratorio

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)



Fig.108

Mortalità per malattie apparato respiratorio

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

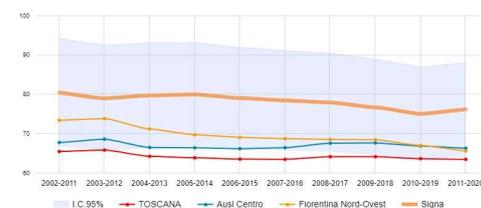


Fig.109

Mortalità per malattie apparato respiratorio

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

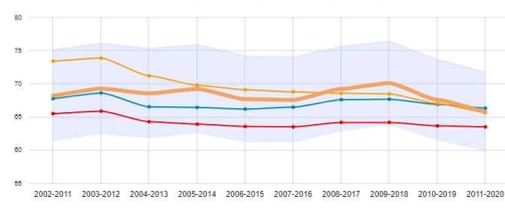


Fig.110

Mortalità per malattie apparato respiratorio

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

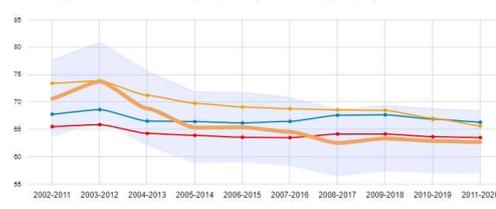


Fig.111

Mortalità per malattie apparato respiratorio

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

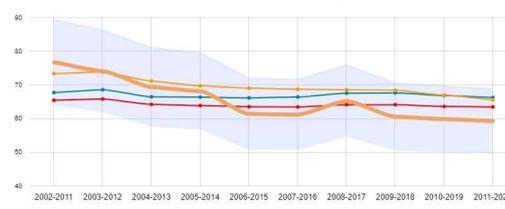


Fig.112

Mortalità per malattie apparato respiratorio

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

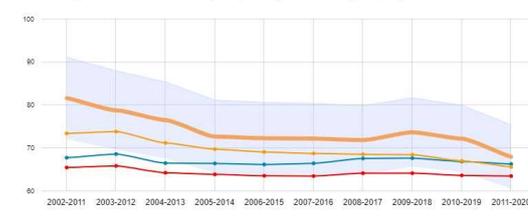


Fig.113

Mortalità per malattie apparato respiratorio

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

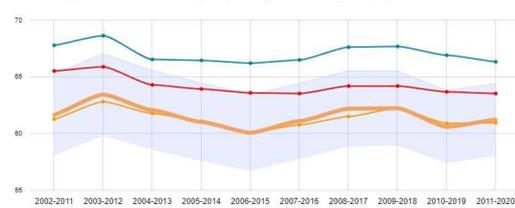


Fig.114

Figura 106-114 Mortalità per malattie dell'apparato respiratorio nei comuni oggetto della relazione

Tumori

Introduzione

La stima del numero di nuovi casi di tumore nel 2022, come si legge nella Pubblicazione a cura di AIOM-AIRTUM “I numeri del cancro in Italia 2023” in Italia, è stata effettuata partendo dai dati puntuali della International Agency for Research on Cancer (IARC, Lione) per gli anni 2020 e 2025. In questo periodo, la IARC stima che, in Italia, il numero complessivo di nuove diagnosi (esclusi i tumori della cute non melanoma) passi, negli uomini, da 199.500 a 213.800 e, nelle donne, cresca da 183.200 a 189.500. Nella relazione “I numeri del cancro, 2023” a cura di AIOM (Associazione Italiana Oncologia Medica), per il 2023 sono stati stimati 395.00 nuove diagnosi di tutti i tumori eccetto tumori cutanei non melanotici (208.000 negli uomini e 187.000 nelle donne). Dalla stessa fonte si evince come, nei prossimi due decenni, il numero assoluto di nuove diagnosi oncologiche aumenterà in media dell’1,3% all’anno negli uomini e dello 0,6% all’anno nelle donne.) Un aumento che riguarderà anche i tumori più frequenti quali, il tumore della mammella nelle donne (+0,2%/anno), il tumore della prostata (+1%/anno) e il tumore del polmone in entrambe i sessi (+1,3& anno). Oltre a questo dato, lo Studio Passi mette in evidenza come un corretto stile di vita influenzi drasticamente questi numeri trattandosi in una percentuale elevata tumori evitabili seguendo un corretto stile di vita (abitudine tabagica, alimentazione, consumo di alcol).

Situazione Toscana

Nel 2019 (ultimo anno disponibile dai monitoraggi della rete AIRTUM – Associazione italiana registri tumori)

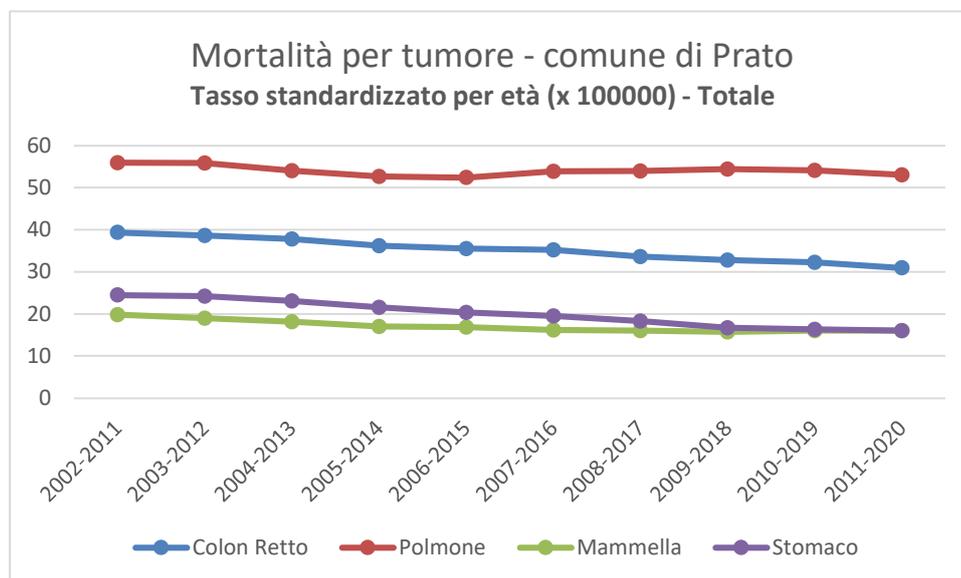


Figura 115 Mortalità per tumori nel comune di Prato – anno 2002/2020

in Toscana i nuovi casi di tumore attesi erano poco meno di 25mila: 12.900 tra gli uomini (643 ogni 100mila abitanti) e 12mila tra le donne (524 per 100mila abitanti). Il tumore più frequente in termini assoluti è quello del colon-retto (2.000 casi nell’anno tra gli uomini e 1.600 tra le donne), seguito dalla mammella (3.500 casi), dalla

prostata (2.900) e dal polmone (1.800 casi tra gli uomini, 850 tra

le donne). Il tasso di mortalità per tumore standardizzato dell’area di interesse del periodo 2011-2020, come riportato nella banca dati ARS, evidenzia un valore maggiore nei comuni di Lastra a Signa e Calenzano, mentre il minore è nei comuni di Bagno a Ripoli, Signa e Sesto Fiorentino (vedi tab.6).

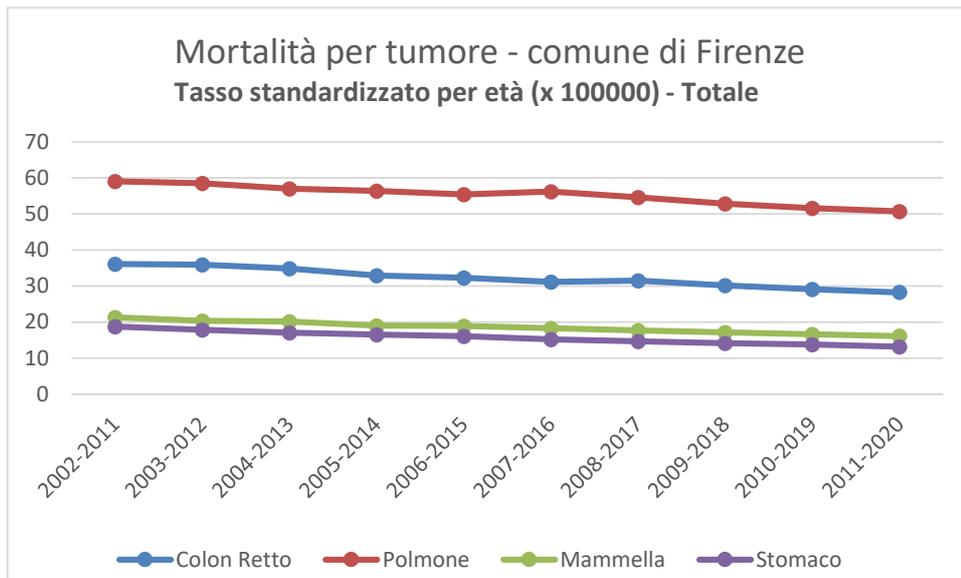


Figura 116 - Mortalità per tumori nel comune di Firenze – anno 2002/2020

Comuni	Tasso Mortalità M per tumori	Tasso Mortalità F per tumori	Tasso Mortalità Tot. per tumori
Firenze	326,04	193,53	244,59
Prato	344,39	195,68	256,43
Campi Bisenzio	341,84	185,79	249,4
Calenzano	343,14	203,12	261,62
Lastra a Signa	349,07	196,49	260,13
Signa	327,57	182,17	242,47
Scandicci	321,39	194,31	247,13
Sesto Fiorentino	320,07	190	242,66
Bagno a Ripoli	323,83	188,17	241,85

Tab.5 Tasso di mortalità per tumori standardizzato (x 100000), diviso per sesso, del periodo 2011-2020 (aggiornato al 1° gennaio).
Fonte ARS, 2024.

Il tumore del polmone rimane tuttavia la prima causa di morte per tumore negli uomini (Tabella 5), sebbene la mortalità sia diminuita drasticamente passando da 107,3 x 100.000 abitanti nel triennio 2002-2004 a 80,2 per 100.000 nel triennio 2015-2017. Nell'ultimo triennio, nelle zone Pratese, Val di Nievole e Pistoiese gli uomini presentano il tasso di mortalità per tumore polmonare più alto di tutta la Toscana (Pratese: 91,7; Val di Nievole: 88,3; Pistoiese: 88,0, vs RT 76,8 x 100.000 ab.). Invece il tasso di mortalità per tumore del polmone standardizzato dell'area di interesse del periodo 2011-2020, come riportato nella banca dati ARS, evidenzia un valore maggiore nei comuni di Lastra a Signa e Calenzano, mentre il minore è nei comuni di Bagno a Ripoli, Signa (vedi tab.7).

Nelle donne il trend è invece in aumento, passando da 24,2 nel triennio 2002-2004 a 29,6 per 100.000 nel triennio 2016-2018; la zona Fiorentina è al terzo posto in Toscana (33,1 vs 27,6 x 100.000 ab. in RT). Il dato è coerente con la prevalenza dell'abitudine al fumo nelle donne. La prima causa di morte per tumore nelle donne è il tumore della mammella. Anche in questo caso il trend è in diminuzione: il tasso di mortalità nella AUSL TC è sceso da 33,8 nel 2002-2004 a 28,5 x 100.000 ab. nel 2016-2018.

Mortalità per tumore del polmone

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Maschi

Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

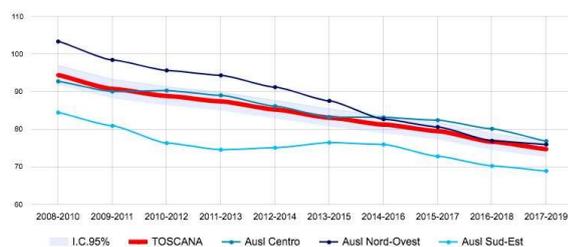


Fig. 117

Mortalità per tumore del polmone

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Femmine

Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

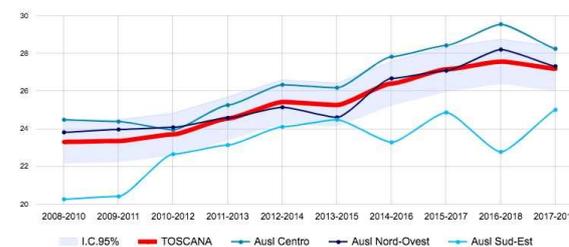


Fig. 118

Figure 117- 118 Mortalità per tumore del polmone Toscana maschi-femmine

Mortalità per tumore del polmone

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

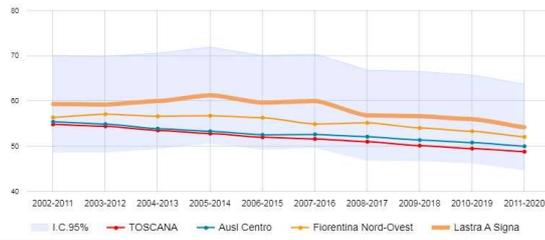


Fig. 119

Mortalità per tumore del polmone

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

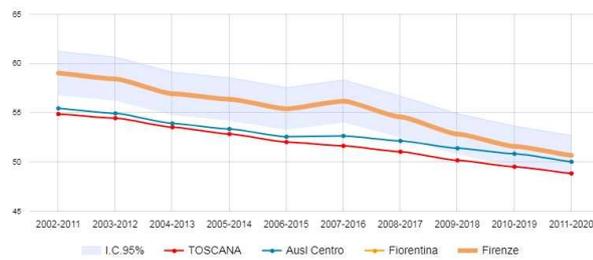


Fig. 121

Mortalità per tumore del polmone

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

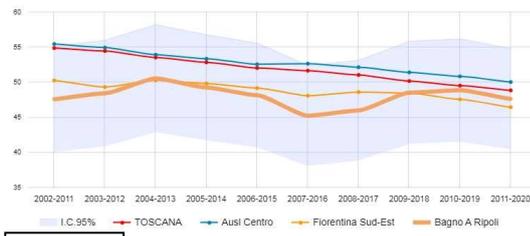


Fig. 123

Mortalità per tumore del polmone

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

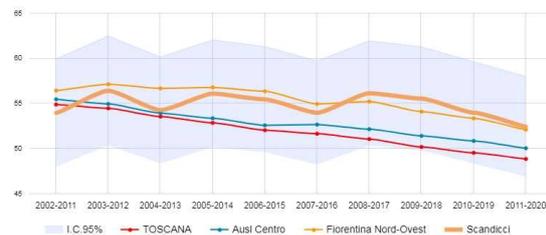


Fig. 125

Mortalità per tumore del polmone

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

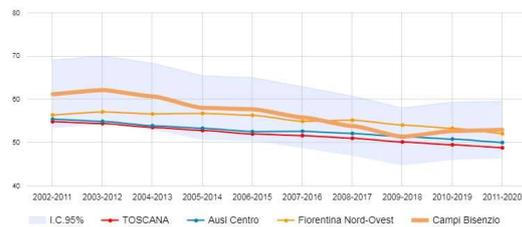


Fig. 127

Mortalità per tumore del polmone

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

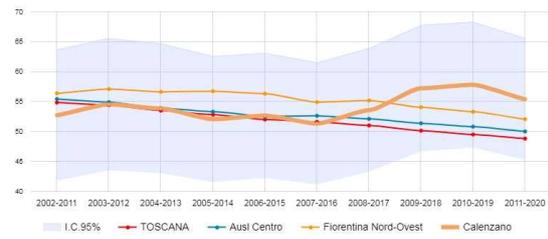


Fig. 120

Mortalità per tumore del polmone

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

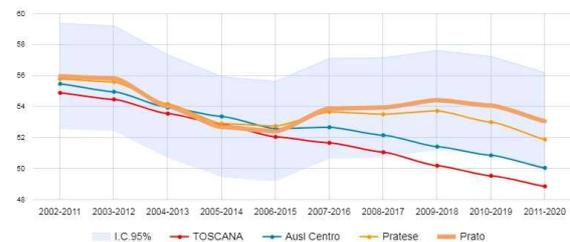


Fig. 122

Mortalità per tumore del polmone

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

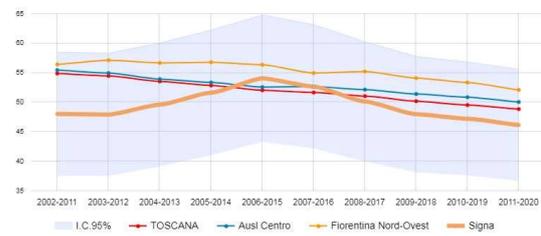


Fig. 124

Mortalità per tumore del polmone

Tasso standardizzato per età (x 100000) - Totale
Fonte: ISTAT Popolazione residente in Toscana al 1° gennaio, ISPO Registro di mortalità regionale (RMR)

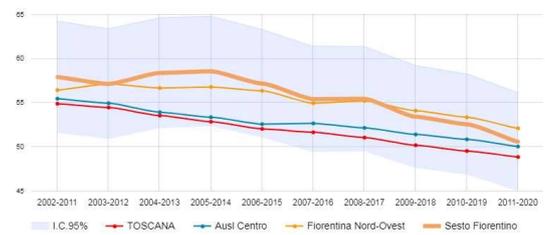


Fig. 126

Figura 119-127 Mortalità per tumore del polmone dei comuni oggetto di interesse

Comuni	Tasso Mortalità M	Tasso Mortalità F	Tasso Mortalità Tot.
Firenze	996,74	641,65	778,21
Prato	1.038,97	668,42	819,04
Campi Bisenzio	1.043,11	650,26	807,01
Calenzano	991,2	649,36	793,24
Lastra a signa	1.029,44	687,15	834,62
Signa	1.043,82	717,31	853,78
Scandicci	974,01	637,4	774,17
Sesto Fiorentino	937,83	630,32	752,74
Bagno a Ripoli	997,68	643,74	787,27

Tab. 6 Tasso di mortalità totale per cause naturali

Comuni	Tasso Mortalità M per tumori	Tasso Mortalità F per tumori	Tasso Mortalità Tot. Per tumori
Firenze	326,04	193,53	244,59
Prato	344,39	195,68	256,43
Campi Bisenzio	341,84	185,79	249,4
Calenzano	343,14	203,12	261,62
Lastra a Signa	349,07	196,49	260,13
Signa	327,57	182,17	242,47
Scandicci	321,39	194,31	247,13
Sesto Fiorentino	320,07	190	242,66
Bagno a Ripoli	323,83	188,17	241,85

Tab. 7 Tasso di mortalità per sole cause tumorali

Comuni	Tasso Mortalità M per K polmone	Tasso Mortalità F per K polmone	Tasso Mortalità Tot. Per K polmone
Firenze	77,33	32,66	50,72
Prato	89,72	25,74	53,09
Campi Bisenzio	88,21	27,27	53,03
Calenzano	93,26	26,04	55,48
Lastra a signa	84,02	32,28	54,28
Signa	75,46	25,49	46,17
Scandicci	82,78	29,25	52,47
Sesto Fiorentino	82,34	27,29	50,62
Bagno a Ripoli	71,88	30,08	47,67

Tab. 8 Tasso di mortalità per solo Tumore del Polmone

Comuni	Numero persone residenti M	Tasso Mortalità M per malattie dell'apparato respiratorio	Numero persone residenti F	Tasso Mortalità F per malattie dell'apparato respiratorio	Numero persone residenti TOT	Tasso Mortalità TOT per malattie dell'apparato respiratorio
Firenze	171721	93,43	195206	54,38	366927	67,85
Prato	94278	92,73	99945	43,02	194223	61,25
Campi Bisenzio	22271	113	23401	43,84	45672	68,07
Calenzano	8869	84,1	9253	49,77	18122	64,53
Lastra a Signa	9556	85,51	10016	43,15	19572	59,37
Signa	9032	87,52	9537	67,98	18569	77,26
Scandicci	24406	91,36	26637	47,09	51043	62,73
Sesto Fiorentino	23286	93,94	25678	51,52	48964	65,84
Bagno a Ripoli	12152	97,19	13404	52,48	25556	71,01

Tab. 9 Tasso di mortalità per Malattie del Sistema Respiratorio

Comuni	Numero persone residenti (M)	Tasso Mortalità per malattie del sistema circolatorio (M)	Numero persone residenti (F)	Tasso Mortalità per malattie del sistema circolatorio (F)	Numero persone residenti TOT	Tasso Mortalità TOT per malattie del sistema circolatorio
Firenze	171721	305,14	195206	202,14	366927	241,77
Prato	94278	332,74	99945	228,8	194223	270,71
Campi Bisenzio	22271	309,03	23401	211,51	45672	249,65
Calenzano	8869	303,87	9253	185,15	18122	232,7
Lastra a Signa	9556	330,66	10016	251,07	19572	288,04
Signa	9032	342,36	9537	252,97	18569	289,17
Scandicci	24406	289,08	26637	198,87	51043	235,25
Sesto Fiorentino	23286	269,18	25678	186,67	48964	220,04
Bagno a Ripoli	12152	281,66	13404	189,49	25556	228,49

Tab. 10 Tasso di mortalità per sole Malattie dell'apparato Cardiocircolatorio

Modellistica diffusionale (dati estrapolati da relazione fornita dal committente)

Area di Studio

L'area di studio per la componente atmosfera relativa alla valutazione d'impatto dell'opera in esame è stata valutata sulla base delle caratteristiche delle emissioni inquinanti considerate.

A tale fine si è costruito il dominio di calcolo per le simulazioni estraendo dalla cartografia regionale CTR un'area che ha come perimetrazione quelle mostrata nella figura seguente. Il dominio di studio è quindi suddiviso come riportato di seguito:

Tab. 11 Tabella 1 Suddivisione del dominio di studio

DOMINIO	ESTENSIONE	UTM WGS84 32N	EPSG 32632	Y [km]	Y [km]
		X [km]	X [km]		
Meteorologico	30 km x 30 km	654.000	684.000	4842.000	4872.000
Dispersione	30 km x 30 km	654.000	684.000	4842.000	4872.000
Dominio di dettaglio	5 km x 5 km	673.000	679.000	4850.000	4856.000

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 emissive 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.

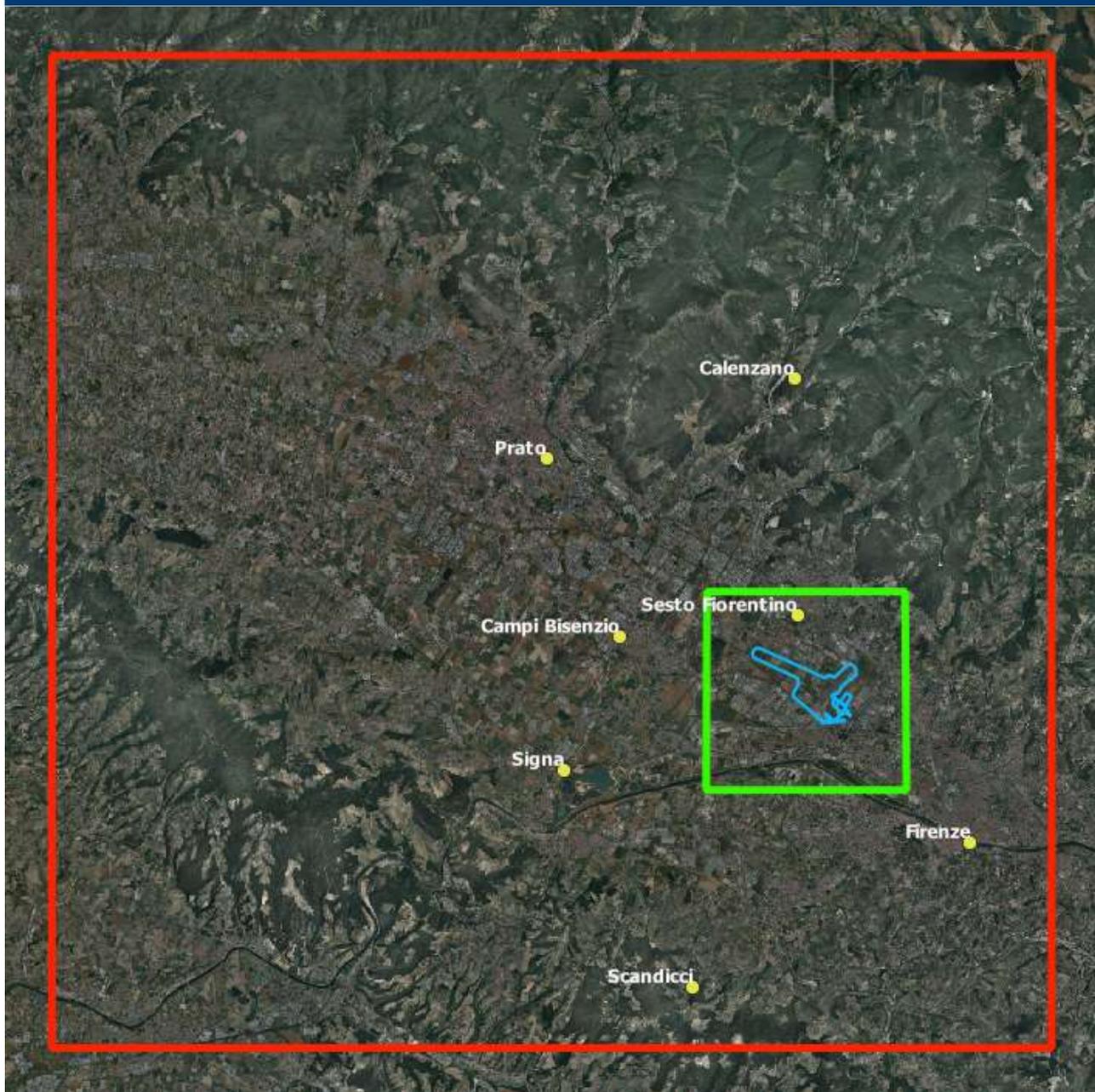


Figura 128 Area di studio con evidenza del dominio Meteorologico e di calcolo (■ ■), del sedime aeroportuale per lo stato di progetto (■ ■) e del dominio di calcolo di dettaglio (■ ■).

Scelta Del Modello Matematico

Per lo studio meteo-diffusionale si è ipotizzato di individuare, come significativa per le ricadute al suolo, un'area di estensione pari a circa 36 km² centrata sul 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 del potenziale impatto della modificazione indotta dall'opera in progetto. Questa ipotesi nasce da considerazioni sulle caratteristiche orografiche, di uso del suolo, meteorologiche e delle sorgenti di emissione da valutare per l'area allo studio.

In ogni caso queste ipotesi sono state formulate sulla base dei dati di progetto e di quelli territoriali e meteorologici, in relazione alle indicazioni riportate nelle linee guida LINEE GUIDA PER LA SELEZIONE E L'APPLICAZIONE DEI MODELLI DI DISPERSIONE ATMOSFERICA PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA - RTI CTN_ ACE 4/2001 ed aggiornamenti.

Le Linee Guida succitate propongono alcuni scenari di dispersione con relative indicazioni tecniche su come svolgere la predisposizione dei dati, la selezione del modello ed il calcolo delle ricadute.

- SCENARIO 1: dispersione di inquinanti rilasciati da sorgenti lineari, areali, puntiformi non isolate, di cui si vogliono determinare le concentrazioni medie orarie e le deposizioni al suolo a breve e lungo termine;

- SCENARIO 2: dispersione di inquinanti rilasciati da sorgenti puntiformi anche isolate, areali, lineari in relazione al traffico extraurbano;

- SCENARIO 3: formazione e dispersione di inquinanti secondari.

Lo scenario da simulare per le ricadute dal progetto oggetto dello studio e le scelte effettuate per lo svolgimento dei calcoli in questione può considerarsi come rientrante nelle indicazioni ricavabili sia dallo SCENARIO 1 che dallo SCENARIO 2, RTI CTN_ ACE 4/2001, infatti il presente studio si propone:

- la valutazione di impatto sull'aria ambiente di emissioni da traffico dei mezzi d'opera a terra, delle sorgenti puntiformi (centrali termiche ad esempio) e degli aeromobili durante le fasi LTO (rif. scenario 1)
- la valutazione dell'aria ambiente su un'area rurale, urbana e sub-urbana (rif. scenario 1)
- dispersione degli inquinanti emessi dal ciclo LTO degli aeromobili e dal transito dei mezzi a terra e veicolare per i parcheggi stradali (rif. scenario 2)
- non ha pretesa di essere una valutazione dell'aria ambiente in ambito regionale, prevista dal D.Lgs. n. 155/2010 (rif. scenari 2 e 3);
- l'estensione territoriale del dominio di calcolo selezionato è pari a 5 km x 5 km (rif. scenario 1);
- la scala temporale selezionata è quella di un anno solare con calcolo delle medie orarie (rif. scenario 1) e dei dati di tipo climatologico relativi alla stima delle medie stagionali e annuali (rif. scenario 1);
- il modello selezionato per le valutazioni tecniche oggetto della presente relazione è il codice CALPUFF MODEL SYSTEM che rispecchia quanto richiesto dal paragrafo 2.1.2 Modelli di complessità superiore (SCENARIO 1) e le indicazioni del capitolo 3.1.2 A) Modelli non stazionari a puff o a segmenti (SCENARIO 2).

Le valutazioni tecniche e le elaborazioni numeriche sono volte a verificare questa ipotesi e quindi a verificare la tesi per cui l'estensione degli impatti, ritenuti significativi o rilevabili, delle emissioni considerate siano ragionevolmente individuabili in un'area di estensione non superiore ai 5 km.

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.

¹ **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.

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 2008, per la configurazione del codice, realizzati come riportato di seguito nella tabella.

Normale esercizio

Nella seguente tabella si esplicitano le impostazioni del modello CALPUFF per la dispersione nei vari scenari presi in considerazione.

Tabella 12 Configurazione CALPUFF MODEL SYSTEM – IMPATTI FASE DI ESERCIZIO

Input	Simulazioni –Dominio Meteorologico
Periodo	anno solare 2008 individuato come TMY per questo studio.
Dominio di calcolo	griglia di calcolo di di 60 celle per 6 celle di passo 0.5 km per una estensione del dominio di 30 km in direzione N-S x 30 km in direzione E-W.
Meteorologia	<p>File SURFACE.DAT: come dati di superficie sono stati inseriti i dati meteo alla quota di 10 m s.l.s. misurati dalla stazione AEROPORTO di PERETOLA.</p> <p>File UPAIR.DAT: come dati in quota sono stati inseriti i dati meteorologici da 50 m s.l.s. e per i livelli successivi pari a 18 totali (fino a 3500 m.s.l.s.) disponibili in un punto interno al dominio di calcolo acquisito da dati meteo LAMA-SMR ARPA - EMR.</p> <p>Le impostazioni del file di controllo per la simulazione di CALMET ha previsto la valutazione puntuale del parametro di "peso" relativo tra i dati in quota e quelli a terra in modo da accentuare l'importanza dei dati misurati a terra nel calcolo del campo di vento alle basse quote. CALMET è stato settato con un numero di livelli verticali pari a 8 con quote sul livello del suolo da 10 a 3000 metri necessari a cogliere le peculiarità delle simulazioni modellistiche da svolgere con CALPUFF. In particolare si è impostato il parametro BIAS come segue:</p> <p>! BIAS = -1 , -1 , -0.9 , -0.8 , -0.2 , 0 , 0 , 0 !</p> <p><i>Layer-dependent biases modifying the weights of surface and upper air stations: negative BIAS reduces the weight of upper air stations.</i></p>
Simulazioni	
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 2008 : 8760 ore).

Input	Simulazioni – Dominio Meteorologico
Output	
	Sono stati elaborati i dati meteorologici il domini di calcolo per evidenziale 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.
Input	Simulazioni – Domini di Calcolo
Periodo	anno solare 2008
Dominio di calcolo	griglia di calcolo di 60 celle per 60celle di passo 0.5 km per una estensione del dominio di 30 km in direzione N-S e di 30 km in direzione E-W. Dominio di dettaglio di 6 km in direzione N-S e di 6 km in direzione E-W. centrato sul sedime aeroportuale
Emissioni Polveri e Gas	Le sorgenti emissive 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. È stato simulaot anche il traffico indotto dall'aeroporto stesso. E le aree di parking 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. Nel modello è stato implementato un set di emissioni che comprendono tutta la rotta di decollo ed atterraggio degli aeromobili dall'ingresso del dominio alla uscita considerando la quota raggiunta dall'aeromobile in ogni istante del tragitto.
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 2008.
Simulazioni	
Dispersione	Sono state effettuate simulazioni "short term" per la valutazione della dispersione degli inquinanti emessi su scala temporale oraria per il periodo di riferimento (anno 2008 : 8760 ore). Le simulazioni sono state effettuate suddividendo le emissioni stimate in due macro gruppi: A) ciclo LTO degli aeromobili e sorgenti a terra derivanti dall'aerostazione B) traffico indotto dall'esercizio dell'aerostazione
Deposizione secca ed umida	Tutte le simulazioni sono state svolte <u>senza</u> l'implementazione della deposizione secca ed umida nel modello diffusionale.
Effetto edificio	L'effetto edificio, BUILDING DOWNWASH, non è stato valutato nelle simulazioni svolte e si ritiene poco significativo ai fini della valutazione dell'impatto delle sorgenti da simulare. Infatti, questo effetto per la sua formulazione e schematizzazione all'interno del modello di dispersione è applicabile alle sole sorgenti descritte come "puntuali" ovvero ai camini industriali o similari. Nel caso in esame le uniche sorgenti che potrebbero essere interessate da questo effetto sono le emissioni delle centrali termiche. In relazione alla scarsa significatività di queste sorgenti in termini emissivi non si ritiene necessario implementare la simulazioni con tale . L'effetto atteso, in ogni modo, sarebbe quello dell'aumento delle concentrazioni stimante per le sole sorgenti stazionarie (centrali termiche) nell'intorno dell'emissione (50-200 metri dal camino) ed una riduzione delle concentrazioni presso i recettori individuati che sono esterni a questa area di influenza.

Input	Simulazioni –Dominio Meteorologico
Recettori	I 140 punti recettori sono stati inseriti nel codice considerando un valore del parametro HEIGHT ABOVE GROUND pari a 2 metri.
Output	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 isoconcentrazione sul dominio di indagine.

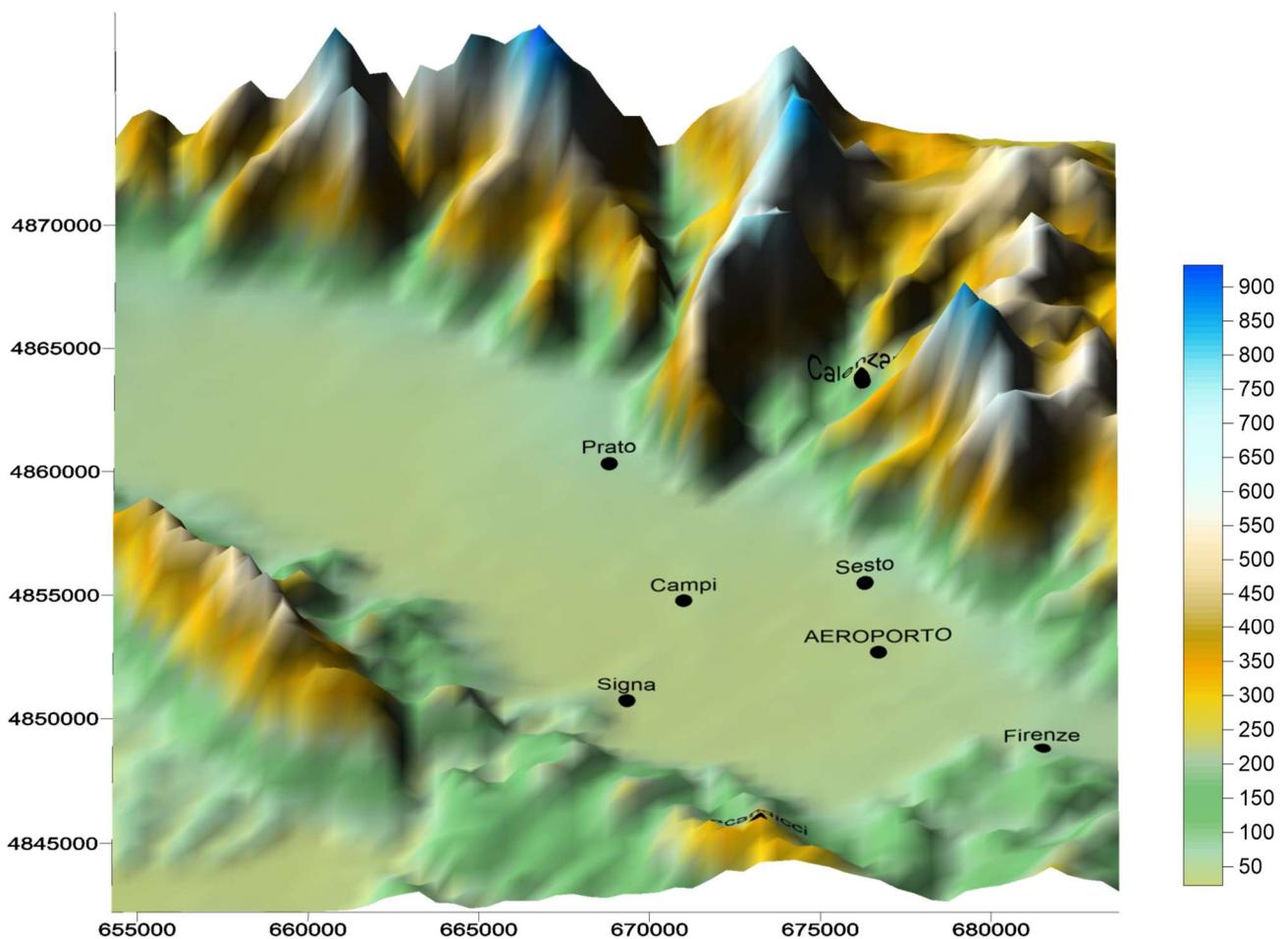


Figura 129 Estensione del dominio di calcolo meteorologico e orografia (mslm) complessa del dominio utilizzata nella configurazione del modello di calcolo CALPUFF.

Stime di ricaduta

Dall'applicazione del codice di dispersione è stato possibile calcolare per tutti i parametri allo studio i valori di concentrazione media annuale in ognuno dei 140 recettori puntuali individuati sul territorio al fine di valutare il potenziale impatto sulla qualità dell'aria e fornire i dati necessari allo studio di rischio sanitario.

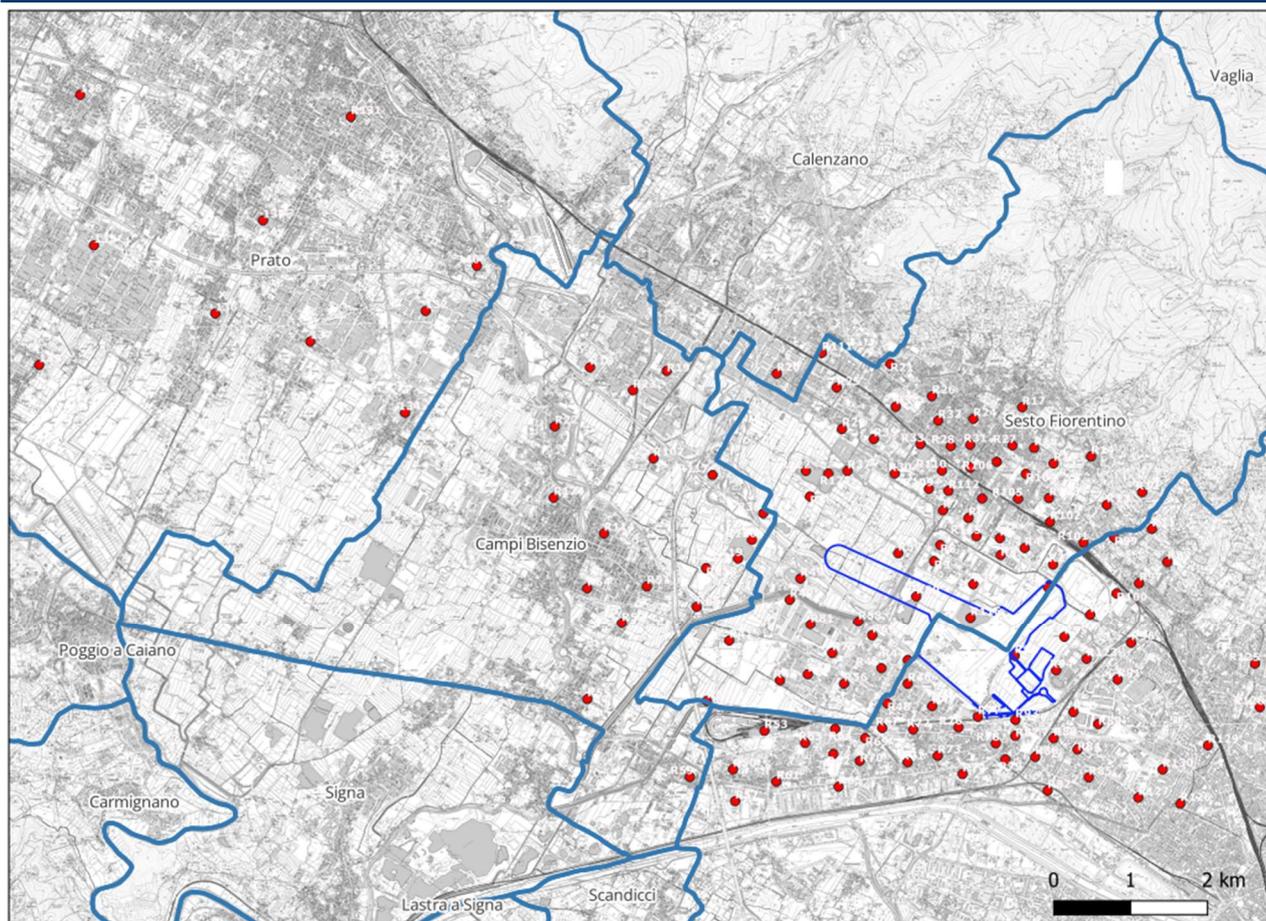


Figura 130 localizzazione punti recettori nell'ambito di studio con evidenza degli ambiti amministrativi e il perimetro del progetto del Masterplan dell'Aeroporto Amerigo Vespucci.

Nella seguente tabella i risultati delle simulazioni per tutte le emissioni considerate per il progetto del Masterplan dell'aeroporto di Firenze.

Tabella 13 valori di concentrazione media annuale espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ determinati dal totale delle emissioni del progetto di Masterplan dell'aeroporto di Firenze Amerigo Vespucci (cicli LTO, mezzi a terra, parcheggi, sorgenti stazionarie e traffico indotto).

ID	COMUNE	NO2	PM10	PM2.5	C6H6	SOx	Formald.	As	Pb	Cd
R1	Sesto Fiorentino	2.64E+00	6.27E-02	6.22E-02	8.01E-04	2.20E-01	5.26E-03	6.45E-06	1.66E-04	4.31E-06
R2	Sesto Fiorentino	2.45E+00	6.75E-02	6.71E-02	7.00E-04	2.06E-01	4.95E-03	6.32E-06	1.58E-04	4.22E-06
R3	Sesto Fiorentino	5.32E+00	3.95E-01	2.73E-01	1.97E-02	2.74E-01	1.66E-02	1.78E-05	9.11E-04	1.44E-05
R4	Sesto Fiorentino	4.43E+00	3.42E-01	2.36E-01	1.70E-02	2.22E-01	1.40E-02	1.51E-05	7.78E-04	1.23E-05
R5	Sesto Fiorentino	3.17E+00	1.48E-01	1.10E-01	6.54E-03	2.11E-01	8.12E-03	8.89E-06	3.73E-04	6.72E-06
R6	Sesto Fiorentino	2.13E+00	3.13E-02	3.10E-02	6.79E-04	1.74E-01	4.13E-03	4.55E-06	1.26E-04	3.04E-06
R7	Sesto Fiorentino	1.78E+00	2.56E-02	2.54E-02	5.72E-04	1.45E-01	3.45E-03	3.78E-06	1.05E-04	2.53E-06
R8	Sesto Fiorentino	2.68E+00	3.57E-02	3.54E-02	8.74E-04	2.19E-01	5.21E-03	5.63E-06	1.59E-04	3.76E-06
R9	Sesto Fiorentino	3.64E+00	5.46E-02	5.42E-02	1.17E-03	3.00E-01	7.14E-03	7.88E-06	2.18E-04	5.26E-06

ID	COMUNE	NO2	PM10	PM2.5	C6H6	SOx	Formald.	As	Pb	Cd
R10	Sesto Fiorentino	5.54E+00	7.43E-02	7.37E-02	1.80E-03	4.56E-01	1.08E-02	1.17E-05	3.30E-04	7.82E-06
R11	Firenze	7.87E-01	1.86E-02	1.75E-02	3.62E-04	6.14E-02	1.54E-03	1.83E-06	5.12E-05	1.24E-06
R12	Sesto Fiorentino	7.53E-01	1.86E-02	1.83E-02	2.46E-04	6.05E-02	1.47E-03	1.82E-06	4.71E-05	1.22E-06
R13	Sesto Fiorentino	1.18E+00	4.27E-02	3.41E-02	1.62E-03	8.34E-02	2.69E-03	3.03E-06	1.11E-04	2.20E-06
R14	Sesto Fiorentino	9.66E-01	1.72E-02	1.65E-02	3.92E-04	7.64E-02	1.87E-03	2.11E-06	5.97E-05	1.42E-06
R15	Sesto Fiorentino	1.78E+00	1.14E-01	8.06E-02	5.47E-03	9.98E-02	5.14E-03	5.56E-06	2.67E-04	4.40E-06
R16	Sesto Fiorentino	2.00E+00	1.67E-01	1.14E-01	8.33E-03	9.29E-02	6.54E-03	7.03E-06	3.73E-04	5.78E-06
R17	Sesto Fiorentino	8.69E-01	1.46E-02	1.45E-02	2.65E-04	7.00E-02	1.67E-03	1.89E-06	5.14E-05	1.26E-06
R18	Campi Bisenzio	1.74E+00	2.51E-01	1.63E-01	1.35E-02	2.48E-02	7.85E-03	8.20E-06	5.29E-04	7.29E-06
R19	Campi Bisenzio	6.09E-01	4.88E-02	3.34E-02	2.46E-03	2.88E-02	1.96E-03	2.09E-06	1.11E-04	1.72E-06
R20	Calenzano	4.04E-01	6.81E-03	6.75E-03	1.26E-04	3.25E-02	7.74E-04	8.79E-07	2.39E-05	5.88E-07
R21	Sesto Fiorentino	1.30E+00	1.48E-01	9.77E-02	7.82E-03	3.82E-02	5.07E-03	5.32E-06	3.21E-04	4.60E-06
R22	Campi Bisenzio	3.03E-01	5.24E-03	5.20E-03	9.34E-05	2.44E-02	5.81E-04	6.64E-07	1.80E-05	4.44E-07
R23	Campi Bisenzio	5.51E-01	4.74E-02	3.25E-02	2.37E-03	2.49E-02	1.83E-03	1.97E-06	1.05E-04	1.62E-06
R24	Sesto Fiorentino	9.29E-01	2.92E-02	2.31E-02	1.17E-03	6.67E-02	2.08E-03	2.27E-06	8.34E-05	1.64E-06
R25	Sesto Fiorentino	4.72E-01	7.87E-03	7.79E-03	1.47E-04	3.78E-02	9.03E-04	1.02E-06	2.79E-05	6.84E-07
R26	Sesto Fiorentino	3.74E+00	5.26E-01	3.43E-01	2.83E-02	5.83E-02	1.66E-02	1.73E-05	1.12E-03	1.54E-05
R27	Sesto Fiorentino	1.21E+00	2.44E-02	2.20E-02	7.12E-04	9.43E-02	2.43E-03	2.70E-06	8.21E-05	1.85E-06
R28	Sesto Fiorentino	1.79E+00	1.46E-01	9.91E-02	7.43E-03	8.30E-02	5.83E-03	6.18E-06	3.32E-04	5.09E-06
R29	Sesto Fiorentino	6.01E-01	1.04E-02	1.03E-02	1.88E-04	4.86E-02	1.16E-03	1.32E-06	3.58E-05	8.83E-07
R30	Sesto Fiorentino	9.56E-01	1.57E-02	1.52E-02	3.62E-04	7.69E-02	1.86E-03	2.07E-06	5.85E-05	1.39E-06
R31	Sesto Fiorentino	1.39E+00	7.67E-02	5.45E-02	3.72E-03	8.28E-02	3.81E-03	4.07E-06	1.90E-04	3.18E-06
R32	Sesto Fiorentino	1.54E+00	1.42E-01	9.59E-02	7.33E-03	6.26E-02	5.34E-03	5.66E-06	3.16E-04	4.74E-06
R33	Sesto Fiorentino	3.15E+00	3.89E-01	2.55E-01	2.08E-02	7.69E-02	1.29E-02	1.35E-05	8.37E-04	1.18E-05
R34	Sesto Fiorentino	1.68E+00	1.91E-01	1.26E-01	1.01E-02	4.97E-02	6.53E-03	6.87E-06	4.13E-04	5.93E-06
R35	Sesto Fiorentino	1.85E+00	1.99E-01	1.32E-01	1.04E-02	6.13E-02	6.98E-03	7.36E-06	4.33E-04	6.30E-06
R36	Sesto Fiorentino	8.37E-01	1.35E-02	1.33E-02	2.65E-04	6.80E-02	1.62E-03	1.82E-06	4.99E-05	1.21E-06
R37	Sesto Fiorentino	7.88E-01	1.29E-02	1.27E-02	2.49E-04	6.39E-02	1.52E-03	1.71E-06	4.69E-05	1.15E-06
R38	Campi Bisenzio	2.02E+00	2.09E-01	1.39E-01	1.09E-02	7.18E-02	7.49E-03	7.90E-06	4.59E-04	6.72E-06
R39	Sesto Fiorentino	2.46E+00	3.72E-02	3.69E-02	7.88E-04	2.02E-01	4.81E-03	5.32E-06	1.47E-04	3.55E-06
R40	Sesto Fiorentino	3.73E+00	3.51E-01	2.36E-01	1.82E-02	1.50E-01	1.31E-02	1.39E-05	7.82E-04	1.16E-05
R41	Sesto Fiorentino	1.04E+00	2.11E-02	2.09E-02	3.18E-04	8.34E-02	2.00E-03	2.37E-06	6.26E-05	1.58E-06
R42	Sesto Fiorentino	1.07E+00	2.56E-02	2.53E-02	3.16E-04	8.55E-02	2.06E-03	2.55E-06	6.53E-05	1.70E-06
R43	Sesto Fiorentino	1.48E+00	4.25E-02	4.21E-02	4.22E-04	1.20E-01	2.89E-03	3.77E-06	9.32E-05	2.52E-06
R44	Sesto Fiorentino	4.62E+00	3.19E-01	2.46E-01	1.19E-02	2.94E-01	1.30E-02	1.58E-05	6.50E-04	1.21E-05
R45	Sesto Fiorentino	3.06E+00	1.54E-01	1.47E-01	1.70E-03	2.58E-01	6.80E-03	1.00E-05	2.48E-04	6.82E-06

ID	COMUNE	NO2	PM10	PM2.5	C6H6	SOx	Formald.	As	Pb	Cd
R46	Firenze	3.16E+00	2.04E-01	1.91E-01	2.49E-03	2.60E-01	7.38E-03	1.16E-05	2.92E-04	8.00E-06
R47	Firenze	2.84E+00	1.94E-01	1.85E-01	1.69E-03	2.39E-01	6.50E-03	1.08E-05	2.51E-04	7.38E-06
R48	Firenze	1.61E+00	7.59E-02	7.52E-02	3.92E-04	1.32E-01	3.23E-03	5.02E-06	1.11E-04	3.36E-06
R49	Sesto Fiorentino	2.59E+00	1.72E-01	1.19E-01	8.56E-03	1.42E-01	7.71E-03	8.19E-06	4.08E-04	6.56E-06
R50	Firenze	1.10E+00	1.39E-01	9.20E-02	7.33E-03	2.65E-02	4.55E-03	4.82E-06	2.96E-04	4.20E-06
R51	Campi Bisenzio	6.67E-01	1.12E-02	1.11E-02	2.08E-04	5.38E-02	1.28E-03	1.45E-06	3.96E-05	9.72E-07
R52	Campi Bisenzio	7.83E-01	3.86E-02	2.87E-02	1.69E-03	4.95E-02	2.00E-03	2.21E-06	9.40E-05	1.68E-06
R53	Firenze	5.21E-01	2.03E-02	1.63E-02	7.28E-04	3.61E-02	1.19E-03	1.37E-06	4.97E-05	9.93E-07
R54	Campi Bisenzio	5.44E-01	1.04E-02	9.87E-03	2.29E-04	4.31E-02	1.06E-03	1.21E-06	3.42E-05	8.15E-07
R55	Campi Bisenzio	5.91E-01	4.37E-02	3.04E-02	2.14E-03	3.00E-02	1.81E-03	1.96E-06	9.95E-05	1.58E-06
R56	Sesto Fiorentino	1.65E+00	5.28E-02	5.24E-02	4.61E-04	1.35E-01	3.26E-03	4.39E-06	1.06E-04	2.94E-06
R57	Firenze	6.52E-01	7.53E-02	5.04E-02	3.87E-03	2.01E-02	2.54E-03	2.72E-06	1.60E-04	2.33E-06
R58	Sesto Fiorentino	7.04E+00	6.36E-01	4.32E-01	3.22E-02	3.07E-01	2.42E-02	2.58E-05	1.41E-03	2.15E-05
R59	Campi Bisenzio	1.35E+00	1.86E-01	1.22E-01	9.94E-03	2.36E-02	5.91E-03	6.19E-06	3.93E-04	5.47E-06
R60	Sesto Fiorentino	5.70E-01	2.19E-02	1.73E-02	8.46E-04	3.93E-02	1.32E-03	1.48E-06	5.58E-05	1.09E-06
R61	Firenze	9.89E-01	1.23E-01	8.18E-02	6.37E-03	2.59E-02	4.03E-03	4.30E-06	2.59E-04	3.73E-06
R62	Firenze	5.89E-01	3.80E-02	2.92E-02	1.47E-03	3.65E-02	1.61E-03	1.92E-06	7.96E-05	1.46E-06
R63	Firenze	5.93E-01	3.52E-02	2.68E-02	1.40E-03	3.66E-02	1.57E-03	1.83E-06	7.65E-05	1.40E-06
R64	Firenze	6.50E-01	2.34E-02	2.17E-02	4.08E-04	4.99E-02	1.33E-03	1.74E-06	4.82E-05	1.20E-06
R65	Firenze	1.75E+00	2.47E-01	1.62E-01	1.31E-02	2.94E-02	7.74E-03	8.18E-06	5.17E-04	7.22E-06
R66	Sesto Fiorentino	3.44E+00	6.26E-02	6.19E-02	1.11E-03	2.83E-01	6.76E-03	7.76E-06	2.10E-04	5.19E-06
R67	Firenze	9.11E-01	3.69E-02	3.66E-02	2.35E-04	7.44E-02	1.81E-03	2.66E-06	6.07E-05	1.78E-06
R68	Campi Bisenzio	8.84E-01	1.55E-02	1.54E-02	2.75E-04	7.16E-02	1.71E-03	1.96E-06	5.29E-05	1.31E-06
R69	Firenze	6.78E-01	2.78E-02	2.59E-02	4.31E-04	5.32E-02	1.43E-03	1.95E-06	5.23E-05	1.34E-06
R70	Firenze	9.28E-01	9.43E-02	6.55E-02	4.52E-03	3.78E-02	3.29E-03	3.67E-06	1.97E-04	3.05E-06
R71	Firenze	8.48E-01	7.30E-02	5.34E-02	3.11E-03	4.46E-02	2.69E-03	3.15E-06	1.49E-04	2.51E-06
R72	Firenze	1.22E+00	5.92E-02	5.87E-02	3.09E-04	1.05E-01	2.57E-03	3.97E-06	8.76E-05	2.65E-06
R73	Firenze	9.65E-01	7.63E-02	5.92E-02	2.76E-03	5.89E-02	2.83E-03	3.55E-06	1.46E-04	2.72E-06
R74	Firenze	3.35E+00	5.00E-01	3.29E-01	2.62E-02	4.77E-02	1.53E-02	1.63E-05	1.03E-03	1.44E-05
R75	Sesto Fiorentino	2.19E+00	5.57E-02	5.18E-02	1.19E-03	1.73E-01	4.44E-03	5.28E-06	1.51E-04	3.60E-06
R76	Firenze	4.63E+00	5.65E-01	4.19E-01	2.26E-02	2.10E-01	1.72E-02	2.16E-05	1.03E-03	1.74E-05
R77	Firenze	6.42E+00	8.43E-01	6.05E-01	3.67E-02	2.32E-01	2.53E-02	3.06E-05	1.58E-03	2.53E-05
R78	Firenze	1.86E+00	2.48E-01	1.87E-01	9.53E-03	1.08E-01	7.70E-03	9.82E-06	4.48E-04	7.82E-06
R79	Firenze	1.57E+00	1.87E-01	1.34E-01	8.33E-03	6.21E-02	5.94E-03	7.01E-06	3.63E-04	5.79E-06
R80	Sesto Fiorentino	7.04E+00	6.92E-02	6.86E-02	2.35E-03	5.76E-01	1.36E-02	1.40E-05	4.10E-04	9.38E-06
R81	Sesto Fiorentino	3.25E+00	2.35E-01	1.65E-01	1.14E-02	1.71E-01	9.92E-03	1.08E-05	5.37E-04	8.64E-06

ID	COMUNE	NO2	PM10	PM2.5	C6H6	SOx	Formald.	As	Pb	Cd
R82	Firenze	4.58E-01	3.76E-02	2.84E-02	1.48E-03	2.64E-02	1.40E-03	1.70E-06	7.46E-05	1.32E-06
R83	Firenze	8.17E-01	1.95E-02	1.77E-02	4.94E-04	6.25E-02	1.63E-03	1.89E-06	5.63E-05	1.30E-06
R84	Firenze	1.64E+00	2.04E-01	1.39E-01	1.02E-02	4.63E-02	6.57E-03	7.22E-06	4.20E-04	6.18E-06
R85	Firenze	1.46E+00	2.02E-01	1.34E-01	1.05E-02	2.88E-02	6.33E-03	6.79E-06	4.19E-04	5.95E-06
R86	Firenze	1.06E+00	1.10E-01	7.91E-02	4.81E-03	4.83E-02	3.70E-03	4.35E-06	2.17E-04	3.54E-06
R87	Firenze	3.50E+00	4.53E-01	3.25E-01	1.98E-02	1.30E-01	1.38E-02	1.65E-05	8.57E-04	1.37E-05
R88	Firenze	4.25E+00	5.87E-01	3.93E-01	2.99E-02	8.75E-02	1.82E-02	1.98E-05	1.20E-03	1.72E-05
R89	Firenze	1.44E+00	1.24E-01	8.88E-02	5.63E-03	6.68E-02	4.54E-03	5.19E-06	2.58E-04	4.20E-06
R90	Firenze	5.67E+00	7.52E-01	5.06E-01	3.80E-02	1.32E-01	2.36E-02	2.58E-05	1.54E-03	2.23E-05
R91	Firenze	1.58E+00	9.23E-02	7.12E-02	3.54E-03	9.92E-02	4.12E-03	4.87E-06	1.98E-04	3.69E-06
R92	Firenze	6.76E+00	3.83E-01	3.72E-01	2.86E-03	5.98E-01	1.53E-02	2.40E-05	5.49E-04	1.62E-05
R93	Firenze	7.20E+00	9.26E-01	6.56E-01	4.17E-02	2.29E-01	2.80E-02	3.31E-05	1.77E-03	2.77E-05
R94	Firenze	3.63E+00	3.56E-01	2.62E-01	1.48E-02	1.72E-01	1.20E-02	1.44E-05	6.88E-04	1.16E-05
R95	Firenze	2.28E+00	7.82E-02	7.44E-02	1.12E-03	1.85E-01	4.72E-03	6.19E-06	1.63E-04	4.21E-06
R96	Firenze	1.84E+00	1.88E-01	1.31E-01	8.96E-03	7.31E-02	6.49E-03	7.27E-06	3.90E-04	6.04E-06
R97	Firenze	2.27E+00	2.25E-01	1.52E-01	1.14E-02	8.70E-02	8.10E-03	8.68E-06	4.88E-04	7.31E-06
R98	Firenze	1.50E+00	5.20E-02	4.70E-02	1.12E-03	1.17E-01	3.19E-03	4.00E-06	1.17E-04	2.77E-06
R99	Firenze	2.23E+00	2.09E-01	1.43E-01	1.04E-02	9.34E-02	7.69E-03	8.33E-06	4.54E-04	6.93E-06
R100	Firenze	1.48E+00	6.79E-02	5.27E-02	2.66E-03	9.94E-02	3.62E-03	4.13E-06	1.62E-04	3.07E-06
R101	Sesto Fiorentino	2.25E+00	1.72E-01	1.21E-01	8.33E-03	1.14E-01	7.00E-03	7.63E-06	3.86E-04	6.17E-06
R102	Sesto Fiorentino	2.22E+00	8.75E-02	6.93E-02	3.34E-03	1.58E-01	5.26E-03	5.94E-06	2.22E-04	4.34E-06
R103	Sesto Fiorentino	2.54E+00	1.84E-01	1.30E-01	8.78E-03	1.36E-01	7.74E-03	8.45E-06	4.17E-04	6.77E-06
R104	Sesto Fiorentino	6.22E+00	8.16E-01	5.36E-01	4.34E-02	1.32E-01	2.64E-02	2.78E-05	1.74E-03	2.44E-05
R105	Sesto Fiorentino	6.82E+00	8.57E-01	5.64E-01	4.53E-02	1.67E-01	2.82E-02	2.97E-05	1.83E-03	2.59E-05
R106	Sesto Fiorentino	1.88E+00	1.15E-01	8.10E-02	5.62E-03	1.07E-01	5.37E-03	5.75E-06	2.76E-04	4.54E-06
R107	Campi Bisenzio	1.77E+00	2.29E-01	1.50E-01	1.22E-02	3.83E-02	7.46E-03	7.81E-06	4.89E-04	6.85E-06
R108	Sesto Fiorentino	4.21E+00	5.12E-01	3.36E-01	2.73E-02	1.07E-01	1.71E-02	1.79E-05	1.10E-03	1.56E-05
R109	Sesto Fiorentino	3.56E+00	4.00E-01	2.64E-01	2.11E-02	1.09E-01	1.38E-02	1.45E-05	8.68E-04	1.25E-05
R110	Sesto Fiorentino	6.35E+00	8.94E-01	5.82E-01	4.82E-02	1.00E-01	2.83E-02	2.95E-05	1.90E-03	2.62E-05
R111	Sesto Fiorentino	3.89E-01	6.36E-03	6.29E-03	1.21E-04	3.10E-02	7.40E-04	8.35E-07	2.28E-05	5.58E-07
R112	Sesto Fiorentino	5.29E+00	6.39E-01	4.19E-01	3.41E-02	1.37E-01	2.15E-02	2.24E-05	1.38E-03	1.95E-05
R113	Sesto Fiorentino	6.83E+00	8.73E-01	5.72E-01	4.66E-02	1.55E-01	2.87E-02	3.00E-05	1.87E-03	2.63E-05
R114	Campi Bisenzio	5.51E-01	1.68E-02	1.37E-02	6.11E-04	4.06E-02	1.21E-03	1.35E-06	4.72E-05	9.66E-07
R115	Sesto Fiorentino	2.52E+00	4.15E-02	4.12E-02	7.98E-04	2.07E-01	4.94E-03	5.56E-06	1.52E-04	3.71E-06
R116	Sesto Fiorentino	1.09E+01	1.71E-01	1.70E-01	3.48E-03	9.07E-01	2.16E-02	2.40E-05	6.60E-04	1.60E-05
R117	Campi Bisenzio	1.59E+00	1.80E-01	1.19E-01	9.49E-03	4.83E-02	6.20E-03	6.52E-06	3.90E-04	5.62E-06

ID	COMUNE	NO2	PM10	PM2.5	C6H6	SOx	Formald.	As	Pb	Cd
R118	Campi Bisenzio	8.47E-01	1.38E-02	1.36E-02	2.67E-04	6.91E-02	1.64E-03	1.85E-06	5.06E-05	1.23E-06
R119	Campi Bisenzio	1.01E+00	2.59E-02	2.20E-02	8.80E-04	7.74E-02	2.16E-03	2.39E-06	7.88E-05	1.68E-06
R120	Campi Bisenzio	1.89E+00	1.69E-01	1.14E-01	8.70E-03	8.07E-02	6.47E-03	6.85E-06	3.79E-04	5.71E-06
R121	Sesto Fiorentino	7.47E-01	1.26E-02	1.25E-02	2.35E-04	6.06E-02	1.44E-03	1.64E-06	4.46E-05	1.10E-06
R122	Sesto Fiorentino	7.15E-01	1.14E-02	1.13E-02	2.25E-04	5.78E-02	1.38E-03	1.54E-06	4.24E-05	1.03E-06
R123	Firenze	2.27E+00	1.64E-01	1.21E-01	6.89E-03	1.27E-01	6.55E-03	7.63E-06	3.45E-04	5.98E-06
R124	Campi Bisenzio	4.78E-01	2.15E-02	1.62E-02	9.34E-04	3.15E-02	1.19E-03	1.31E-06	5.42E-05	9.86E-07
R125	Firenze	4.13E-01	2.25E-02	1.72E-02	8.97E-04	2.55E-02	1.05E-03	1.21E-06	5.01E-05	9.21E-07
R126	Firenze	3.12E+00	4.92E-01	3.19E-01	2.66E-02	2.29E-02	1.49E-02	1.56E-05	1.03E-03	1.40E-05
R127	Firenze	1.72E+00	2.57E-01	1.68E-01	1.37E-02	2.12E-02	7.88E-03	8.31E-06	5.35E-04	7.40E-06
R128	Firenze	4.84E-01	3.43E-02	2.44E-02	1.59E-03	2.55E-02	1.42E-03	1.58E-06	7.63E-05	1.26E-06
R129	Firenze	1.17E+00	1.50E-01	9.96E-02	7.79E-03	2.77E-02	4.84E-03	5.17E-06	3.15E-04	4.50E-06
R130	Firenze	1.46E+00	2.06E-01	1.35E-01	1.09E-02	2.43E-02	6.44E-03	6.81E-06	4.30E-04	6.01E-06
R131	Prato	7.15E-01	1.04E-01	6.77E-02	5.64E-03	9.13E-03	3.25E-03	3.39E-06	2.20E-04	3.02E-06
R132	Prato	2.70E-01	1.78E-02	1.25E-02	8.57E-04	1.47E-02	7.84E-04	8.48E-07	4.14E-05	6.75E-07
R133	Prato	4.39E-01	5.77E-02	3.77E-02	3.08E-03	8.93E-03	1.86E-03	1.95E-06	1.23E-04	1.72E-06
R134	Prato	2.75E-01	1.16E-02	8.82E-03	4.95E-04	1.84E-02	6.68E-04	7.36E-07	2.97E-05	5.49E-07
R135	Prato	1.89E-01	1.44E-02	9.90E-03	7.16E-04	9.19E-03	5.88E-04	6.30E-07	3.27E-05	5.13E-07
R136	Prato	3.86E-01	4.35E-02	2.88E-02	2.29E-03	1.16E-02	1.49E-03	1.57E-06	9.41E-05	1.36E-06
R137	Prato	2.69E-01	2.01E-02	1.39E-02	9.95E-04	1.34E-02	8.31E-04	8.93E-07	4.58E-05	7.25E-07
R138	Prato	1.35E-01	1.18E-02	8.05E-03	5.97E-04	5.84E-03	4.51E-04	4.83E-07	2.62E-05	4.01E-07
R139	Prato	1.24E-01	2.28E-03	2.19E-03	4.86E-05	9.71E-03	2.38E-04	2.70E-07	7.58E-06	1.82E-07
R140	Prato	5.20E+00	8.37E-01	5.40E-01	4.55E-02	2.68E-02	2.53E-02	2.62E-05	1.75E-03	2.37E-05

Aspetti metodologici di calcolo del rischio

Considerazioni generali

Il presente paragrafo rappresenta considerazioni sull'impatto sanitario per quanto definito nella configurazione di progetto. Scopo dell'analisi è valutare i potenziali effetti del progetto sulla salute della popolazione e la distribuzione di tali effetti all'interno della popolazione esposta. Le valutazioni sono redatte in conformità alle "Linee guida per la valutazione di impatto sanitario (D.Lgs 104/2017)" predisposte dall'Istituto Superiore di Sanità e adottate con Decreto del Ministro della Salute 27 marzo 2019. Tali Linee guida sono un aggiornamento sia di quanto pubblicato nel "Rapporto Istisan 17/4" dell'Istituto Superiore di Sanità, sia di quanto prodotto nel progetto "CCM - Valutazione di Impatto sulla Salute Linee Guida e strumenti per valutatori e proponenti - T4HIA" del Centro nazionale per la prevenzione e il controllo delle malattie del Ministero della Salute. Le succitate linee guida sono state aggiornate con il rapporto ISTISAN 22/35 "approfondimento tecnico scientifico".

Tenendo in considerazione le citate linee guida, la presente valutazione è sviluppata per la determinazione sia di stime di rischio di tipo probabilistico che di tipo deterministico.

Metodologicamente la valutazione (Assessment/Appraisal) viene condotta mediante due approcci unanimemente validati ad oggi che si basano sulla traslazione sul piano tecnico operativo di conoscenze scientifiche basate sull'evidenza. I due approcci sono quello dell'*Assessment tossicologico* (altrimenti conosciuto come *Risk Assessment - RA*) e quello dell'*Assesment epidemiologico* (altrimenti conosciuto come *Health Impact Assessment - HIA*).

Il "Risk Assessment tossicologico" si basa su coefficienti di rischio estrapolati prevalentemente da sperimentazione animale (*RfC*, *UR*, rispettivamente per il rischio deterministico e quello probabilistico). Tramite questi indici si ottengono sia stime del rischio cancerogeno che di quello per effetti non cancerogeni. I vantaggi risiedono nella disponibilità di coefficienti per un numero elevato di sostanze e nelle assunzioni cautelative adottate a diversi livelli del processo di calcolo. Gli svantaggi sono fondamentalmente dati da un limite di accuratezza delle stime per quanto attiene eventuali effetti cumulativi di più sostanze chimiche non ancora conosciuti. Questo spiega il ricorso ridondante a fattori di correzione cautelativi che mirano a ridurre un rischio da sottostima. L'assessment di natura tossicologica consente comunque una valutazione approssimativa del rischio cumulativo per l'esposizione a miscele d'inquinanti i cui target tossicologici siano conosciuti.

L'Health Impact Assessment sfrutta le conoscenze derivanti da studi epidemiologici che hanno permesso di identificare il rischio relativo (RR) di popolazioni esposti ad un fattore di rischio rispetto a popolazioni non esposte. Questo ha permesso di stabilire il Rischio Attribuibile ad un dato incremento di concentrazione di inquinanti airborne. Ad oggi l'applicazione più consolidate di questo approccio consiste nel calcolo del rischio di incremento di mortalità per tumore del polmone o di altri tassi di mortalità e morbilità per un incremento medio delle concentrazioni in aria di polveri sottili (PM10 e PM2.5), mediati in un lasso di tempo di un anno.

Scelta degli inquinanti da valutare

L'attività aeroportuale è una fonte di emissione di inquinanti aerodispersi estremamente. I principali inquinanti atmosferici, prodotti e rilasciati in atmosfera nell'ambito di attività aeroportuali, derivano da processi di combustione e sono rappresentati in particolare dall'anidride carbonica, dal monossido di carbonio, dalla formaldeide (utilizzato come elemento significativo per la famiglia dei COV, composti organici volatili, emessi nel ciclo LTO), dagli ossidi di azoto e di zolfo, dal particolato e dal benzene. Secondo l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) il grado di emissione di questi inquinanti atmosferici da parte del trasporto aereo è incrementata costantemente dagli anni '90 fino alla fine del primo decennio del XXI° secolo, subendo una lieve diminuzione negli anni successivi a partire dagli anni 2007-2009, per effetto della messa in funzione nella flotta di aerei più moderni.

NO _x
NO ₂
PM ₁₀
Pm _{2.5}
CO
C ₆ H ₆
SOX
Formaldeide
VOC
As
Pb
Cd

Tab. 14 Sostanze oggetto di
indagine

Metodologia di valutazione del rischio deterministico

Per le sostanze non cancerogene l'indice di rischio (HI – Hazard Index, o HQi-Hazard Quotient) esprime di quanto la concentrazione di una sostanza si discosta dalla concentrazione di riferimento (RfC), cioè la concentrazione che, alla luce delle esistenti conoscenze scientifiche si ritiene non produca effetti indesiderati per la salute di una persona esposta a questa concentrazione quand'anche tale esposizione durasse per tutto il corso della vita, ovvero effetti tossici a breve o lungo termine di tipo deterministico (es. patologie respiratorie croniche benigne, malattie cardiovascolari, ecc.)

L'indice HQ impiegato al fine di questa valutazione degli effetti di tipo deterministico viene calcolato secondo la seguente formula.

$$HQ_i = \left(\frac{C_{aria}}{RfC * 1000 \mu g/mg} \right)$$

Per questo motivo i valori di riferimento per la salubrità dell'aria della maggior parte delle sostanze inquinanti sono basati su stime di concentrazioni medie su base annuale (che, quindi, saranno finalizzati al contenimento degli effetti di tossicità cronica). Il processo di valutazione termina confrontando il valore di

rischio calcolato con i criteri di accettabilità del rischio che come previsto dalle Linee Guida ISS è pari a $HQ < 1$. Infine, in presenza di più sostanze tossiche, per la valutazione dei loro potenziali effetti sulla salute di tipo deterministico, deve essere calcolato l'Hazard Index complessivo HI, conservativamente espresso come sommatoria di tutti gli HQ_i (dove: $HQ_i = Ci/RfCi$), con particolare riferimento, se conosciuti, a quelli che hanno organi target di effetto in comune.

$$HI = \sum HQ_i$$

Come detto, laddove sia ragionevole determinarlo, il rischio non cancerogeno per via inalatoria può essere calcolato anche tenendo conto degli effetti deterministici sommatori per organo target degli inquinanti presi in esame. Anche in questo caso le stime calcolate sono da considerare accettabili se la somma è inferiore o uguale a 1. I valori di riferimento adottati per il calcolo del rischio deterministico per la salute sono stati desunti da varie fonti selezionando i valori più conservativi tra tutte le indicazioni anche non cogenti per norma (EU Air quality standards, RfC Iris-EPA, ISS-INAIL, ecc.). In assenza di questi ultimi, sono adottati, ai fini della presente valutazione, i valori di riferimento della qualità dell'aria ex. D.Lgs. 155/2010. Nella presente relazione, vista la natura dell'opera in progetto e dei costituenti le emissioni in atmosfera, si sviluppa la valutazione per gli effetti deterministici per i quali si riportano di seguito i valori di riferimento adottati.

Inquinanti		ug/m ³	Riferimento
NO ₂	effetti cronici (1y) ug/m ³	40	EU Air Quality Standards; D.Lgs 155/2010
PM ₁₀	effetti cronici (1y) ug/m ³	40	D.Lgs 155/2010
PM _{2.5}	effetti cronici (1y) ug/m ³	25	EU Air Quality Standards; D.Lgs 155/2010
CO	effetti cronici (max 8h/day) ug/m ³	10,0E+03	ISS/INAIL 2018; D.Lgs 155/2010; WHO
C ₆ H ₆	effetti cronici (1y) ug/m ³	5	D.Lgs. 155/2010
SO ₂	Effetti acuti e cronici	125	D.Lgs. 155/2010
		2,9	
Formaldeide	effetti cronici (1y) ug/m ³	7	IRIS EPA 2022
As	effetti cronici	0,006	D.Lgs. 155/2010

Inquinanti		ug/m ³	Riferimento
	(1y) ug/m ³		
Pb	Resident Air Sceneing Level ug/m ³	0,15	EPA National Ambient Air Quality Standards (NAAAQS, primary standards)
Cd	effetti cronici (1y) ug/m ³	0,010	ISS/INAIL 2018

Tab. 15 Valori adottati per le valutazioni di rischio per danno deterministico

Metodologia di valutazione del rischio probabilistico

Per la valutazione del rischio cancerogeno da effetti probabilistici i criteri metodologici utilizzati sono desunti dalle Linee Guida ISPRA (valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario (VIAS) nelle procedure di autorizzazione ambientale (VAS, VIA, AIA) - 133/2016) che prevedono anche l'utilizzazione, secondo l'approccio proposto dal WHO, dell'unità di rischio (UR o IUR), basata su studi epidemiologici.

$$EC = \frac{C_{air} \times ET \times EF \times ED}{AT \times 365 \frac{\text{giorni}}{\text{anno}} \times 24 \frac{\text{ore}}{\text{giorno}}}$$

Per quanto riguarda il rischio dovuto all'esposizione inalatoria, sono disponibili in letteratura anche dei coefficienti di rischio definiti inhalation unit risk (UR o IUR), che possono essere applicati direttamente alle concentrazioni atmosferiche, per ricavare la stima di rischio:

$$\text{Rischio cancerogeno} = \left(EC \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3} \right) \left(UR_{\text{inal}} \frac{\text{m}^3}{\mu\text{g}} \right) (1 \times 10^6)$$

dove:

UR = Unit Risk inalatorio, definito come il rischio incrementale risultante dall'esposizione continuativa per tutta la vita ad una concentrazione di 1 μg/m³, espresso in [μg/m³]-1.

Inquinanti	IUR 1/(μg/m ³)	Riferimento
Cd	0.0018	IRIS EPA
Pb	1.20E-05	CAL EPA/WHO
As	0.0043	IRIS EPA

Inquinanti	IUR 1/($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Riferimento
Ni	0.0004	WHO
CrVI	0.012	IRIS EPA
C ₆ H ₆	7,80E-06	IRIS EPA
PCDD-DL	3.80E+01	ISS/INAIL 2018
IPA	7.8E-06	IRIS EPA
Formaldeide	1.3E-05	ISS/INAIL 2018/IRIS EPA

Tab. 16 Valori di Unit Risk per le sostanze cancerogene valutate.

Il rischio cancerogeno, conservativamente, deve essere calcolato per l'individuo che nasce e vive nell'area identificata esposto alla concentrazione di contaminante stimata/misurata nell'ambiente per un periodo di 70 anni. Per sostanze cancerogene che manifestano l'effetto sullo stesso organo bersaglio, il rischio individuale deve essere stimato come somma dei rischi individuali di ciascuna sostanza (rischio cumulato). L'impossibilità di stabilire "dosi soglia" impone la pragmatica adozione di criteri convenzionali di accettabilità del rischio indotto. In accordo con le indicazioni del DM 24 aprile 2013, *"la stima del rischio individuale e/o del rischio cumulato porta ad identificare diversi livelli di intervento. Per un livello di rischio $<10^{-5}$, non sono necessari interventi di contenimento delle emissioni. Per un rischio compreso tra 10^{-5} e 10^{-4} è necessario valutare quantitativamente il contributo dell'impianto/i dello stabilimento. Tale contributo dovrà essere inferiore al 10%, diversamente sarà necessario riaprire la procedura di AIA e prescrivere ulteriori interventi di adeguamento/mitigazione delle emissioni. Per rischio $\geq 10^{-4}$, sarà necessario riaprire la procedura di AIA e prescrivere ulteriori interventi di adeguamento/mitigazione delle emissioni ed in aggiunta dovrà essere previsto un intervento più generale sull'intera area."*

In aggiunta, il valore di rischio incrementale accettabile, come da delibera 55/2019 di SNPA (ISPRA/ISS), "è pari a 1×10^{-6} per una singola sostanza cancerogena, mentre è pari a 1×10^{-5} il valore di rischio incrementale cumulato per tutte le sostanze cancerogene". Tale considerazione è contenuta anche nel Titolo V alla parte IV del Dlgs 152/2006 Allegato I. Nella seguente tabella, facendo riferimento ai valori di concentrazione media annuale, stimati per lo stato di progetto e riepilogati nel capitolo precedente, si calcola il valor di R – Rischio per ogni sostanza cancerogena e il valore di R totale (somma dei singoli Ri).

I criteri utilizzati per l'identificazione dei livelli d'intervento riportati nel decreto sono riassunti nella seguente tabella:

Rischio cumulato	< 10 ⁻⁵	tra 10 ⁻⁵ e 10 ⁻⁴	> 10 ⁻⁴
Intervento	Nessun intervento di contenimento emissioni	<ol style="list-style-type: none"> 1. Valutazione quantitativa del contributo dell'impianto. 2. Se >10% riaprire procedura AIA e prescrivere ulteriori interventi di adeguamento/mitigazione delle emissioni 	Riaprire procedura AIA e prescrivere ulteriori interventi di adeguamento/mitigazione delle emissioni. In aggiunta dovrà essere previsto un intervento più generale sull'intera area.

Tab. 17 Parametri di accettabilità del rischio probabilistico.

Metodologia di valutazione del rischio da PM con metodo epidemiologico

Le polveri sottili, conosciute con l'acronimo PM_{10-2,5} (che significa Particulate Matter ≤ 10 μm/≤ 2,5 μm), costituiscono un materiale particolato con dimensione inferiore o uguale a 10, o 2,5 micrometri.

La composizione chimica delle polveri è quanto mai varia, dipendendo in gran parte dal diverso contributo di attività di combustione (di origine prevalentemente antropica).

Le reazioni di combustione coinvolgono specie chimiche diverse (idrocarburi, legno, carbone, ecc.). Questo mix di sostanze chimiche (centinaia di specie chimiche organiche e inorganiche diverse) comprendono anche ossidi metallici e polveri silicee, diossine ed altro ancora. A livello più macroscopico, anche il prodotto dell'usura di pneumatici e pastiglie dei freni (entrambi prodotti industriali formulati con un insieme di polimeri, additivi, gomme, fibre sintetiche, metalli fini e cariche minerali) può assumere le dimensioni conformi a questo tipo di particolato, contribuendo alla sua composizione. Il PM contiene di per sé e veicola anche metalli pesanti, a loro volta con proprietà cancerogene quali As, CrVI, Cd ecc. L'ampia variabilità di composizione impedisce alle polveri in quanto tali di essere contemplate come elemento di calcolo del rischio cancerogeno attraverso un metodo da Risk Assessment come può essere fatto con le singole specie chimiche.

In questo paragrafo si valuta il rischio per le polveri secondo quanto prescritto dal Metodo Health Impact Assessment (HIA)

La procedura di Health Impact Assessment (HIA), come definito nel documento Tecnico VIIAS di Ispra, utilizza i RR derivanti dall'evidenza epidemiologica per:

- effettuare una stima degli eventi sanitari attribuibili alla differenza tra le concentrazioni osservate ed un valore di concentrazione di riferimento al di sotto del quale s'ipotizza che l'effetto sanitario possa essere ritenuto trascurabile (burden of disease) (approccio retrospettivo);
- effettuare una stima degli eventi sanitari attribuibili ad un incremento (o diminuzione) delle concentrazioni osservate, dovuto all'attivazione (riduzione) di sorgenti emissive (VIA, prospettico).

Premesso quanto sopra, per condurre un HIA occorre identificare:

- il valore di RR per l'effetto sanitario considerato derivato dalla funzione concentrazione-risposta descritta nella letteratura più aggiornata;
- i valori di esposizione della popolazione in studio, quindi:
 - la differenza tra l'esposizione attuale e l'esposizione considerata di riferimento (counterfactual);
 - l'incremento stimato (attraverso misure o modelli) rispetto alle concentrazioni attuali dovuto all'attivazione di nuove sorgenti emmissive;
- la dimensione della popolazione di riferimento dalla quale sono ricavati i dati relativi all'incidenza dell'evento sanitario in studio e la popolazione interessata dalla potenziale variazione dell'esposizione;
- l'occorrenza di base (baseline) dell'evento sanitario in studio, morbosità o mortalità nella popolazione di riferimento.

La combinazione dei dati sopra indicati, rappresentati nell'algoritmo sotto riportato, conduce alla valutazione della frazione di eventi attribuibili, in una data popolazione, ad una determinata esposizione:

$$AC = A * B * \Delta C * P_{exp}$$

dove:

- AC = numero di casi attribuibili all'esposizione in esame;
- A = (RR - 1), eccesso di rischio nella popolazione esposta, attribuibile all'inquinamento atmosferico; RR è il rischio relativo desunto dalla letteratura disponibile per il dato esito sanitario; in genere è espresso come rischio relativo per un incremento di 10 µg/m³ di inquinante;
- B = tasso di morbosità/mortalità di background dell'esito sanitario considerato, in altre parole il tasso che si osserva in assenza dell'esposizione;
 - a) nel caso di valutazioni prospettiche su variazioni incrementali di esposizione per modifica delle nuove sorgenti, B rappresenta il tasso di morbosità/mortalità attualmente osservato, ottenuto dai dati statistici disponibili nella popolazione di riferimento (B=B₀);
 - b) ΔC= è la variazione nelle concentrazioni ambientali per la quale s'intende valutare l'effetto. Nel caso degli inquinanti atmosferici convenzionali tale valore di concentrazione è diviso per 10 in quanto il RR viene per convenzione espresso per incrementi di 10 µg/m³;
 - c) P_{exp} = popolazione esposta.

Il calcolo di AC viene a rappresentare il numero di eventi attribuibili all'incremento di concentrazione di un inquinante in aria rispetto al *counterfactual* dello stesso (retrospettivo), oppure rispetto alle concentrazioni attualmente osservate (prospettico). Per il calcolo dell'intervallo di confidenza della stima

relativa al numero di casi attribuibili è necessario ripetere i calcoli sopra descritti utilizzando sia il limite inferiore che superiore del RR riportato nella letteratura di riferimento.

In pratica, l'HIA si basa su funzioni concentrazione-risposta basate generalmente sull'assunzione di linearità tra esposizione ed effetto (almeno per il PM₁₀) che relazionano l'incremento delle concentrazioni ambientali ad un incremento dell'incidenza di background della patologia e restituiscono come output un numero di casi attribuibili alla variazione di esposizione. L'analisi di tipo prospettico è effettuata, nel caso in cui si voglia stimare l'incremento (o diminuzione) dell'incidenza attualmente osservata per effetto di un aumento (o diminuzione) delle concentrazioni dovuto all'attivazione (o riduzione) delle sorgenti inquinanti.

Presupposto di questo approccio, essenziale per garantirne la correttezza di calcolo, è che sia stato correttamente identificato il bacino di popolazione su cui ricadono le emissioni inquinanti fino a considerare i limiti di diffusione degli stessi a livelli di concentrazione identiche a quelle di fondo.

Al fine di stimare i danni alla salute per esposizione a lungo termine a PM, sono stati impiegati modelli previsionali basati su studi della funzione dose-risposta disponibili in letteratura.

- a) Di seguito è riportata una tabella con i valori di RR per cause di morte (tumore del polmone, dovute a PM per incrementi di 10 µg/m³, tratta da una revisione sistematica di Chen e Hoeck (Long-term exposure to PM and all-cause and cause-specific mortality: A systematic review and meta-analysis. Environ Int. 2020, 143:105974).

CAUSA DI MORTALITÀ

	PM _{2.5}	PM ₁₀
TUTTE LE CAUSE	1.08 (1.06-1.09)	1.04 (1.03-1.06)
TUMORE POLMONARE	1.12 (1.07-1.16)	1.08 (1.04-1.13)
MALATTIE CARDIOVASCOLARI	1.11 (1.09-1.14)	1.04 (0.99-1.10)
MALATTIE RESPIRATORIE	1.10 (1.03-1.18)	1.12 (1.06-1.19)

TAB. 18 VALORI DI RISCHIO RELATIVO APPLICATI NEL CALCOLO DEL RISCHIO (HIA)

Risultati

I risultati dello studio diffusionale per lo scenario di progetto della procedura in corso sono stati utilizzati per svolgere i calcoli degli indici proposti sia per gas che per i microinquinanti. Di seguito si mostrano la tabella riassuntiva con gli indici calcolati per ogni punto recettore individuato nello studio diffusionale. In allegato il dettaglio dei calcoli per singolo recettore e singolo inquinante.

Analisi del rischio deterministico

A seguire sono indicati in maniera tabulare i risultati degli indici di tossicità deterministica per tutte gli inquinanti analizzati per ciascuno dei recettori considerati nel progetto.

Recettori	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	SO ₂	CO	Cd	Pb	As	Formaldeide
R1	1,57E-03	2,49E-03	6,59E-02	1,10E-01	3,23E-04	4,31E-04	1,11E-03	1,07E-03	5,37E-04
R2	1,69E-03	2,69E-03	6,13E-02	1,03E-01	3,38E-04	4,22E-04	1,05E-03	1,05E-03	5,05E-04
R3	9,89E-03	1,09E-02	1,33E-01	1,37E-01	7,84E-04	1,44E-03	6,07E-03	2,96E-03	1,70E-03
R4	8,55E-03	9,45E-03	1,11E-01	1,11E-01	6,73E-04	1,23E-03	5,19E-03	2,51E-03	1,43E-03
R5	3,70E-03	4,42E-03	7,93E-02	1,05E-01	3,89E-04	6,72E-04	2,49E-03	1,48E-03	8,29E-04
R6	7,82E-04	1,24E-03	5,32E-02	8,68E-02	1,83E-04	3,04E-04	8,42E-04	7,58E-04	4,21E-04
R7	6,40E-04	1,02E-03	4,45E-02	7,25E-02	1,51E-04	2,53E-04	7,03E-04	6,30E-04	3,52E-04
R8	8,93E-04	1,41E-03	6,71E-02	1,10E-01	2,14E-04	3,76E-04	1,06E-03	9,38E-04	5,32E-04
R9	1,37E-03	2,17E-03	9,10E-02	1,50E-01	3,14E-04	5,26E-04	1,46E-03	1,31E-03	7,29E-04
R10	1,86E-03	2,95E-03	1,38E-01	2,28E-01	4,41E-04	7,82E-04	2,20E-03	1,95E-03	1,11E-03
R11	4,64E-04	7,02E-04	1,97E-02	3,07E-02	9,24E-05	1,24E-04	3,41E-04	3,06E-04	1,57E-04
R12	4,66E-04	7,32E-04	1,88E-02	3,02E-02	9,64E-05	1,22E-04	3,14E-04	3,03E-04	1,50E-04
R13	1,07E-03	1,36E-03	2,96E-02	4,17E-02	1,41E-04	2,20E-04	7,42E-04	5,05E-04	2,75E-04
R14	4,31E-04	6,59E-04	2,41E-02	3,82E-02	9,29E-05	1,42E-04	3,98E-04	3,51E-04	1,91E-04
R15	2,85E-03	3,22E-03	4,44E-02	4,99E-02	2,49E-04	4,40E-04	1,78E-03	9,26E-04	5,24E-04
R16	4,17E-03	4,58E-03	5,00E-02	4,65E-02	3,20E-04	5,78E-04	2,49E-03	1,17E-03	6,67E-04
R17	3,66E-04	5,81E-04	2,17E-02	3,50E-02	8,42E-05	1,26E-04	3,42E-04	3,16E-04	1,70E-04
R18	6,27E-03	6,53E-03	4,35E-02	1,24E-02	3,74E-04	7,29E-04	3,53E-03	1,37E-03	8,01E-04
R19	1,22E-03	1,34E-03	1,52E-02	1,44E-02	9,39E-05	1,72E-04	7,38E-04	3,48E-04	2,00E-04
R20	1,70E-04	2,70E-04	1,01E-02	1,62E-02	3,91E-05	5,88E-05	1,59E-04	1,47E-04	7,90E-05
R21	3,70E-03	3,91E-03	3,26E-02	1,91E-02	2,41E-04	4,60E-04	2,14E-03	8,87E-04	5,17E-04
R22	1,31E-04	2,08E-04	7,57E-03	1,22E-02	2,99E-05	4,44E-05	1,20E-04	1,11E-04	5,93E-05
R23	1,19E-03	1,30E-03	1,38E-02	1,25E-02	9,06E-05	1,62E-04	7,01E-04	3,28E-04	1,86E-04
R24	7,29E-04	9,23E-04	2,32E-02	3,33E-02	9,75E-05	1,64E-04	5,56E-04	3,79E-04	2,12E-04
R25	1,97E-04	3,12E-04	1,18E-02	1,89E-02	4,54E-05	6,84E-05	1,86E-04	1,71E-04	9,21E-05
R26	1,32E-02	1,37E-02	9,35E-02	2,91E-02	7,88E-04	1,54E-03	7,43E-03	2,89E-03	1,70E-03
R27	6,10E-04	8,79E-04	3,02E-02	4,72E-02	1,15E-04	1,85E-04	5,47E-04	4,49E-04	2,48E-04
R28	3,64E-03	3,97E-03	4,48E-02	4,15E-02	2,74E-04	5,09E-04	2,21E-03	1,03E-03	5,95E-04
R29	2,59E-04	4,11E-04	1,50E-02	2,43E-02	5,88E-05	8,83E-05	2,39E-04	2,20E-04	1,18E-04
R30	3,94E-04	6,08E-04	2,39E-02	3,84E-02	8,70E-05	1,39E-04	3,90E-04	3,45E-04	1,90E-04
R31	1,92E-03	2,18E-03	3,48E-02	4,14E-02	1,75E-04	3,18E-04	1,26E-03	6,78E-04	3,89E-04
R32	3,56E-03	3,83E-03	3,85E-02	3,13E-02	2,54E-04	4,74E-04	2,11E-03	9,43E-04	5,44E-04

Tab. 19 esiti valutazione del rischio deterministico per singolo recettore e singolo inquinante

Recettori	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	SO ₂	CO	Cd	Pb	As	Formaldeide
R33	9,73E-03	1,02E-02	7,88E-02	3,84E-02	6,09E-04	1,18E-03	5,58E-03	2,25E-03	1,32E-03
R34	4,77E-03	5,05E-03	4,19E-02	2,48E-02	3,12E-04	5,93E-04	2,75E-03	1,15E-03	6,66E-04
R35	4,97E-03	5,28E-03	4,62E-02	3,06E-02	3,32E-04	6,30E-04	2,89E-03	1,23E-03	7,12E-04
R36	3,36E-04	5,33E-04	2,09E-02	3,40E-02	7,73E-05	1,21E-04	3,32E-04	3,03E-04	1,65E-04
R37	3,22E-04	5,10E-04	1,97E-02	3,19E-02	7,37E-05	1,15E-04	3,13E-04	2,86E-04	1,55E-04
R38	5,23E-03	5,58E-03	5,05E-02	3,59E-02	3,53E-04	6,72E-04	3,06E-03	1,32E-03	7,64E-04
R39	9,30E-04	1,48E-03	6,15E-02	1,01E-01	2,15E-04	3,55E-04	9,81E-04	8,86E-04	4,90E-04
R40	8,77E-03	9,42E-03	9,31E-02	7,50E-02	6,15E-04	1,16E-03	5,21E-03	2,31E-03	1,34E-03
R41	5,28E-04	8,35E-04	2,60E-02	4,17E-02	1,16E-04	1,58E-04	4,17E-04	3,95E-04	2,04E-04
R42	6,39E-04	1,01E-03	2,67E-02	4,28E-02	1,36E-04	1,70E-04	4,35E-04	4,24E-04	2,10E-04
R43	1,06E-03	1,69E-03	3,69E-02	5,99E-02	2,16E-04	2,52E-04	6,21E-04	6,28E-04	2,95E-04
R44	7,97E-03	9,85E-03	1,16E-01	1,47E-01	8,47E-04	1,21E-03	4,33E-03	2,64E-03	1,33E-03
R45	3,84E-03	5,86E-03	7,65E-02	1,29E-01	6,52E-04	6,82E-04	1,65E-03	1,67E-03	6,93E-04
R46	5,11E-03	7,65E-03	7,89E-02	1,30E-01	8,19E-04	8,00E-04	1,95E-03	1,93E-03	7,53E-04
R47	4,84E-03	7,40E-03	7,11E-02	1,19E-01	8,07E-04	7,38E-04	1,67E-03	1,80E-03	6,63E-04
R48	1,90E-03	3,01E-03	4,02E-02	6,59E-02	3,59E-04	3,36E-04	7,37E-04	8,37E-04	3,30E-04
R49	4,29E-03	4,77E-03	6,48E-02	7,08E-02	3,53E-04	6,56E-04	2,72E-03	1,37E-03	7,87E-04
R50	3,48E-03	3,68E-03	2,76E-02	1,32E-02	2,23E-04	4,20E-04	1,97E-03	8,03E-04	4,65E-04
R51	2,79E-04	4,42E-04	1,67E-02	2,69E-02	6,39E-05	9,72E-05	2,64E-04	2,42E-04	1,31E-04
R52	9,65E-04	1,15E-03	1,96E-02	2,47E-02	1,02E-04	1,68E-04	6,26E-04	3,68E-04	2,04E-04
R53	5,06E-04	6,52E-04	1,30E-02	1,81E-02	6,75E-05	9,93E-05	3,31E-04	2,28E-04	1,21E-04
R54	2,59E-04	3,95E-04	1,36E-02	2,15E-02	5,45E-05	8,15E-05	2,28E-04	2,01E-04	1,08E-04
R55	1,09E-03	1,22E-03	1,48E-02	1,50E-02	8,96E-05	1,58E-04	6,63E-04	3,27E-04	1,85E-04
R56	1,32E-03	2,09E-03	4,14E-02	6,74E-02	2,63E-04	2,94E-04	7,07E-04	7,32E-04	3,32E-04
R57	1,88E-03	2,02E-03	1,63E-02	1,00E-02	1,27E-04	2,33E-04	1,07E-03	4,54E-04	2,59E-04
R58	1,59E-02	1,73E-02	1,76E-01	1,53E-01	1,16E-03	2,15E-03	9,40E-03	4,30E-03	2,46E-03
R59	4,65E-03	4,87E-03	3,37E-02	1,18E-02	2,84E-04	5,47E-04	2,62E-03	1,03E-03	6,03E-04
R60	5,48E-04	6,91E-04	1,43E-02	1,96E-02	7,00E-05	1,09E-04	3,72E-04	2,47E-04	1,34E-04
R61	3,07E-03	3,27E-03	2,47E-02	1,30E-02	2,02E-04	3,73E-04	1,73E-03	7,17E-04	4,11E-04
R62	9,51E-04	1,17E-03	1,47E-02	1,82E-02	1,02E-04	1,46E-04	5,31E-04	3,19E-04	1,64E-04
R63	8,80E-04	1,07E-03	1,48E-02	1,83E-02	9,51E-05	1,40E-04	5,10E-04	3,05E-04	1,60E-04
R64	5,86E-04	8,69E-04	1,63E-02	2,49E-02	1,03E-04	1,20E-04	3,21E-04	2,91E-04	1,36E-04
R65	6,17E-03	6,49E-03	4,36E-02	1,47E-02	3,81E-04	7,22E-04	3,45E-03	1,36E-03	7,89E-04
R66	1,57E-03	2,48E-03	8,59E-02	1,41E-01	3,42E-04	5,19E-04	1,40E-03	1,29E-03	6,90E-04
R67	9,23E-04	1,46E-03	2,28E-02	3,72E-02	1,78E-04	1,78E-04	4,05E-04	4,43E-04	1,85E-04
R68	3,89E-04	6,16E-04	2,21E-02	3,58E-02	8,76E-05	1,31E-04	3,53E-04	3,26E-04	1,74E-04
R69	6,95E-04	1,04E-03	1,69E-02	2,66E-02	1,20E-04	1,34E-04	3,48E-04	3,24E-04	1,46E-04
R70	2,36E-03	2,62E-03	2,32E-02	1,89E-02	1,82E-04	3,05E-04	1,31E-03	6,12E-04	3,36E-04
R71	1,82E-03	2,14E-03	2,12E-02	2,23E-02	1,66E-04	2,51E-04	9,90E-04	5,26E-04	2,74E-04
R72	1,48E-03	2,35E-03	3,04E-02	5,25E-02	2,72E-04	2,65E-04	5,84E-04	6,61E-04	2,62E-04
R73	1,91E-03	2,37E-03	2,41E-02	2,95E-02	2,02E-04	2,72E-04	9,74E-04	5,91E-04	2,89E-04
R74	1,25E-02	1,32E-02	8,38E-02	2,38E-02	7,73E-04	1,44E-03	6,89E-03	2,72E-03	1,56E-03
R75	1,39E-03	2,07E-03	5,47E-02	8,66E-02	2,59E-04	3,60E-04	1,01E-03	8,80E-04	4,53E-04

Tab. 19 esiti valutazione del rischio deterministico per singolo recettore e singolo inquinante

Recettori	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	SO ₂	CO	Cd	Pb	As	Formaldeide
R76	1,41E-02	1,68E-02	1,16E-01	1,05E-01	1,26E-03	1,74E-03	6,87E-03	3,60E-03	1,76E-03
R77	2,11E-02	2,42E-02	1,60E-01	1,16E-01	1,72E-03	2,53E-03	1,06E-02	5,09E-03	2,59E-03
R78	6,20E-03	7,48E-03	4,66E-02	5,42E-02	5,85E-04	7,82E-04	2,99E-03	1,64E-03	7,86E-04
R79	4,68E-03	5,34E-03	3,92E-02	3,11E-02	3,78E-04	5,79E-04	2,42E-03	1,17E-03	6,07E-04
R80	1,73E-03	2,74E-03	1,76E-01	2,88E-01	4,59E-04	9,38E-04	2,73E-03	2,34E-03	1,39E-03
R81	5,88E-03	6,59E-03	8,12E-02	8,56E-02	4,87E-04	8,64E-04	3,58E-03	1,79E-03	1,01E-03
R82	9,41E-04	1,14E-03	1,14E-02	1,32E-02	9,24E-05	1,32E-04	4,97E-04	2,83E-04	1,43E-04
R83	4,88E-04	7,09E-04	2,04E-02	3,12E-02	9,07E-05	1,30E-04	3,75E-04	3,15E-04	1,67E-04
R84	5,11E-03	5,54E-03	4,10E-02	2,31E-02	3,57E-04	6,18E-04	2,80E-03	1,20E-03	6,70E-04
R85	5,06E-03	5,37E-03	3,64E-02	1,44E-02	3,25E-04	5,95E-04	2,79E-03	1,13E-03	6,45E-04
R86	2,74E-03	3,16E-03	2,65E-02	2,41E-02	2,33E-04	3,54E-04	1,45E-03	7,26E-04	3,78E-04
R87	1,13E-02	1,30E-02	8,75E-02	6,51E-02	9,21E-04	1,37E-03	5,72E-03	2,76E-03	1,41E-03
R88	1,47E-02	1,57E-02	1,06E-01	4,37E-02	9,76E-04	1,72E-03	8,01E-03	3,30E-03	1,86E-03
R89	3,11E-03	3,55E-03	3,59E-02	3,34E-02	2,71E-04	4,20E-04	1,72E-03	8,64E-04	4,63E-04
R90	1,88E-02	2,03E-02	1,42E-01	6,59E-02	1,28E-03	2,23E-03	1,03E-02	4,30E-03	2,41E-03
R91	2,31E-03	2,85E-03	3,95E-02	4,96E-02	2,57E-04	3,69E-04	1,32E-03	8,12E-04	4,20E-04
R92	9,57E-03	1,49E-02	1,69E-01	2,99E-01	1,64E-03	1,62E-03	3,66E-03	3,99E-03	1,56E-03
R93	2,32E-02	2,62E-02	1,80E-01	1,14E-01	1,85E-03	2,77E-03	1,18E-02	5,51E-03	2,86E-03
R94	8,90E-03	1,05E-02	9,06E-02	8,59E-02	8,14E-04	1,16E-03	4,59E-03	2,41E-03	1,22E-03
R95	1,95E-03	2,98E-03	5,69E-02	9,23E-02	3,55E-04	4,21E-04	1,09E-03	1,03E-03	4,82E-04
R96	4,70E-03	5,24E-03	4,61E-02	3,65E-02	3,68E-04	6,04E-04	2,60E-03	1,21E-03	6,62E-04
R97	5,62E-03	6,08E-03	5,69E-02	4,35E-02	4,03E-04	7,31E-04	3,25E-03	1,45E-03	8,26E-04
R98	1,30E-03	1,88E-03	3,76E-02	5,84E-02	2,17E-04	2,77E-04	7,80E-04	6,67E-04	3,26E-04
R99	5,22E-03	5,72E-03	5,59E-02	4,67E-02	3,91E-04	6,93E-04	3,03E-03	1,39E-03	7,85E-04
R100	1,70E-03	2,11E-03	3,70E-02	4,97E-02	2,00E-04	3,07E-04	1,08E-03	6,89E-04	3,69E-04
R101	4,31E-03	4,82E-03	5,63E-02	5,68E-02	3,55E-04	6,17E-04	2,57E-03	1,27E-03	7,14E-04
R102	2,19E-03	2,77E-03	5,54E-02	7,89E-02	2,73E-04	4,34E-04	1,48E-03	9,90E-04	5,36E-04
R103	4,60E-03	5,19E-03	6,36E-02	6,81E-02	3,89E-04	6,77E-04	2,78E-03	1,41E-03	7,89E-04
R104	2,04E-02	2,14E-02	1,55E-01	6,61E-02	1,27E-03	2,44E-03	1,16E-02	4,63E-03	2,70E-03
R105	2,14E-02	2,26E-02	1,71E-01	8,37E-02	1,35E-03	2,59E-03	1,22E-02	4,95E-03	2,88E-03
R106	2,88E-03	3,24E-03	4,70E-02	5,36E-02	2,51E-04	4,54E-04	1,84E-03	9,58E-04	5,48E-04
R107	5,72E-03	5,99E-03	4,42E-02	1,92E-02	3,54E-04	6,85E-04	3,26E-03	1,30E-03	7,61E-04
R108	1,28E-02	1,34E-02	1,05E-01	5,37E-02	8,03E-04	1,56E-03	7,36E-03	2,98E-03	1,75E-03
R109	9,99E-03	1,06E-02	8,90E-02	5,47E-02	6,52E-04	1,25E-03	5,79E-03	2,42E-03	1,41E-03
R110	2,24E-02	2,33E-02	1,59E-01	5,00E-02	1,34E-03	2,62E-03	1,26E-02	4,91E-03	2,89E-03
R111	1,59E-04	2,52E-04	9,73E-03	1,55E-02	3,71E-05	5,58E-05	1,52E-04	1,39E-04	7,55E-05
R112	1,60E-02	1,68E-02	1,32E-01	6,86E-02	1,00E-03	1,95E-03	9,20E-03	3,74E-03	2,19E-03
R113	2,18E-02	2,29E-02	1,71E-01	7,76E-02	1,35E-03	2,63E-03	1,25E-02	5,00E-03	2,92E-03
R114	4,19E-04	5,49E-04	1,38E-02	2,03E-02	6,00E-05	9,66E-05	3,15E-04	2,25E-04	1,24E-04
R115	1,04E-03	1,65E-03	6,31E-02	1,04E-01	2,34E-04	3,71E-04	1,01E-03	9,26E-04	5,04E-04
R116	4,28E-03	6,80E-03	2,72E-01	4,54E-01	9,63E-04	1,60E-03	4,40E-03	4,00E-03	2,20E-03
R117	4,50E-03	4,77E-03	3,98E-02	2,42E-02	2,94E-04	5,62E-04	2,60E-03	1,09E-03	6,32E-04
R118	3,44E-04	5,45E-04	2,12E-02	3,45E-02	7,87E-05	1,23E-04	3,37E-04	3,08E-04	1,68E-04

Tab. 19 esiti valutazione del rischio deterministico per singolo recettore e singolo inquinante

Recettori	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	SO ₂	CO	Cd	Pb	As	Formaldeide
R119	6,48E-04	8,80E-04	2,52E-02	3,87E-02	1,02E-04	1,68E-04	5,26E-04	3,99E-04	2,20E-04
R120	4,22E-03	4,56E-03	4,72E-02	4,04E-02	3,04E-04	5,71E-04	2,52E-03	1,14E-03	6,60E-04
R121	3,16E-04	5,01E-04	1,87E-02	3,03E-02	7,18E-05	1,10E-04	2,97E-04	2,73E-04	1,47E-04
R122	2,84E-04	4,51E-04	1,79E-02	2,89E-02	6,59E-05	1,03E-04	2,82E-04	2,57E-04	1,41E-04
R123	4,10E-03	4,86E-03	5,68E-02	6,33E-02	4,00E-04	5,98E-04	2,30E-03	1,27E-03	6,69E-04
R124	5,38E-04	6,46E-04	1,19E-02	1,57E-02	5,88E-05	9,86E-05	3,61E-04	2,18E-04	1,22E-04
R125	5,62E-04	6,86E-04	1,03E-02	1,28E-02	6,28E-05	9,21E-05	3,34E-04	2,02E-04	1,07E-04
R126	1,23E-02	1,28E-02	7,81E-02	1,15E-02	7,15E-04	1,40E-03	6,86E-03	2,59E-03	1,52E-03
R127	6,42E-03	6,72E-03	4,29E-02	1,06E-02	3,88E-04	7,40E-04	3,57E-03	1,39E-03	8,05E-04
R128	8,56E-04	9,76E-04	1,21E-02	1,28E-02	7,62E-05	1,26E-04	5,09E-04	2,63E-04	1,45E-04
R129	3,75E-03	3,99E-03	2,92E-02	1,38E-02	2,45E-04	4,50E-04	2,10E-03	8,61E-04	4,93E-04
R130	5,15E-03	5,41E-03	3,65E-02	1,21E-02	3,19E-04	6,01E-04	2,87E-03	1,14E-03	6,57E-04
R131	2,61E-03	2,71E-03	1,79E-02	4,57E-03	1,54E-04	3,02E-04	1,47E-03	5,64E-04	3,32E-04
R132	4,44E-04	5,00E-04	6,74E-03	7,33E-03	3,87E-05	6,75E-05	2,76E-04	1,41E-04	8,00E-05
R133	1,44E-03	1,51E-03	1,10E-02	4,47E-03	8,92E-05	1,72E-04	8,18E-04	3,25E-04	1,90E-04
R134	2,91E-04	3,53E-04	6,87E-03	9,18E-03	3,33E-05	5,49E-05	1,98E-04	1,23E-04	6,81E-05
R135	3,59E-04	3,96E-04	4,72E-03	4,59E-03	2,88E-05	5,13E-05	2,18E-04	1,05E-04	6,00E-05
R136	1,09E-03	1,15E-03	9,66E-03	5,78E-03	7,17E-05	1,36E-04	6,28E-04	2,62E-04	1,52E-04
R137	5,03E-04	5,57E-04	6,72E-03	6,69E-03	4,07E-05	7,25E-05	3,06E-04	1,49E-04	8,48E-05
R138	2,96E-04	3,22E-04	3,38E-03	2,92E-03	2,23E-05	4,01E-05	1,75E-04	8,05E-05	4,60E-05
R139	5,70E-05	8,75E-05	3,09E-03	4,85E-03	1,25E-05	1,82E-05	5,06E-05	4,51E-05	2,42E-05
R140	2,09E-02	2,16E-02	1,30E-01	1,34E-02	1,20E-03	2,37E-03	1,17E-02	4,37E-03	2,58E-03

Infine, sono riportati i dati derivanti da una valutazione cumulativa degli indicatori di rischio sempre per ciascuno dei recettori inclusi nello studio. Nella tabella sottostante sono riportati in verde i valori di stima delle ricadute che rispondono al criterio indicato nella sezione metodi che come previsto dalle Linee Guida ISS siano HQ < 1.

Tab. 20 esiti valutazione del rischio deterministico cumulativo per singolo recettore

Recettori	HQ	Recettori	HQ	Recettori	HQ	Recettori	HQ
R1	1,83E-01	R45	2,21E-01	R89	7,97E-02	R133	2,00E-02
R2	1,72E-01	R46	2,28E-01	R90	2,67E-01	R134	1,72E-02
R3	3,04E-01	R47	2,08E-01	R91	9,74E-02	R135	1,05E-02
R4	2,51E-01	R48	1,14E-01	R92	5,05E-01	R136	1,89E-02
R5	1,99E-01	R49	1,51E-01	R93	3,69E-01	R137	1,51E-02
R6	1,45E-01	R50	5,19E-02	R94	2,06E-01	R138	7,28E-03
R7	1,21E-01	R51	4,51E-02	R95	1,58E-01	R139	8,24E-03
R8	1,82E-01	R52	4,79E-02	R96	9,80E-02	R140	2,08E-01
R9	2,49E-01	R53	3,31E-02	R97	1,19E-01		
R10	3,78E-01	R54	3,65E-02	R98	1,01E-01		
R11	5,25E-02	R55	3,35E-02	R99	1,20E-01		

R12	5,13E-02	R56	1,14E-01	R100	9,31E-02
R13	7,55E-02	R57	3,24E-02	R101	1,28E-01
R14	6,46E-02	R58	3,82E-01	R102	1,43E-01
R15	1,04E-01	R59	6,01E-02	R103	1,48E-01
R16	1,10E-01	R60	3,61E-02	R104	2,86E-01
R17	5,87E-02	R61	4,75E-02	R105	3,22E-01
R18	7,55E-02	R62	3,63E-02	R106	1,11E-01
R19	3,37E-02	R63	3,63E-02	R107	8,14E-02
R20	2,72E-02	R64	4,36E-02	R108	2,00E-01
R21	6,35E-02	R65	7,77E-02	R109	1,76E-01
R22	2,05E-02	R66	2,36E-01	R110	2,79E-01
R23	3,02E-02	R67	6,37E-02	R111	2,61E-02
R24	5,96E-02	R68	6,00E-02	R112	2,52E-01
R25	3,18E-02	R69	4,63E-02	R113	3,17E-01
R26	1,64E-01	R70	4,98E-02	R114	3,59E-02
R27	8,04E-02	R71	4,97E-02	R115	1,73E-01
R28	9,85E-02	R72	8,88E-02	R116	7,50E-01
R29	4,07E-02	R73	6,02E-02	R117	7,84E-02
R30	6,45E-02	R74	1,47E-01	R118	5,76E-02
R31	8,32E-02	R75	1,48E-01	R119	6,69E-02
R32	8,15E-02	R76	2,67E-01	R120	1,02E-01
R33	1,48E-01	R77	3,44E-01	R121	5,07E-02
R34	8,20E-02	R78	1,21E-01	R122	4,84E-02
R35	9,29E-02	R79	8,54E-02	R123	1,34E-01
R36	5,68E-02	R80	4,76E-01	R124	2,97E-02
R37	5,34E-02	R81	1,87E-01	R125	2,51E-02
R38	1,03E-01	R82	2,78E-02	R126	1,28E-01
R39	1,68E-01	R83	5,39E-02	R127	7,35E-02
R40	1,97E-01	R84	8,05E-02	R128	2,78E-02
R41	7,04E-02	R85	6,68E-02	R129	5,49E-02
R42	7,25E-02	R86	5,97E-02	R130	6,48E-02
R43	1,02E-01	R87	1,89E-01	R131	3,06E-02
R44	2,91E-01	R88	1,96E-01	R132	1,56E-02

Analisi del rischio probabilistico (approccio RA)

Nella tabella sotto riportata sono evidenziati gli indici di rischio cancerogeno derivanti dalla metodologia di stampo tossicologico. Tutti gli indicatori di rischio per singola specie chimica e per singolo recettore sono inferiori al valore di 1:1.000.000. Il rischio cumulativo per ciascun ricettore è sempre superiore a 1:100.000 e nella maggior parte dei recettori è superiore a 1:1.000.000

Tab. 21 Esiti valutazione del rischio probabilistico per singolo recettore e singolo inquinante e rischio cumulativo per singolo recettore

Recettori	Cd	Pb	As	Formaldeide	Benzene	Total Risk index
R01	2,04E-08	5,24E-09	7,29E-08	1,80E-07	1,64E-08	2,95E-07
R02	2,00E-08	4,97E-09	7,15E-08	1,69E-07	1,43E-08	2,80E-07
R03	6,82E-08	2,87E-08	2,01E-07	5,68E-07	4,04E-07	1,27E-06
R04	5,80E-08	2,46E-08	1,70E-07	4,80E-07	3,48E-07	1,08E-06
R05	3,18E-08	1,18E-08	1,01E-07	2,78E-07	1,34E-07	5,56E-07
R06	1,44E-08	3,98E-09	5,14E-08	1,41E-07	1,39E-08	2,25E-07
R07	1,20E-08	3,33E-09	4,28E-08	1,18E-07	1,17E-08	1,88E-07
R08	1,78E-08	5,01E-09	6,36E-08	1,78E-07	1,79E-08	2,83E-07
R09	2,49E-08	6,89E-09	8,91E-08	2,44E-07	2,39E-08	3,89E-07
R10	3,70E-08	1,04E-08	1,32E-07	3,70E-07	3,70E-08	5,87E-07
R11	5,89E-09	1,61E-09	2,07E-08	5,27E-08	7,42E-09	8,83E-08
R12	5,77E-09	1,49E-09	2,06E-08	5,01E-08	5,05E-09	8,30E-08
R13	1,04E-08	3,51E-09	3,43E-08	9,21E-08	3,31E-08	1,73E-07
R14	6,72E-09	1,88E-09	2,38E-08	6,40E-08	8,05E-09	1,04E-07
R15	2,08E-08	8,44E-09	6,28E-08	1,76E-07	1,12E-07	3,80E-07
R16	2,73E-08	1,18E-08	7,95E-08	2,23E-07	1,71E-07	5,13E-07
R17	5,99E-09	1,62E-09	2,14E-08	5,70E-08	5,43E-09	9,14E-08
R18	3,45E-08	1,67E-08	9,27E-08	2,68E-07	2,77E-07	6,89E-07
R19	8,12E-09	3,49E-09	2,36E-08	6,69E-08	5,05E-08	1,53E-07
R20	2,78E-09	7,54E-10	9,94E-09	2,65E-08	2,57E-09	4,25E-08
R21	2,18E-08	1,01E-08	6,02E-08	1,73E-07	1,60E-07	4,26E-07
R22	2,10E-09	5,67E-10	7,51E-09	1,99E-08	1,91E-09	3,20E-08
R23	7,68E-09	3,32E-09	2,22E-08	6,24E-08	4,85E-08	1,44E-07
R24	7,77E-09	2,63E-09	2,57E-08	7,11E-08	2,41E-08	1,31E-07
R25	3,24E-09	8,80E-10	1,16E-08	3,09E-08	3,02E-09	4,96E-08
R26	7,29E-08	3,52E-08	1,96E-07	5,69E-07	5,81E-07	1,45E-06
R27	8,75E-09	2,59E-09	3,05E-08	8,31E-08	1,46E-08	1,40E-07
R28	2,41E-08	1,05E-08	6,99E-08	1,99E-07	1,52E-07	4,56E-07
R29	4,18E-09	1,13E-09	1,49E-08	3,96E-08	3,85E-09	6,37E-08
R30	6,59E-09	1,85E-09	2,34E-08	6,37E-08	7,42E-09	1,03E-07
R31	1,50E-08	5,98E-09	4,60E-08	1,30E-07	7,62E-08	2,73E-07
R32	2,24E-08	9,98E-09	6,39E-08	1,82E-07	1,50E-07	4,29E-07
R33	5,59E-08	2,64E-08	1,53E-07	4,42E-07	4,26E-07	1,10E-06

R34	2,81E-08	1,30E-08	7,77E-08	2,23E-07	2,06E-07	5,48E-07
R35	2,98E-08	1,37E-08	8,32E-08	2,38E-07	2,14E-07	5,79E-07
R36	5,75E-09	1,57E-09	2,06E-08	5,54E-08	5,43E-09	8,87E-08
R37	5,42E-09	1,48E-09	1,94E-08	5,20E-08	5,12E-09	8,34E-08
R38	3,18E-08	1,45E-08	8,93E-08	2,56E-07	2,24E-07	6,16E-07
R39	1,68E-08	4,64E-09	6,01E-08	1,64E-07	1,62E-08	2,62E-07
R40	5,51E-08	2,47E-08	1,57E-07	4,49E-07	3,73E-07	1,06E-06
R41	7,50E-09	1,97E-09	2,68E-08	6,83E-08	6,52E-09	1,11E-07
R42	8,06E-09	2,06E-09	2,88E-08	7,03E-08	6,48E-09	1,16E-07
R43	1,19E-08	2,94E-09	4,26E-08	9,88E-08	8,65E-09	1,65E-07
R44	5,71E-08	2,05E-08	1,79E-07	4,46E-07	2,45E-07	9,47E-07
R45	3,23E-08	7,82E-09	1,13E-07	2,32E-07	3,48E-08	4,20E-07
R46	3,78E-08	9,21E-09	1,31E-07	2,52E-07	5,10E-08	4,81E-07
R47	3,49E-08	7,92E-09	1,22E-07	2,22E-07	3,46E-08	4,22E-07
R48	1,59E-08	3,49E-09	5,68E-08	1,10E-07	8,04E-09	1,95E-07
R49	3,10E-08	1,29E-08	9,26E-08	2,63E-07	1,76E-07	5,76E-07
R50	1,99E-08	9,33E-09	5,45E-08	1,56E-07	1,50E-07	3,90E-07
R51	4,60E-09	1,25E-09	1,64E-08	4,39E-08	4,26E-09	7,04E-08
R52	7,94E-09	2,96E-09	2,49E-08	6,82E-08	3,47E-08	1,39E-07
R53	4,70E-09	1,57E-09	1,54E-08	4,05E-08	1,49E-08	7,72E-08
R54	3,86E-09	1,08E-09	1,36E-08	3,63E-08	4,70E-09	5,95E-08
R55	7,50E-09	3,14E-09	2,22E-08	6,20E-08	4,39E-08	1,39E-07
R56	1,39E-08	3,35E-09	4,96E-08	1,11E-07	9,45E-09	1,88E-07
R57	1,10E-08	5,05E-09	3,08E-08	8,68E-08	7,94E-08	2,13E-07
R58	1,02E-07	4,45E-08	2,92E-07	8,25E-07	6,61E-07	1,92E-06
R59	2,59E-08	1,24E-08	7,00E-08	2,02E-07	2,04E-07	5,14E-07
R60	5,14E-09	1,76E-09	1,68E-08	4,50E-08	1,74E-08	8,60E-08
R61	1,76E-08	8,18E-09	4,86E-08	1,38E-07	1,31E-07	3,43E-07
R62	6,92E-09	2,51E-09	2,17E-08	5,49E-08	3,01E-08	1,16E-07
R63	6,61E-09	2,41E-09	2,07E-08	5,36E-08	2,87E-08	1,12E-07
R64	5,67E-09	1,52E-09	1,97E-08	4,56E-08	8,36E-09	8,09E-08
R65	3,42E-08	1,63E-08	9,24E-08	2,64E-07	2,68E-07	6,75E-07
R66	2,46E-08	6,63E-09	8,78E-08	2,31E-07	2,27E-08	3,73E-07
R67	8,42E-09	1,92E-09	3,00E-08	6,19E-08	4,82E-09	1,07E-07
R68	6,18E-09	1,67E-09	2,21E-08	5,84E-08	5,64E-09	9,40E-08
R69	6,32E-09	1,65E-09	2,20E-08	4,88E-08	8,84E-09	8,76E-08
R70	1,44E-08	6,21E-09	4,15E-08	1,13E-07	9,27E-08	2,67E-07
R71	1,19E-08	4,69E-09	3,56E-08	9,19E-08	6,39E-08	2,08E-07
R72	1,26E-08	2,76E-09	4,48E-08	8,78E-08	6,33E-09	1,54E-07
R73	1,29E-08	4,61E-09	4,01E-08	9,67E-08	5,65E-08	2,11E-07
R74	6,83E-08	3,26E-08	1,84E-07	5,23E-07	5,38E-07	1,35E-06
R75	1,71E-08	4,76E-09	5,97E-08	1,52E-07	2,44E-08	2,58E-07
R76	8,26E-08	3,25E-08	2,44E-07	5,88E-07	4,64E-07	1,41E-06

R77	1,20E-07	5,00E-08	3,46E-07	8,66E-07	7,52E-07	2,13E-06
R78	3,70E-08	1,41E-08	1,11E-07	2,63E-07	1,96E-07	6,21E-07
R79	2,74E-08	1,15E-08	7,92E-08	2,03E-07	1,71E-07	4,92E-07
R80	4,44E-08	1,29E-08	1,59E-07	4,66E-07	4,82E-08	7,30E-07
R81	4,09E-08	1,69E-08	1,22E-07	3,39E-07	2,34E-07	7,53E-07
R82	6,26E-09	2,35E-09	1,92E-08	4,78E-08	3,04E-08	1,06E-07
R83	6,14E-09	1,78E-09	2,14E-08	5,58E-08	1,01E-08	9,52E-08
R84	2,93E-08	1,32E-08	8,16E-08	2,24E-07	2,09E-07	5,58E-07
R85	2,81E-08	1,32E-08	7,68E-08	2,16E-07	2,15E-07	5,49E-07
R86	1,68E-08	6,85E-09	4,92E-08	1,27E-07	9,87E-08	2,98E-07
R87	6,48E-08	2,71E-08	1,87E-07	4,71E-07	4,06E-07	1,16E-06
R88	8,16E-08	3,79E-08	2,24E-07	6,22E-07	6,13E-07	1,58E-06
R89	1,99E-08	8,15E-09	5,86E-08	1,55E-07	1,15E-07	3,57E-07
R90	1,06E-07	4,86E-08	2,91E-07	8,06E-07	7,79E-07	2,03E-06
R91	1,75E-08	6,26E-09	5,51E-08	1,41E-07	7,26E-08	2,92E-07
R92	7,67E-08	1,73E-08	2,71E-07	5,23E-07	5,86E-08	9,46E-07
R93	1,31E-07	5,59E-08	3,74E-07	9,57E-07	8,56E-07	2,37E-06
R94	5,49E-08	2,17E-08	1,63E-07	4,09E-07	3,04E-07	9,52E-07
R95	1,99E-08	5,14E-09	7,00E-08	1,61E-07	2,30E-08	2,79E-07
R96	2,86E-08	1,23E-08	8,22E-08	2,22E-07	1,84E-07	5,28E-07
R97	3,46E-08	1,54E-08	9,82E-08	2,77E-07	2,34E-07	6,59E-07
R98	1,31E-08	3,69E-09	4,52E-08	1,09E-07	2,29E-08	1,94E-07
R99	3,28E-08	1,43E-08	9,42E-08	2,63E-07	2,13E-07	6,18E-07
R100	1,45E-08	5,11E-09	4,67E-08	1,24E-07	5,45E-08	2,45E-07
R101	2,92E-08	1,22E-08	8,63E-08	2,39E-07	1,71E-07	5,38E-07
R102	2,05E-08	7,00E-09	6,72E-08	1,80E-07	6,85E-08	3,43E-07
R103	3,20E-08	1,31E-08	9,56E-08	2,64E-07	1,80E-07	5,85E-07
R104	1,15E-07	5,48E-08	3,14E-07	9,03E-07	8,91E-07	2,28E-06
R105	1,23E-07	5,77E-08	3,36E-07	9,65E-07	9,29E-07	2,41E-06
R106	2,15E-08	8,72E-09	6,49E-08	1,83E-07	1,15E-07	3,94E-07
R107	3,24E-08	1,54E-08	8,83E-08	2,55E-07	2,51E-07	6,42E-07
R108	7,39E-08	3,48E-08	2,02E-07	5,86E-07	5,61E-07	1,46E-06
R109	5,92E-08	2,74E-08	1,64E-07	4,72E-07	4,33E-07	1,16E-06
R110	1,24E-07	5,98E-08	3,33E-07	9,67E-07	9,88E-07	2,47E-06
R111	2,64E-09	7,20E-10	9,45E-09	2,53E-08	2,48E-09	4,06E-08
R112	9,24E-08	4,36E-08	2,53E-07	7,34E-07	7,00E-07	1,82E-06
R113	1,24E-07	5,90E-08	3,39E-07	9,79E-07	9,57E-07	2,46E-06
R114	4,57E-09	1,49E-09	1,53E-08	4,15E-08	1,25E-08	7,54E-08
R115	1,76E-08	4,79E-09	6,28E-08	1,69E-07	1,64E-08	2,70E-07
R116	7,58E-08	2,08E-08	2,71E-07	7,37E-07	7,14E-08	1,18E-06
R117	2,66E-08	1,23E-08	7,37E-08	2,12E-07	1,95E-07	5,19E-07
R118	5,84E-09	1,60E-09	2,09E-08	5,62E-08	5,48E-09	9,00E-08
R119	7,94E-09	2,49E-09	2,71E-08	7,38E-08	1,80E-08	1,29E-07

R120	2,70E-08	1,19E-08	7,74E-08	2,21E-07	1,78E-07	5,16E-07
R121	5,18E-09	1,41E-09	1,85E-08	4,94E-08	4,81E-09	7,93E-08
R122	4,88E-09	1,34E-09	1,74E-08	4,71E-08	4,62E-09	7,54E-08
R123	2,83E-08	1,09E-08	8,63E-08	2,24E-07	1,41E-07	4,91E-07
R124	4,66E-09	1,71E-09	1,48E-08	4,07E-08	1,92E-08	8,11E-08
R125	4,36E-09	1,58E-09	1,37E-08	3,58E-08	1,84E-08	7,39E-08
R126	6,62E-08	3,24E-08	1,76E-07	5,10E-07	5,45E-07	1,33E-06
R127	3,50E-08	1,69E-08	9,40E-08	2,69E-07	2,80E-07	6,96E-07
R128	5,95E-09	2,41E-09	1,78E-08	4,86E-08	3,27E-08	1,08E-07
R129	2,13E-08	9,93E-09	5,84E-08	1,65E-07	1,60E-07	4,15E-07
R130	2,85E-08	1,36E-08	7,70E-08	2,20E-07	2,23E-07	5,62E-07
R131	1,43E-08	6,95E-09	3,83E-08	1,11E-07	1,16E-07	2,86E-07
R132	3,19E-09	1,30E-09	9,58E-09	2,68E-08	1,76E-08	5,85E-08
R133	8,13E-09	3,87E-09	2,21E-08	6,37E-08	6,32E-08	1,61E-07
R134	2,60E-09	9,37E-10	8,32E-09	2,28E-08	1,01E-08	4,48E-08
R135	2,43E-09	1,03E-09	7,13E-09	2,01E-08	1,47E-08	4,54E-08
R136	6,41E-09	2,97E-09	1,78E-08	5,10E-08	4,70E-08	1,25E-07
R137	3,43E-09	1,45E-09	1,01E-08	2,84E-08	2,04E-08	6,38E-08
R138	1,90E-09	8,28E-10	5,46E-09	1,54E-08	1,22E-08	3,58E-08
R139	8,62E-10	2,39E-10	3,06E-09	8,12E-09	9,96E-10	1,33E-08
R140	1,12E-07	5,52E-08	2,96E-07	8,63E-07	9,33E-07	2,26E-06

Legenda interpretativa

Recettori	Inquinante	Total Cumulative Risk index
Num. Rec.	xxxx = Indice di rischio <10E-06	xxxx= Indice di rischio totale cumulativo <10E-05
Num. Rec.	xxxx = Indice di rischio >10E-06 e <10E-04	xxxx= Indice di rischio totale cumulativo >10E-05
Num. Rec.	xxxx = Indice di rischio >10E-04	xxxx= Indice di rischio totale cumulativo >10E-04

Analisi del rischio probabilistico (approccio HIA)

L'analisi del rischio cancerogeno dato dal contributo delle polveri sottili, attraverso un approccio di natura epidemiologica, permette di stimare il numero di casi attribuibili (AC), al differenziale prevedibile di concentrazione di inquinanti aeriformi in relazione alla messa in funzione di quanto indicato nel Master Plan 2020- 2035. I casi attribuibili di tumore del polmone per singoli comuni sono riportati nella tabella 22. Si evidenzia come, con le stime su PM₁₀, si tratti di frazioni millesimali di unità, nell'ambito della popolazione esposta, per singoli comuni e frazioni centesimali di unità per sommatoria degli stessi.

Anche per le stime di mortalità da malattie del sistema circolatorio e dell'apparato respiratorio i valori relativi al calcolo di AC, con le stime su PM₁₀, danno valori numericamente sovrapponibili.

Il calcolo di AC per mortalità da tutte le cause naturali per sommazione dei dati di tutti i comuni coinvolti è pari a 0,176, corrispondente ad "addizionale" di tasso di mortalità pari a 0,5/100.000/anno.

K POLMONE	B	A(=RR-1) PM10	A(=RR-1) PM2.5	Pexp	ΔC PM10	ΔC PM2.5	AC per PM10	AC per PM 2.5		
COMUNE DI Calenzano	55,48	:100000	0,08	0,12	90	0,007	10,00	0,00675	0,000003	0,000004
COMUNE DI Campi Bisenzio	55,03	:100000	0,08	0,12	1139	0,080	10,00	0,055278	0,000404	0,000416
COMUNE DI Campi Bisenzio	55,03	:100000	0,08	0,12	660	0,186	10,00	0,121699	0,000541	0,000530
COMUNE DI Firenze	50,72	:100000	0,08	0,12	4437	0,228	10,00	0,168724	0,004112	0,004556
COMUNE DI Firenze	50,72	:100000	0,08	0,12	3215	0,164	10,00	0,112275	0,002133	0,002197
COMUNE DI Firenze	50,72	:100000	0,08	0,12	6497	0,148	10,00	0,103369	0,003903	0,004088
COMUNE DI Firenze	50,72	:100000	0,08	0,12	1554	0,202	10,00	0,13434	0,001276	0,001271
COMUNE DI Firenze	50,72	:100000	0,08	0,12	3646	0,112	10,00	0,080954	0,001662	0,001796
COMUNE DI Prato	53,09	:100000	0,08	0,12	1492	0,125	10,00	0,081179	0,000791	0,000772
COMUNE DI Sesto F.no	50,62	:100000	0,08	0,12	4454	0,183	10,00	0,130117	0,003309	0,003520
COMUNE DI Sesto F.no	50,62	:100000	0,08	0,12	3590	0,218	10,00	0,150258	0,003167	0,003277
COMUNE DI Sesto F.no	50,62	:100000	0,08	0,12	3132	0,157	10,00	0,110371	0,001988	0,002100
ale AC (decessi per k polmone) i ad un addizionale di tasso di	su pop. considerata pari a n. residenti: mortalità standardizzata				33906	AC	0,023287	0,024527	0,023287	0,024527
					0,072338	su 100.000 abitanti/anno			0,072338	0,024527

Tab. 22 Esito valutazione rischio mortalità per k polmone con metodo epidemiologico

MALATTIE SISTEMA CIRCOLATORIO	B	A(=RR-1) PM10	A(=RR-1) PM2.5	Pexp	ΔC PM10	ΔC PM2.5	AC per PM10	AC per PM 2.5		
COMUNE DI Calenzano	232,7	:100000	0,04	0,11	90	0,007	10,00	0,006750277	0,000006	0,000016
COMUNE DI Campi Bisenzio	249,65	:100000	0,04	0,11	1139	0,080	10,00	0,055277562	0,000916	0,001729
COMUNE DI Campi Bisenzio	249,65	:100000	0,04	0,11	660	0,186	10,00	0,121698507	0,001227	0,002206
COMUNE DI Firenze	241,77	:100000	0,04	0,11	4437	0,228	10,00	0,168724334	0,009800	0,019910
COMUNE DI Firenze	241,77	:100000	0,04	0,11	3215	0,164	10,00	0,112275451	0,005084	0,009600
COMUNE DI Firenze	241,77	:100000	0,04	0,11	6497	0,148	10,00	0,103368878	0,009302	0,017861
COMUNE DI Firenze	241,77	:100000	0,04	0,11	1554	0,202	10,00	0,134340022	0,003040	0,005552
COMUNE DI Firenze	241,77	:100000	0,04	0,11	3646	0,112	10,00	0,080953847	0,003962	0,007850
COMUNE DI Prato	270,71	:100000	0,04	0,11	1492	0,125	10,00	0,081178902	0,002016	0,003607
COMUNE DI Sesto F.no	220,04	:100000	0,04	0,11	4454	0,183	10,00	0,130117229	0,007191	0,014027
COMUNE DI Sesto F.no	220,04	:100000	0,04	0,11	3590	0,218	10,00	0,150257755	0,006883	0,013056
COMUNE DI Sesto F.no	220,04	:100000	0,04	0,11	3132	0,157	10,00	0,110371454	0,004321	0,008367
Totale AC (decessi per) mal sist. circ. pari ad un addizionale di tasso di								33906 AC	0,05374746	0,103779667
								0,306081 su 100.000 abitanti/anno		0,103779667

Tab. 23 Esito valutazione rischio mortalità per malattie sistema circolatorio con metodo epidemiologico

MALATTIE APP. RESPIRATORIO	B		A(=RR-1) PM10	A(=RR-1) PM2.5	Pexp	ΔC PM10		ΔC PM2.5	AC per PM10	AC per PM 2.5
COMUNE DI Calenzano	64,53	:100000	0,12	0,10	90	0,007	10,00	0,0067503	0,000005	0,000005
COMUNE DI Campi Bisenzio	68,07	:100000	0,12	0,10	1139	0,080	10,00	0,0552776	0,000749	0,000514
COMUNE DI Campi Bisenzio	68,07	:100000	0,12	0,10	660	0,186	10,00	0,1216985	0,001003	0,000656
COMUNE DI Firenze	67,85	:100000	0,12	0,10	4437	0,228	10,00	0,1687243	0,008251	0,006095
COMUNE DI Firenze	67,85	:100000	0,12	0,10	3215	0,164	10,00	0,1122755	0,004281	0,002939
COMUNE DI Firenze	67,85	:100000	0,12	0,10	6497	0,148	10,00	0,1033689	0,007831	0,005468
COMUNE DI Firenze	67,85	:100000	0,12	0,10	1554	0,202	10,00	0,13434	0,002559	0,001700
COMUNE DI Firenze	67,85	:100000	0,12	0,10	3646	0,112	10,00	0,0809538	0,003336	0,002403
COMUNE DI Prato	61,25	:100000	0,12	0,10	1492	0,125	10,00	0,0811789	0,001368	0,000890
COMUNE DI Sesto F.no	65,84	:100000	0,12	0,10	4454	0,183	10,00	0,1301172	0,006455	0,004579
COMUNE DI Sesto F.no	65,84	:100000	0,12	0,10	3590	0,218	10,00	0,1502578	0,006179	0,004262
COMUNE DI Sesto F.no	65,84	:100000	0,12	0,10	3132	0,157	10,00	0,1103715	0,003879	0,002731
Totale AC (decessi per) mal. resp.		su pop. considerata pari a n. residenti:				33906	AC	0,045896028	0,032242554	
pari ad un addizionale di tasso di		mortalità standardizzata				0,135363	su 100.000 abitanti/anno		0,045896028	

Tab. 24 Esito valutazione rischio mortalità per malattie dell'apparato respiratorio con metodo epidemiologico

TASSO DI MORTALITA' TOTALE PER CAUSE NATURALI	B	A(=RR-1) PM10	A(=RR-1) PM2.5	P _{exp}	ΔC PM10	ΔC PM2.5	AC per PM10	AC per PM 2.5			
COMUNE DI Calenzano	793,24	:100000	0,04	0,08	90	0,007	10,00	0,00675028	0,000019	0,000019	
COMUNE DI Campi Bisenzio	807,01	:100000	0,04	0,08	1139	0,080	10,00	0,05527756	0,002959	0,002032	
COMUNE DI Campi Bisenzio	807,01	:100000	0,04	0,08	660	0,186	10,00	0,12169851	0,003966	0,002593	
COMUNE DI Firenze	778,21	:100000	0,04	0,08	4437	0,228	10,00	0,16872433	0,031544	0,023304	
COMUNE DI Firenze	778,21	:100000	0,04	0,08	3215	0,164	10,00	0,11227545	0,016365	0,011236	
COMUNE DI Firenze	778,21	:100000	0,04	0,08	6497	0,148	10,00	0,10336888	0,029940	0,020905	
COMUNE DI Firenze	778,21	:100000	0,04	0,08	1554	0,202	10,00	0,13434002	0,009785	0,006499	
COMUNE DI Firenze	778,21	:100000	0,04	0,08	3646	0,112	10,00	0,08095385	0,012754	0,009188	
COMUNE DI Prato	819,04	:100000	0,04	0,08	1492	0,125	10,00	0,0811789	0,006099	0,003968	
COMUNE DI Sesto F.no	752,74	:100000	0,04	0,08	4454	0,183	10,00	0,13011723	0,024601	0,017450	
COMUNE DI Sesto F.no	752,74	:100000	0,04	0,08	3590	0,218	10,00	0,15025776	0,023547	0,016242	
COMUNE DI Sesto F.no	752,74	:100000	0,04	0,08	3132	0,157	10,00	0,11037145	0,014783	0,010408	
Totale AC (decessi per) TOT. cause nat. pari ad un addizionale di tasso di								33906	AC	0,176361624	0,12384425
								0,520149	su 100.000 abitanti/anno		0,17636162

Tab. 25 Esito valutazione rischio mortalità per tutte le cause naturali con metodo epidemiologico

Effetti sulla salute del rumore

E' noto che il rumore è una potenziale causa di stress e danno alla salute. Gli effetti nocivi che l'esposizione al rumore può causare sull'uomo sono qualificabili come effetti di natura deterministica, essendo condizionati dal superamento di soglie, nonché dall'intensità, dalla frequenza e dalla durata nel tempo di questo agente fisico.

Numerosi sono stati gli studi di laboratorio e gli studi epidemiologici condotti che hanno valutato gli effetti del rumore sia su popolazioni lavorative esposte per motivi occupazionali che sulla popolazione generale esposta ad un rischio "ambientale", vivendo in aree nelle vicinanze di aeroporti, industrie e strade ad alto traffico. Tali studi indicano non solo che il rumore può avere un impatto, temporaneo o permanente, sulle funzioni fisiologiche dell'uomo, ma che può considerarsi anche fattore eziologico in grado di causare e/o con causare veri e propri processi patologici. L'esposizione acuta al rumore, infatti, altera le funzioni del sistema nervoso autonomo e del sistema ormonale, determinando effetti transitori, come aumento della frequenza cardiaca e vasocostrizione, con conseguente aumento della pressione arteriosa, modifiche della viscosità del sangue, dei lipidi ematici, e alterazioni degli elettroliti (Ising 1997). Come conseguenza di una prolungata esposizione a rumore, gli individui più suscettibili della popolazione possono sviluppare un danno permanente, come l'ipertensione arteriosa e malattie ischemiche del miocardio (Passchier-Vermeer 1993; Berlung e Lindevall 1995).

In sintesi, il rumore può comportare effetti sulla salute diretti di tipo uditivo ed influire su ambiti di benessere e confort o contribuire ad incrementare il rischio per alcune altre patologie extra-uditivi, come descritto in tabella:

Effetti uditivi:	Effetti extra-uditivi,
-ipoacusie percettive da rumore temporanee e permanenti, a seguito di esposizione a livelli elevati di rumore prolungato nel tempo (ad. es. >80 dBA per 8h) -ipoacusie trasmissive da rumore per esposizione a rumore intenso acuto (es. a seguito di esplosioni)	-disturbi del sonno -facile irritabilità -riduzione della capacità di concentrazione -aumento della pressione arteriosa e di altre patologie cardio-vascolari -difficoltà digestive (gastriti, ulcere gastriche) -disordini ormonali, ecc.
Tab. 26 Effetti sulla salute del rumore	

Salute e rumore di origine aeroportuale

Negli ultimi anni alcuni studi hanno evidenziato come anche il rumore da traffico aeroportuale sia associato ad effetti sulla salute con evidenze scientifiche di variabile consistenza (van Kempen 2002; Babisch 2006), in particolare all'aumento della pressione arteriosa e ad una maggior frequenza di disturbi cardiovascolari (Rosenlund et al 2001; Matzui 2004; Aydin Y 2007; Eriksson et al 2007; Haralabidis 2008).

Ipertensione arteriosa

Tra gli studi epidemiologici di maggior peso che hanno riscontrato una correlazione positiva tra rumore connesso ad attività aeroportuale ed ipertensione è da annoverarsi il progetto europeo HYENA (*Hypertension and Exposure to Noise near Airports*) le cui conclusioni sono state pubblicate nel 2008. In

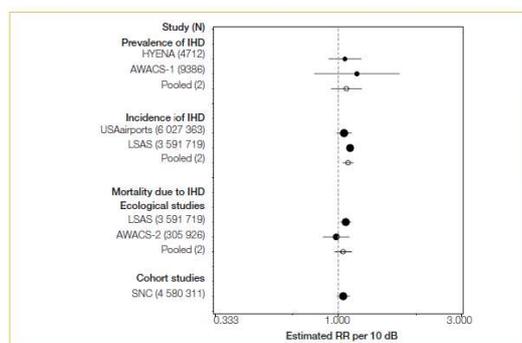
Italia il progetto SERA (*Studio sugli Effetti del Rumore Aeroportuale, 2014*), studiando popolazione esposta al rumore aeroportuale nelle aree limitrofe agli aeroporti di Roma-Ciampino, Milano Linate e Malpensa, Pisa, Torino e Venezia, ha rilevato incremento di incidenza di casi di ipertensione attribuibili a livelli di Lden superiori a 55 dB(A) (SERA, 2014; Ancona C. et al. *Epidemiol Prev* 2014; 38 (3-4): 227-236). In una metanalisi del 2009 (Babisch W, Kamp IV. *Exposure-response relationship of the association between aircraft noise and the risk of hypertension. Noise Health* 2009;11(44):161-8.), è stato individuato un rischio relativo (RR) di circa 1,13 per incrementi di 10 dB in un range di esposizione da 45 a 70 dB Lden (IC95% 1,00-1,28). Tuttavia, la stessa OMS ha classificato i lavori disponibili su cui elaborare le proprie linee guida come di “bassa qualità”.

Cardiomiopatia ischemica

Gli studi scientifici, presi in considerazione anche dall’OMS per la stesura delle linee guida del 2018, che abbiano analizzato i potenziali effetti negativi del “rumore aeroportuale” sulla salute cardiovascolare hanno utilizzato come endpoint delle loro analisi l’incidenza, la prevalenza o la mortalità da miocardiopatia ischemica (IHD).

Tra questi, due studi ecologici hanno riscontrato un incremento di incidenza di ricovero ospedaliero per IHD in soggetti esposti a rumore ambientale di origine aeroportuale (Correia et al., 2013; Hansell et al., 2013). Il RR era **1,09** (IC al 95%: 1,04–1,15) per un aumento di 10 dB di Lden. Date le ponderazioni nella meta-analisi di questi due studi, il livello iniziale medio ponderato da considerare come soglia operativa è stato calcolato essere pari a 47 dB(A).

In alcuni studi trasversali è stato riscontrato un incremento di prevalenza di IHD in residenti di località all’intorno di alcuni aeroporti in Europa (Babisch et al., 2005b; 2008; 2012a; 2012b; 2013a; Floud et al., 2011; 2013a; 2013b; Jarup et al., 2005; 2008; van Poll et al., 2014). Il Rischio Relativo (RR) era **1,07** (IC 95%: 0,94–1,23) per aumento di 10 dB Lden.



Uno studio di coorte (Huss et al, 2010) e due studi ecologici (Hansell et al., 2013; van Poll et al., 2014) hanno evidenziato un incremento del tasso di mortalità per cardiomiopatia ischemica in soggetti classificabili come esposti a rumore aeroportuale. L’analisi dei dati del primo aveva permesso l’elaborazione di un RR di **1,04** (IC 95%: 0,98–1,11) per un aumento di 10 dB Lden, mentre con gli studi ecologici il RR era di **1,04** (95% CI: 0.97–1.12) per 10 dB Lden di incremento del rumore.

La stessa OMS nelle Linee guida sul rumore in comunità per la regione europea (*Environmental Noise Guidelines for the European Region, 2018*) riconosce tuttavia che gli studi fino a quell’epoca disponibili non erano sufficientemente robusti sotto il profilo del disegno di studio e/o della consistenza letteraria per fornire strumenti operativi e raccomandazioni di interventi ai fini della prevenzione di IHD. Gli studi citati che hanno valutato la relazione rumore/incidenza IHD sono stati considerati di “qualità molto bassa” e quelli valutanti la relazione rumore/prevalenza di IHD sono stati considerati di “qualità bassa”.

Annoyance, disturbi dell'apprendimento e del sonno

Diversi sono gli studi che dimostrano l'impatto del rumore aeroportuale sul fastidio percepito dalla popolazione esposta ("annoyance"). L'OMS ha considerato per l'elaborazione delle proprie raccomandazioni un totale di 12 studi (vedi figura...) che hanno permesso di modellare una funzione Esposizione-Risposta (ERF) tra incremento di Lden e % di soggetti Highly Annoyed (HA). La categoria più bassa di esposizione al rumore considerata in uno qualsiasi degli studi, e quindi inclusa nella revisione sistematica, è di 40 dB, corrispondente approssimativamente al 1,2% HA. Il livello di riferimento del 10% HA viene raggiunto a circa 45 dB Lden (vedi Figura 13). Gli studi valutati nel processo di elaborazione delle linee guida OMS su questo tema sono state giudicate di alta qualità, contribuendo fortemente per questo motivo alla elevata attribuzione del grado di forza delle raccomandazioni correlate. Alcuni studi (valutati di qualità moderata nelle linee guida OMS) hanno analizzato l'associazione tra il rumore aeroportuale impattante su edifici scolastici e la riduzione della performance relativa alla comprensione scritta ed orale, valutata tramite test standardizzati in bambini di età scolare (Clark et al., 2006; 2012; 2013; Evans & Maxwell, 1997; Haines et al., 2001a; 2001b; 2001c; Hygge et al., 2002; Klatte et al., 2014; Matsui et al., 2004; Seabi et al., 2012; 2013; Stansfeld et al., 2005; 2010). La maggior parte degli studi analizzati (10 su 14) ha dimostrato un'associazione statisticamente significativa tra i due parametri. In uno studio si è registrata anche un'associazione negativa tra memoria a lungo termine in bambini e rumore di origine aeroportuale (Haines et al., 2001b). In uno studio sugli effetti dell'ambiente sulla salute dei bambini sono stati reclutati 700 bambini (età 9-11 anni) residenti nel Lazio a Ciampino e Marino (progetto S.Am.Ba). In tale studio l'effetto del rumore aeroportuale sulla performance cognitiva dei bambini, sul fastidio percepito (annoyance) e sul livello della pressione sanguigna è stato analizzato con modelli di regressione logistica e lineare, tenendo conto di alcuni fattori potenzialmente confondenti quali sesso, l'età, il livello socio-economico, il peso e l'altezza (questi ultimi nello studio degli effetti del rumore sulla pressione sanguigna). I risultati di questo studio hanno fatto emergere evidenze di una possibile associazione tra rumore ambientale misurato all'esterno delle scuole e difetti sia nella discriminazione uditiva dei bambini che nelle capacità di apprendimento scolastico

Diversi sono gli studi finalizzati a verificare e misurare l'impatto del rumore aeroportuale e i disturbi del sonno che hanno riportato risultati coerenti e consistenti (Nguyen et al., 2009; 2010; 2011; 2012c; 2015; Schreckenberget al., 2009; Yano et al., 2015).

Nella maggior parte di questi studi sono stati analizzati profili di esposizione a rumore notturno all'aperto compresi tra 40 dB e 65 dB. È emerso che oltre l'11% della popolazione risulta avere un sonno altamente disturbato ad un livello di rumore notturno di 40 dB. Le indagini basate sulla prevalenza di disturbo del sonno riferita dai partecipanti allo studio ha mostrato un'associazione tra il rumore di origine aeroportuale ed il disturbo del sonno, con un OR di 1,94 (95% CI: 1,61-2,33) per ogni aumento di 10 dB(A) di rumore.

Questi studi sono stati valutati di qualità moderata. Ulteriori indagini, giudicate di qualità moderata, condotte attraverso l'applicazione di metodiche di polisonnografia (misurante i risvegli notturni) hanno confermato questa associazione con un OR di 1,35 (95% CI: 1,22-1,50) per ogni aumento di 10 dB(A) indoor.

Noise metric	Priority health outcome measure	Quantitative risk for adverse health	Lowest level of exposure across studies	Number of participants (studies) ^a	Quality of evidence
Cardiovascular disease					
L_{den}	Incidence of IHD	RR = 1.09 (95% CI: 1.04-1.15) per 10 dB increase	47 dB	9 619 082 ^b (2)	Very low (downgraded for risk of bias; upgraded for dose-response)
L_{den}	Incidence of hypertension	RR = 1.00 (95% CI: 0.77-1.30) per 10 dB increase	N/A	4712 (1)	Low (downgraded for risk of bias and because only one study available)
Annoyance					
L_{den}	%HA	OR = 4.78 (95% CI: 2.27-10.05) per 10 dB increase	33 dB	17 094 (12)	Moderate (downgraded for inconsistency)
Cognitive impairment					
L_{den}	Reading and oral comprehension	1-2-month delay per 5 dB increase	Around 55 dB	(4)	Moderate (downgraded for inconsistency)
Hearing impairment and tinnitus					
L_{den}	Permanent hearing impairment	-	-	-	-

Tab. 27 – Quantificazione del rischio per effetti avversi sulla salute del rumore

Indicazioni dell'Organizzazione Mondiale della Sanità

Nel suo recente documento *Environmental Noise Guidelines for the European Region* (2018), l'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) fornisce raccomandazioni per proteggere la salute umana dall'esposizione al rumore ambientale proveniente da varie fonti: rumore dei trasporti (traffico stradale, ferroviario e aereo), rumore delle turbine eoliche e rumore prodotto durante le attività ricreative svolte nel tempo libero.

I livelli di esposizione raccomandati, distinti per sorgenti (Tabella 28), sulla base delle evidenze confermate

Sorgente di rumore	L _{den} (dB(A))	L _{night} (dB(A))
Traffico stradale	53	45
Traffico ferroviario	54	44
Traffico aeroportuale	45	40

Tab. 28 – Raccomandazioni dell'OMS

dagli studi scientifici, anch'esse differenziate per qualità, sono stati elaborati con il fine di rappresentare un obiettivo di tutela contro gli effetti negativi del rumore sulla comunità, verso cui indirizzare gli interventi di politica sanitaria e gli sforzi tecnico operativi di mitigazione. Per il

rumore aeroportuale che, sebbene impatti una frazione minore della popolazione generale, è percepito come molto disturbante, sono raccomandati livelli di esposizione più bassi rispetto alle sorgenti di rumore stradale e ferroviario. Il rumore generato dai sorvoli aerei ha un impatto geograficamente più disperso e si caratterizza per una significativa minore disponibilità di praticabili interventi di mitigazione. Per tutte queste ragioni, la normativa demanda la definizione delle aree di rispetto alle Commissioni aeroportuali, in cui sono rappresentati tutti i diversi e legittimi interessi ed esigenze territoriali.

Le raccomandazioni espresse dall'Organizzazione sono classificate come *forti*, se fondate su robuste evidenze scientifiche e in grado di essere adottate nella maggior parte delle situazioni, o *condizionali*, se caratterizzate da una minore qualità di evidenza e tali da richiedere un processo di definizione delle politiche prima di essere applicate. Ciò detto, per quanto riguarda l'esposizione al rumore aeroportuale, le linee guida OMS raccomandano fortemente di ridurre i livelli di rumore a valori inferiori a 45 dB(A) L_{den}, in quanto valori superiori a tale soglia sono associati ad effetti negativi sulla salute. Per quanto attiene l'esposizione durante il periodo notturno è fortemente raccomandato ridurre i livelli di rumore generati dal traffico aereo a valori inferiori a 40 dB(A) L_{night}, poiché il rumore aeroportuale al di sopra di tale livello è associato ad una significativa riduzione della qualità del sonno, con ricadute negative sulla salute.

Riguardo alle capacità di lettura e comprensione orale nei bambini, un aumento del rischio rilevante è stato riscontrato a 55 dB(A) L_{den}, sulla base di una moderata qualità di evidenza scientifica degli studi disponibili. Per ridurre gli effetti sulla salute, le Linee Guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità raccomandano che i responsabili politici implementino misure adeguate al fine di ridurre l'esposizione al rumore aeroportuale nella popolazione esposta, adottando, in casi specifici, adeguati cambiamenti nelle infrastrutture).

Criteri di determinazione del rumore (unità di misura)

In Italia il Decreto Legislativo n. 194 del 19/08/2005 (“Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione ed alla gestione del rumore ambientale”) ha recepito nell’ordinamento italiano la Direttiva 2002/49/CE: “Determinazione e gestione del rumore ambientale”.

La Direttiva nasce dalla necessità di mettere a punto misure ed iniziative specifiche per il contenimento dell’inquinamento acustico, a fronte di un contesto europeo che lamenta l’assenza di dati affidabili e comparabili relativi alle diverse sorgenti di rumore. L’obiettivo della direttiva è quindi di fare in modo che i livelli di inquinamento acustico siano rilevati, ordinati e presentati da tutti gli stati membri secondo criteri

Tab. 29 Limiti massimi di immissione per le diverse aree (D.P.C.M. 14/11/97) per comuni con classificazione acustica

Classe di destinazione d'uso del territorio	Periodo diurno (06.00-22.00)	Periodo notturno (22.00-06.00)
Classe I - Aree particolarmente protette	50 dBA	40 dBA
Classe II - Aree destinate ad uso residenziale	55 dBA	45 dBA
Classe III - Aree di tipo misto	60 dBA	50 dBA
Classe IV - Aree di intensa attività umana	65 dBA	55 dBA
Classe V - Aree prevalentemente industriali	70 dBA	60 dBA
Classe VI - Aree esclusivamente industriali	70 dBA	70 dBA

confrontabili. Ciò presuppone l’uso di descrittori e metodi di determinazione armonizzati. I descrittori acustici selezionati dalla Direttiva sono L_{den} per determinare il disturbo sulle 24 ore e L_{night} per determinare i disturbi del sonno nel periodo notturno (dalle ore 22:00 alle ore 06:00). Ciò nonostante, gli indicatori L_{den} ed L_{night} ad oggi non hanno ancora limiti prefissati. Di conseguenza, per

valutare eventuali superamenti, è necessario che ogni stato membro si riferisca alle proprie metodologie di valutazione del disturbo prodotto da rumore; nel caso dell'Italia gli indicatori impiegati sono L_{Aeq} diurno e L_{Aeq} notturno, da adottare per gli specifici limiti legati al contesto del traffico autoveicolare (DPR 142/2004), o delle diverse destinazioni d’uso del territorio preso in esame.

Per l’ambito aeroportuale si utilizza usualmente l’unità di misure L_{vAj} . Il livello di rumore aeroportuale è calcolato effettuando la media logaritmica dei valori giornalieri di L_{vAj} delle tre settimane a maggior numero di movimenti durante l'anno, definite ai sensi del DM 31 ottobre 1997. Il livello giornaliero di L_{vAj} deriva, a sua volta, dai livelli del rumore L_{vAd} diurno (6.00 - 23.00) e L_{vAn} notturno (0.00 - 6.00 e 23.00

Tab. 30 Descrizione delle principali unità di misura del rumore.

Indicator *	Description	Time-constant
L_{max}	Maximum sound pressure level occurring in an interval, usually the passage of a vehicle	125 ms **
SEL	Sound exposure level = Sound pressure level over an interval normalised to 1 second.	1 s
L_{day}	Average sound pressure level over 1 day. This day can be chosen so that it is representative of a longer period – for example, L_{max} occurs in the END; if used in that context, a yearly average daytime level is intended.	12 or 16 hrs
L_{night}	Average sound pressure level over 1 night. This night can be chosen so that it is representative of a longer period – L_{max} also occurs in the END; if used in that context, a yearly average night time level is intended. This is the night time indicator defined in EU-directive 2002/49 and used by WHO.	8 hrs
L_{24h}	Average sound pressure level over a whole day. This whole day can be chosen so that it is representative of a longer period.	24 hrs
L_{dn}	Average sound pressure level over a whole day. This whole day can be chosen so that it is representative of a longer period. In this compound indicator the night value gets a penalty of 10 dB.	24 hrs
L_{den}	Average sound pressure level over all days, evenings and nights in a year. In this compound indicator the evening value gets a penalty of 5 dB and the night value of 10 dB. This is the 'general purpose' indicator defined in EU-directive 2002/49.	Year

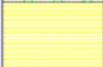
L’unità di misura L_{den} è correlate al L_{day} , $L_{evening}$ e al L_{night} tramite la formula riportata sotto, dove i fattori di moltiplicazione 12, 4, e 8 possono cambiare tra i diversi paesi in accordo con la rispettiva definizione oraria del periodo day, evening e night.

$$L_{den} = 10 \log_{10} \left(\frac{12 \cdot 10^{L_{day}/10} + 4 \cdot 10^{(L_{evening} + 5)/10} + 8 \cdot 10^{(L_{night} + 10)/10}}{24} \right)$$

Limiti e Raccomandazioni in Italia

In Italia i limiti assoluti di immissione in Leq dB(A) sono riportati nella successiva tabella in accordo con le differenti destinazioni d'uso del territorio a loro volta classificabili in 6 categorie come sotto riportato, con evidenza dei limiti per immissione e per emissione.

VALORI LIMITE ASSOLUTI DI IMMISSIONE ED EMISSIONE (D.P.C.M. 14.11.1997)

Zone Acustiche		Limiti di immissione		Limiti di emissione	
		periodo diurno (06.00-22.00)	periodo notturno (22.00-06.00)	diurno	notturno
	Classe I - Aree particolarmente protette	50 dB(A)	40 dB(A)	45 dB(A)	35 dB(A)
	Classe II - Aree destinate ad uso residenziale	55 dB(A)	45 dB(A)	50 dB(A)	40 dB(A)
	Classe III - Aree di tipo misto	60 dB(A)	50 dB(A)	55 dB(A)	45 dB(A)
	Classe IV - Aree di intensa attività umana	65 dB(A)	55 dB(A)	60 dB(A)	50 dB(A)
	Classe V - Aree prevalentemente industriali	70 dB(A)	60 dB(A)	65 dB(A)	55 dB(A)
	Classe VI - Aree esclusivamente industriali	70 dB(A)	70 dB(A)	65 dB(A)	65 dB(A)

Tab 31 Classificazione in vigore di ambito urbanistico

CLASSE I - aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.

CLASSE II - aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali

CLASSE III - aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici

CLASSE IV - aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.

CLASSE V - aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.

CLASSE VI - aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Sintesi operativa in merito a livelli esposti per rumore di significato per il benessere e la salute della popolazione

La letteratura scientifica disponibile sul tema della caratterizzazione del rischio rumore per il benessere e la salute della popolazione, con particolare riferimento al rumore di origine aeroportuale, non rende disponibili informazioni perfettamente utili ai fini della adozione di indicazioni operative certe. Sebbene le associazioni tra esposizione a rumore ed effetti sul benessere e/o la salute degli esposti siano ampiamente consolidate, manca ancora una sufficiente consistenza scientifica per quanto attiene la caratterizzazione del rischio. Anche le evidenze scientifiche analizzate dal GDG (Guidelines Development Group) dell'OMS per la

Summary of priority health outcome evidence	Benchmark level	Evidence quality
Incidence of IHD A relevant risk increase from exposure to aircraft noise occurs at 52.6 dB L_{day} . The weighted average of the lowest noise levels measured in the studies was 47 dB L_{day} , and the corresponding RR in the meta-analysis was 1.09 per 10 dB.	5% increase of RR	Very low quality
Incidence of hypertension One study met the inclusion criteria. There was no significant increase of risk associated with increased noise exposure in this study.	10% increase of RR	Low quality
Prevalence of highly annoyed population There was an absolute risk of 10% at a noise exposure level of 45.4 dB L_{day} .	10% absolute risk	Moderate quality
Permanent hearing impairment	No increase	No studies met the inclusion criteria
Reading skills and oral comprehension in children A relevant risk increase was found at 55 dB L_{day} .	One-month delay	Moderate quality

Tab. 32 Attribuzione del livello di qualità agli studi valutati nella formulazione delle raccomandazioni OMS

stesura delle Linee Guida sul Rumore Ambientale per la Regione Europea, sono state considerate di qualità "bassa" o "molto bassa" per la esatta definizione delle relazioni dose-risposta, nonché per la definizione di valori soglia certi, quando si valutano gli effetti sulla salute cardiovascolare.

Al contrario, in tema di relazione tra esposizione a rumore aeroportuale e fastidio percepito (HD, Highly Annoyed population) o riduzione delle performance scolastiche in bambini di scuole primarie, la qualità degli studi presi in considerazione nelle Linee Guida OMS è considerata di livello "moderato" e vengono definite soglie sopra le quali sono significativi gli incrementi di effetti (45,4 dB Lden per HD e 55 dB Lden per le performance di apprendimento scolastico).

Table 27. Night-time exposure levels (L_{night}) for priority health outcomes from aircraft noise

Summary of priority health outcome evidence	Benchmark level	Evidence quality
Sleep disturbance 11% of participants were highly sleep-disturbed at a noise level of 40 dB L_{night} .	3% absolute risk	Moderate quality

Tab. 33 Valore raccomandato per la tutela dei disturbi del sonno nelle raccomandazioni OMS

soglia di 40 dB L_{night} .

Anche per quanto riguarda la relazione tra rumore e qualità del sonno, il GDG dell'OMS ha considerato le evidenze scientifiche disponibili di qualità "moderata" e quindi sufficienti per il rilascio di raccomandazioni "forti" a limitare il rumore di origine aeroportuale sotto la

Analisi delle stime di impatto acustico aeroportuale

Le seguenti analisi sono state effettuate a seguito della elaborazione dei dati forniti da Ambiente SPA e fanno parte integrante della relazione di impatto acustico sviluppata per il Masterplan dell'aeroporto A.Vespucci 2035.

Sulla base delle stime di emissione aeroportuale elaborate dal committente (per il tramite di Ambiente SpA) attraverso l'impiego di software previsionali dedicati (AEDT e Soundplan) ed elaborazioni specialistiche per la popolazione residente entro le aree di impatto acustico di interesse è stata clusterizzata per classi espositive di 5 dBA, in relazione all'esposizione notturna e diurna in accordo con le definizioni precedentemente riportate di L_{night} e L_{day} . La stima delle esposizioni di origine aeroportuale da progetto

master plan 2020-2035 sono state messe a confronto con analoghe stime relative all'emissione aeroportuale della attuale configurazione dello scalo aereo "A. Vespucci".

La prima valutazione è stata fatta sull'intera popolazione esposta, come visibile a seguire.

ATTUALE					2035				
diurno					diurno				
TUTTO IL TERRITORIO	Fascia	Popolazione [n. abitanti]	% Pop. Esposta	% cumul.	TUTTO IL TERRITORIO	Fascia	Popolazione [n. abitanti]	% Pop. Esposta	% cumul.
	>70	16	0,10%	100,00%		>70	0	0,00%	100,00%
	65-70	786	5,10%	99,90%		65-70	10	0,02%	100,00%
	60-65	5572	36,10%	94,80%		60-65	313	0,61%	99,98%
	55-60	9069	58,70%	58,70%		55-60	6623	12,86%	99,37%
	Sub.tot.	15443				Sub.tot.	6946		
50-55	n.d.			50-55	44539*	86,51%	86,51%		
45-50	n.d.			45-50	n.d.				
<45	n.d.			<45	n.d.				
n.d. : dato non disponibile					n.d. : dato non disponibile * fino a 55 dBA				
notturno					notturno				
TUTTO IL TERRITORIO	Fascia	Popolazione [n. abitanti]	% Pop. Esposta	% cumul.	TUTTO IL TERRITORIO	Fascia	Popolazione [n. abitanti]	% Pop. Esposta	% cumul.
	>55	132	100,00%	100,00%		>55	14	0,02%	100,00%
	50-55	n.d.				50-55	2120	2,62%	99,98%
	45-50	n.d.				45-50	10422	12,87%	97,36%
	40-45*	n.d.				40-45*	68394	84,49%	84,49%
<40	n.d.			<40	n.d.				
n.d. : dato non disponibile					n.d. : dato non disponibile * fino a 45 dBA				

Tab. 34 Clusterizzazione dell'intera popolazione residente nell'area oggetto di studio per categorie espositive (Lnight e Lday)

Dalla tabella sopra riportata è osservabile come l'86,5% della popolazione interessata nella previsione progettuale (masterplan 2035) rientra nei clusters espositivi di emissione non superiori a 55 dBA di L_{day} ed il 13,4% è al contrario attribuibile a classe espositiva di intensità acustica superiore, contro una percentuale più alta nelle stime emissive dell'aeroporto allo stato attuale.

L'analisi comparativa tra dati diurni confrontabili riferiti allo stato attuale e allo stato di progetto, evidenzia le seguenti variazioni % per le fasce di esposizione più alte:

- >70 dB(A): -100% nello scenario di progetto;
- 65-70 dB(A): -98% nello scenario di progetto;
- 60-65 dB(A): -94% nello scenario di progetto;
- 55-60 dB(A): -27% nello scenario di progetto.

Analogamente per l'esposizione notturna (L_{night}) nelle stime del masterplan 2035, l'84,5% della popolazione esposta non supererà una esposizione emissiva di origine aeroportuale superiore a 45 dBA.

L'analisi comparativa tra dati notturni confrontabili riferiti allo stato attuale e allo stato di progetto, evidenzia le seguenti variazioni % per le fasce di esposizione più alte:

- >55 dB(A): -89% nello scenario di progetto

L'analogia analisi riportata comune per comune sia per l'esposizione diurna che notturna permette di verificare, coerentemente con l'orientamento geografico della nuova pista di atterraggio/decollo, una redistribuzione dell'interessamento all'impatto acustico tra i residenti dei comuni all'intorno aeroportuale. In termini di popolazione esposta si registra una riduzione dell'impegno nei comuni di Firenze e Scandicci,

contro un incremento numerico assoluto di residenti coinvolti dall'impatto acustico nei comuni di Prato, Sesto Fiorentino e Campi Bisenzio dove la maggior parte dei soggetti coinvolti appartiene alle classi espositive inferiori a 55 dBA (99,6%, 96% e 69,8% rispettivamente).

L'esposizione notturna coinvolge un numero minore di residenti, con classe espositiva di emissione aeroportuale L_{night} inferiore a 45 dBA nella stragrande maggioranza della popolazione coinvolta (range 91,4-100% eccetto che per il comune di Campi Bisenzio con il 67,28% della popolazione sotto 45 dBA).

ATTUALE					2035				
diurno					diurno				
Comune	Fascia	popolazione [n. abitanti]	% Pop. Esposta	% cumul.	Comune	Fascia	Popolazione [n. abitanti]	% Pop. Esposta	% cumul.
SESTO FIORENTINO	>70	0	0,00%		SESTO FIORENTINO	>70	1	0,10%	100,00%
	65-70	0	0,00%			65-70	9	0,70%	99,90%
	60-65	14	3,00%	100,00%		60-65	7	0,60%	99,20%
	55-60	452	97,00%			55-60	32	2,60%	98,60%
	50-55	n.d.				50-55*	1174	96,00%	96,00%
	45-50	n.d.				45-50	n.d.		
<45	n.d.			<45	n.d.				
n.d. : dato non disponibile					n.d. : dato non disponibile * fino a 55 dBA				
CALENZANO	>70	0	0,00%		CALENZANO	>70	0	0,00%	
	65-70	0	0,00%			65-70	0	0,00%	
	60-65	0	0,00%			60-65	0	0,00%	
	55-60	0	0,00%			55-60	0	0,00%	
	50-55	n.d.				50-55*	3	100,00%	100,00%
	45-50	n.d.				45-50	n.d.		
<45	n.d.			<45	n.d.				
n.d. : dato non disponibile					n.d. : dato non disponibile * fino a 55 dBA				
FIRENZE	>70	16	0,10%	100,00%	FIRENZE	>70	0	0,00%	
	65-70	786	5,40%	99,90%		65-70	0	0,00%	
	60-65	5558	38,50%	94,50%		60-65	0	0,00%	100,00%
	55-60	8092	56,00%	56,00%		55-60	8	50,00%	100,00%
	50-55	n.d.				50-55*	8	50,00%	50,00%
	45-50	n.d.				45-50	n.d.		
<45	n.d.			<45	n.d.				
n.d. : dato non disponibile					n.d. : dato non disponibile * fino a 55 dBA				
CAMPI BISENZIO	>70	0	0,00%		CAMPI BISENZIO	>70	0	0,00%	
	65-70	0	0,00%			65-70	1	0,004%	100,00%
	60-65	0	0,00%			60-65	306	1,36%	99,996%
	55-60	0	0,00%			55-60	6463	28,81%	98,63%
	50-55	n.d.				50-55*	15665	69,82%	69,82%
	45-50	n.d.				45-50	n.d.		
<45	n.d.			<45	n.d.				
n.d. : dato non disponibile					n.d. : dato non disponibile * fino a 55 dBA				
PRATO	>70	0	0,00%		PRATO	>70	0	0,00%	
	65-70	0	0,00%			65-70	0	0,00%	
	60-65	0	0,00%			60-65	0	0,00%	100,00%
	55-60	0	0,00%			55-60	120	0,40%	100,00%
	50-55	n.d.				50-55*	27689	99,60%	99,60%
	45-50	n.d.				45-50	n.d.		
<45	n.d.			<45	n.d.				
n.d. : dato non disponibile					n.d. : dato non disponibile * fino a 55 dBA				
AGLIANA	>70	0	0,00%		AGLIANA	>70	0	0,00%	
	65-70	0	0,00%			65-70	0	0,00%	
	60-65	0	0,00%			60-65	0	0,00%	
	55-60	0	0,00%			55-60	0	0,00%	
	50-55	n.d.				50-55*	0		
	45-50	n.d.				45-50	n.d.		
<45	n.d.			<45	n.d.				
n.d. : dato non disponibile					n.d. : dato non disponibile * fino a 55 dBA				
SCANDICCI	>70	0	0,00%		SCANDICCI	>70	0	0,00%	
	65-70	0	0,00%	0,00%		65-70	0	0,00%	0,00%
	60-65	0	0,00%	100,00%		60-65	0	0,00%	0,00%
	55-60	525	100,00%	100,00%		55-60	0	0,00%	0,00%
	50-55	n.d.				50-55*	0	0,00%	0,00%
	45-50	n.d.				45-50	n.d.		
<45	n.d.			<45	n.d.				
n.d. : dato non disponibile					n.d. : dato non disponibile * fino a 55 dBA				

Tab. 35 Clusterizzazione della popolazione residente nei singoli comuni nell'area oggetto di studio per categorie espositive (Lday)

ATTUALE					2035				
nottuno					nottuno				
	Fascia	Popolazione [n. abitanti]	% Pop. Esposta	% cumul.		popolazione [n. abitanti]	% Pop. Esposta	% cumul.	
SESTO FIORENTINO	>55	0	0,00%		>55	13	0,29%	100,00%	
	50-55	n.d.	0,00%		50-55	13	0,29%	99,71%	
	45-50	n.d.	0,00%		45-50	37	0,83%	99,42%	
	40-45*	n.d.	0,00%		40-45*	4404	98,59%	98,59%	
	<40	n.d.	0,00%		<40	n.d.			
* fino a 45 dBA					n.d. : dato non disponibile * fino a 45 dBA				
CALENZANO	>55	0	0,00%		>55	0	0,00%	100,00%	
	50-55	n.d.	0,00%		50-55	0	0,00%	100,00%	
	45-50	n.d.	0,00%		45-50	0	0,00%	100,00%	
	40-45*	n.d.	0,00%		40-45*	491	100,00%	100,00%	
	<40	n.d.	0,00%		<40	n.d.			
* fino a 45 dBA					n.d. : dato non disponibile * fino a 45 dBA				
FIRENZE	>55	132	0,00%		>55	0			
	50-55	n.d.	0,00%		50-55	1	0,52%	100,00%	
	45-50	n.d.	0,00%		45-50	10	5,21%	99,48%	
	40-45*	n.d.	0,00%		40-45*	181	94,27%	94,27%	
	<40	n.d.	0,00%		<40	n.d.			
* fino a 45 dBA					n.d. : dato non disponibile * fino a 45 dBA				
CAMPI BISENZIO	>55	0	0,00%		>55	1	0,004%	100,00%	
	50-55	n.d.	0,00%		50-55	2106	8,52%	99,996%	
	45-50	n.d.	0,00%		45-50	5979	24,20%	91,47%	
	40-45*	n.d.	0,00%		40-45*	16623	67,28%	67,28%	
	<40	n.d.	0,00%		<40	n.d.	??		
* fino a 45 dBA					n.d. : dato non disponibile * fino a 45 dBA				
PRATO	>55	0	0,00%		>55	0	0,000%		
	50-55	0	0,00%		50-55	0	0,00%		
	45-50	0	0,00%		45-50	4396	8,61%	100,00%	
	40-45*	0	0,00%		40-45*	46663	91,39%	91,39%	
	<40	n.d.	0,00%		<40	n.d.			
* fino a 45 dBA					n.d. : dato non disponibile * fino a 45 dBA				
AGLIANA	>55	0	0,00%		>55	0			
	50-55	0	0,00%		50-55	0			
	45-50	0	0,00%		45-50	0			
	40-45*	0	0,00%		40-45*	32	100,00%	100,00%	
	<40	n.d.	0,00%		<40	n.d.			
* fino a 45 dBA					n.d. : dato non disponibile * fino a 45 dBA				
SCANDICCI	>55	0	0,00%		>55	0	0,000%		
	50-55	0	0,00%		50-55	0	0,00%		
	45-50	0	0,00%		45-50	0	0,00%		
	40-45*	0	0,00%		40-45*	0	0,00%		
	<40	n.d.	0,00%		<40	n.d.			
* fino a 45 dBA					n.d. : dato non disponibile * fino a 45 dBA				

Tab. 36 Clusterizzazione della popolazione residente nei singoli comuni nell'area oggetto di studio per categorie espositive (Lnight)

Conclusioni

La presente relazione di impatto sulla salute derivante dalla messa in opera del Master Plan 2020-2035 per la ridefinizione delle aree destinate alla costruzione di una nuova pista di atterraggio/decollo nell'aeroporto Amerigo Vespucci di Firenze è stata condotta sulla base di dati di stima delle emissioni chimiche ed acustiche forniti dal committente (Toscana Aeroporti Engineering srl).

La valutazione è stata condotta partendo da una analisi epidemiologico-sanitaria della popolazione oggetto dell'indagine, ricorrendo alle fonti di dati disponibili in ambito regionale e nazionale (ARS, documenti emanati da autorità sanitarie di AREA VASTA Toscana Centro, ISTAT, ecc.). La fotografia del quadro generale di salute attuale della popolazione di riferimento è stata effettuata al fine di costituire un "benchmark di riferimento" per eventuali successive fasi di monitoraggio. Tali dati sono stati impiegati anche per stime previsionali di indicatori di salute calcolati su base epidemiologica.

Le stime di rischio per gli effetti di salute di natura deterministica e probabilistica sono state condotte adottando gli approcci metodologici più conosciuti e avvalorati da indicazioni nazionali ed internazionali. Tali stime sono improntate alla cautela e consapevolmente adottano criteri metodologici che prediligono la scelta della sovrastima rispetto al rischio di sottostima del rischio.

L'impatto acustico è stato valutato considerando i dati previsionali forniti dal committente e quanto disponibile dalle conoscenze più aggiornate della distribuzione censuaria della popolazione in studio.

Nel complesso la valutazione del rischio per esposizione a rischio chimico sia il rischio di effetti a breve termine che per quelli a lungo termine è da considerarsi, secondo i parametri di accettabilità ad oggi riconosciuti a livello internazionale, come accettabile.

L'impatto acustico derivante dalla nuova collocazione sul territorio della pista evidenzia una visibile redistribuzione della frazione di popolazione coinvolta tra diversi comuni dell'area all'intorno aeroportuale, caratterizzata, sulla base dei dati di stima disponibili, da uno shift generale e significativo verso le fasce espositive più basse, con sensibile riduzione (superiore al 90%) della popolazione interessata dalle fasce espositive più alte.

Pisa, 16 aprile 2024

Prof. Dr. Rudy Foddis