

Interporto della Toscana Centrale Progetto di ampliamento



**Studio di impatto ambientale
Quadro di riferimento ambientale
Componente Salute Pubblica
Relazione Generale**

Gruppo di Lavoro

I.R.I.D.E. srl
Istituto per la Ricerca e
l'Ingegneria Dell'Ecosostenibilità



Le informazioni ed i dati concernenti gli inquinamenti atmosferici ed acustici, citati nel presente documento, sono stati tratti dagli studi condotti da Università di Firenze - Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, denominati "Relazione sull'impatto delle opere sulla qualità dell'aria" e "Valutazione dell'impatto acustico relativo all'ampliamento dell'interporto", e facenti parte del Quadro di riferimento ambientale.

Indice

1	SALUTE PUBBLICA	4
1.1	<i>Sintesi contenutistica e metodologica dello studio</i>	4
1.1.1	<i>Selezione dei temi di approfondimento</i>	4
1.1.2	<i>Metodologia di lavoro</i>	7
1.2	<i>Quadro conoscitivo</i>	8
1.2.1	<i>Correlazione tra inquinamento atmosferico e salute umana</i>	8
1.2.2	<i>Correlazione tra inquinamento acustico e benessere</i>	11
1.2.3	<i>La struttura della popolazione</i>	13
1.2.4	<i>Lo stato di salute</i>	14
1.2.4.1	<i>La speranza di vita alla nascita</i>	14
1.2.4.2	<i>Mortalità generale</i>	15
1.2.4.3	<i>Mortalità specifica</i>	16
1.2.4.4	<i>Morbosità</i>	19
1.3	<i>Il rapporto Opera-Ambiente</i>	20
1.3.1	<i>Le condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico</i>	20
1.3.2	<i>Le condizioni di esposizione all'inquinamento acustico</i>	21

1 SALUTE PUBBLICA

1.1 Sintesi contenutistica e metodologica dello studio

1.1.1 Selezione dei temi di approfondimento

Secondo quanto indicato dall'Allegato II al DPCM 27.12.1988 (Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale) «obiettivo della caratterizzazione dello stato di qualità dell'ambiente, in relazione al benessere ed alla salute umana, è quello di verificare la compatibilità delle conseguenze dirette ed indirette delle opere e del loro esercizio con gli standards ed i criteri per la prevenzione dei rischi riguardanti la salute umana a breve, medio e lungo periodo».

Tale definizione dell'obiettivo assegnato alla componente Salute pubblica è strettamente correlata alla definizione che, nel 1948, l'OMS ha dato del concetto di salute, qualificandola come "uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale e non solamente l'assenza di malattia". In tale ottica, il campo di indagine per la caratterizzazione ed analisi della componente Salute pubblica è costituito non solo dagli aspetti sanitari, quanto anche dal benessere delle popolazioni e/o singoli individui, introducendo con ciò altresì elementi psicologici e sociali.

In altri termini è possibile affermare che, in un'ottica medico-sociale moderna, la salute è garantita dall'equilibrio tra fattori inerenti lo stato di qualità fisico-chimica dell'ambiente di vita e quelli riguardanti lo stato di fruizione degli ambienti di vita, condizioni favorevoli per lo svolgimento delle attività, degli spostamenti quotidiani e di qualsiasi azione del vivere quotidiano.

Chiarita l'accezione attribuita al concetto di salute pubblica, al fine di individuarne i potenziali fattori di compromissione la prima operazione compiuta è risieduta nell'individuazione delle potenziali fonti di disturbo derivanti dall'opera in progetto.

In tale prospettiva, la prima operazione condotta è risieduta nella analisi dell'opera in progetto secondo tre distinte dimensioni, individuate in quelle costruttiva, fisica e funzionale (cfr. Tabella 1-1).

<i>Dimensione</i>	<i>Modalità di lettura</i>
A. Opera come costruzione	Opera intesa rispetto agli aspetti legati alle attività necessarie alla sua realizzazione ed alle esigenze che ne conseguono, in termini di materiali, opere ed aree di servizio alla cantierizzazione, nonché di traffici di cantierizzazione indotti
B. Opera come manufatto	Opera come elemento costruttivo, colto nelle sue caratteristiche dimensionali e fisiche
C. Opera come esercizio	Opera intesa nella sua operatività con riferimento alla funzione svolta ed al suo funzionamento

Tabella 1-1 Le dimensioni di lettura dell'opera

Muovendo da tale tripartizione delle prospettive di analisi, l'opera in progetto è stata sottoposta ad un processo di progressiva scomposizione, teso all'identificazione degli "elementi minimi", termine con il quale si è inteso identificare quegli elementi progettuali la cui ulteriore disgregazione non conduce ad informazioni e dati progettuali tali da comportare una maggiore possibilità di indagare i rapporti tra l'opera e la componente ambientale esaminata.

L'applicazione di tale metodica di analisi dell'opera in progetto alla componente Salute pubblica ha condotto alla seguente identificazione delle Azioni di progetto (cfr. Tabella 1-2).

<i>Dimensione di analisi</i>	<i>Azioni di progetto</i>
Opera come realizzazione	Allestimento area di cantiere e scotico
	Scavo di sbancamento
	Formazione di rilevati e rinterri
	Formazione strati di sottofondazioni e fondazioni delle pavimentazioni
	Esecuzione di fondazioni indirette
	Posa in opera di elementi in elevazione prefabbricati
	Approvvigionamento delle materie prime ed allontanamento di quelli di scarto prodotti
Opera come esercizio	Traffico veicolare di origine interportuale
	Traffico ferroviario di origine interportuale

Tabella 1-2 Quadro sinottico delle azioni di progetto

Entrando nel merito della dimensione "costruttiva", stanti le Azioni di progetto individuate la ricostruzione dei nessi di causalità ha condotto ad identificare le tipologie di impatti potenziali indotti dall'opera in progetto nella "Modifica condizioni di esposizione della popolazione a fattori inquinanti incidenti sullo stato di salute fisica" (IC_{SAL}1) e nella "Modifica condizioni di esposizione della popolazione a fattori inquinanti incidenti sullo stato di benessere" (IC_{SAL}2), rispettivamente prodotte dalle emissioni pulverulenti e da quelle acustiche (cfr. Tabella 1-3).

<i>Azioni di progetto</i>	<i>Tipologie di impatto</i>	
	IC _{SAL} 1	IC _{SAL} 2
Allestimento area di cantiere e scotico	●	●
Scavo di sbancamento	●	●
Formazione di rilevati e rinterri	●	●
Formazione strati di sottofondazioni e fondazioni pavimentazioni	●	●
Esecuzione di fondazioni indirette	-	●
Posa in opera di elementi in elevazione prefabbricati	-	●
Traffici di approvvigionamento delle materie prime ed allontanamento di quelli di scarto prodotti	●	●

Legenda

- IC_{SAL}1 Modifica condizioni di esposizione della popolazione a fattori inquinanti incidenti sullo stato di salute fisica
-
- IC_{SAL}2 Modifica condizioni di esposizione della popolazione a fattori inquinanti incidenti sullo stato di benessere

Tabella 1-3 Matrice di correlazione Azioni-Impatti - Opera come realizzazione

A chiarimento del quadro sinottico delle Azioni di progetto e della conseguente Matrice di correlazione Azioni-Impatti di cui alle tabelle precedenti, si ricorda che per quanto concerne gli impatti indotti dal traffico di cantiere di approvvigionamento delle materie prime, per una precisa scelta assunta in sede progettuale, questa attività sarà condotta per l'80% della sua complessiva entità su ferro. Tale scelta, resa possibile dall'anticipazione della realizzazione del ramo di collegamento con la linea ferroviaria, consentirà di ridurre al minimo gli impatti determinati dal traffico veicolare di cantierizzazione; pur a fronte di ciò, tale scelta è stata cautelativamente presa in considerazione ai fini della stima degli impatti.

Per quanto concerne i traffici di cantierizzazione di allontanamento dei materiali di scarto prodotti, pressoché totalmente rappresentati dalle terre di scavo, si rammenta che le terre in questione saranno riutilizzate in sito, ricorrendo tutti i requisiti a tale riguardo fissati dall'articolo 185 comma 1 lettera c) del DLgs 152/2006 e smi, così come descritto nel Quadro progettuale. Ancorché detta tipologia di traffici di cantierizzazione risulti di fatto irrilevante, in ogni caso si è proceduto a considerarne gli effetti.

Per quanto concerne la dimensione "funzionale", le tipologie di impatto emerse dalla ricostruzione dei nessi di causalità sono le medesime, ossia la "Modifica condizioni di esposizione della popolazione a fattori inquinanti incidenti sullo stato di salute fisica" (IE_{SAL}1) e la "Modifica condizioni di esposizione della popolazione a fattori inquinanti incidenti sullo stato di benessere" (IE_{SAL}2), determinate però in questo caso dalle emissioni inquinanti atmosferiche ed acustiche prodotte dal traffico di origine interportuale (cfr. Tabella 1-4).



<i>Azioni di progetto</i>	<i>Tipologie di impatto</i>	
	IE _{SAL} 1	IE _{SAL} 2
Traffico veicolare di origine interportuale		
Traffico ferroviario di origine interportuale	●	●
Legenda		
IE _{SAL} 1	Modifica condizioni di esposizione della popolazione a fattori inquinanti incidenti sullo stato di salute fisica	
IE _{SAL} 2	Modifica condizioni di esposizione della popolazione a fattori inquinanti incidenti sullo stato di benessere	

Tabella 1-4 Matrice di correlazione Azioni-Impatti - Opera come esercizio

1.1.2 Metodologia di lavoro

La metodologia secondo la quale è stato sviluppato lo studio della componente Salute pubblica si compone di tre fasi, delle quali le prime due a valenza conoscitiva, mentre la terza ed ultima incentrata sulla identificazione e stima dei potenziali impatti determinati dalla realizzazione ed esercizio dell'opera in progetto.

Nello specifico, per quanto attiene alla prima fase, stante l'accezione di salute prima descritta ed avendo nel caso in specie identificato quali fattori di pressione che possono incidere su di essa l'inquinamento atmosferico e quello acustico, detta fase è stata dedicata all'individuazione delle correlazioni intercorrenti tra tali due fattori e gli effetti sanitari e di benessere da questi determinati sull'uomo.

La ricostruzione di detti nessi ha consentito di operare, nella seconda fase di lavoro, una ricostruzione dell'attuale stato di salute delle popolazioni, orientandola alla considerazione delle patologie identificate nella prima fase. Tale analisi è stata condotta assumendo come ambito di studio sia la scala vasta che, nei limiti consentiti dalle informazioni disponibili, la porzione territoriale di localizzazione dell'opera in progetto, così da poter verificare l'eventuale presenza di situazioni di specificità ad essa potenzialmente riconducibili. Le fonti conoscitive utilizzate per detta analisi sono state di tipo bibliografico ed in particolare si è fatto riferimento ai dati Istat (per la caratterizzazione della struttura della popolazione e delle condizioni di salute) ed al software HFA che fornisce un database di indicatori sul sistema sanitario e sulla salute a livello nazionale, regionale, provinciale e comunale.

La terza ed ultima fase, come premesso, è stata rivolta alla individuazione e stima dei potenziali impatti indotti dalla realizzazione ed esercizio dell'opera in progetto. Nello specifico, al fine di verificare se nel corso della realizzazione dell'ampliamento dell'interporto o nel suo esercizio nella configurazione di progetto, si potessero determinare delle modifiche delle condizioni di esposizione delle popolazioni ai fattori inquinanti incidenti sul loro stato di salute fisica e/o di benessere, si è fatto riferimento alle risultanze degli studi condotti dal Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università di Firenze, sviluppati nell'ambito del presente Studio di impatto ambientale.

1.2 Quadro conoscitivo

1.2.1 Correlazione tra inquinamento atmosferico e salute umana

Gli effetti sulla salute determinati dall'inquinamento atmosferico sono tradizionalmente distinti in effetti a breve ed a lungo termine. Nel primo insieme rientrano soprattutto quelli sulla morbosità respiratoria, cardiovascolare e sulla mortalità, generale e per cause specifiche, legati a picchi di inquinamento, caratteristici soprattutto delle aree urbane. Nel secondo, quelli a lungo termine, sono considerati effetti respiratori cronici quelle condizioni patologiche a carico dell'apparato respiratorio derivanti da un'esposizione prolungata negli anni e nei decenni all'inquinamento atmosferico.

Le principali fonti di inquinamento atmosferico sono nel seguito descritte evidenziando gli effetti di ognuno di essi sulla salute pubblica.

Ossidi di Azoto (NO_x)

In atmosfera sono presenti diverse specie di ossidi di azoto, tuttavia per quanto riguarda l'inquinamento dell'aria si fa quasi esclusivamente riferimento al termine NO_x che sta ad indicare la somma pesata del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO₂).

Il monossido di azoto è un gas incolore, insapore ed inodore prodotto soprattutto nel corso dei processi di combustione ad alta temperatura assieme al biossido di azoto (che costituisce meno del 5% degli NO_x totali emessi). Viene poi ossidato in atmosfera dall'ossigeno e più rapidamente dall'ozono, producendo biossido di azoto. La tossicità del monossido di azoto è limitata, al contrario di quella del biossido di azoto che risulta invece significativa.

Il biossido di azoto è un gas tossico di colore giallo-rosso, dall'odore forte e pungente e con potere irritante; è un ossidante molto reattivo e quindi altamente corrosivo. Esiste nelle due forme N₂O₄ (forma dimera) e NO₂ che si forma per dissociazione delle molecole dimere. Il ben noto colore giallognolo delle foschie che ricoprono le città ad elevato traffico è dovuto per l'appunto al biossido di azoto. Rappresenta un inquinante secondario dato che deriva, per lo più, dall'ossidazione in atmosfera del monossido di azoto.

Il biossido di azoto svolge un ruolo fondamentale nella formazione dello smog fotochimico in quanto costituisce l'intermedio di base per la produzione di tutta una serie di inquinanti secondari dannosi come l'ozono, l'acido nitrico, l'acido nitroso, gli alchilnitrati, i perossiacetilnitrati ed altri.

La principale fonte di ossidi di azoto è l'azione batterica. L'emissione di origine antropica ha però la caratteristica di essere presente ad alte concentrazioni in aree urbane ad elevato traffico, soprattutto a causa dei motori diesel. Il tempo di permanenza medio degli ossidi di azoto nell'atmosfera è molto breve: circa tre giorni per l'NO₂ e circa quattro per l'NO.

Il monossido di azoto (NO) è da ritenersi a tossicità estremamente bassa mentre il biossido di azoto (NO₂) presenta problemi di maggior rilevanza essendo 4÷5 volte più tossico del primo.

L'NO₂ è un irritante polmonare, disturba la ventilazione, inibisce la funzione polmonare, incrementa la resistenza delle vie aeree, indebolisce la difesa contro i batteri, danneggia il sistema macrofagico, diminuisce l'attività fagocitaria, provoca edema polmonare, inattiva il sistema enzimatico cellulare, denatura le proteine e provoca le perossidazioni dei lipidi.

Gli ossidi di azoto possono inoltre essere adsorbiti sulla frazione inalabile del particolato. Queste particelle hanno la possibilità di raggiungere attraverso la trachea e i bronchi gli alveoli polmonari (dove avvengono gli scambi di ossigeno e biossido di carbonio tra apparato respiratorio e sangue) provocando forme di irritazione anche gravi, soprattutto nelle persone deboli, che possono andare incontro a difficoltà di respirazione anche per lunghi periodi di tempo.

L'NO₂, attraverso il processo respiratorio alveolare, si combina con l'emoglobina esercitando un'azione di ossidazione sul ferro dell'anello prostetico. Questa reazione comporta una modificazione delle proprietà chimiche e fisiologiche dell'emoglobina dando luogo a formazione di metaemoglobina. Questa ultima molecola non è più in grado di trasportare ossigeno (ruolo che è proprio dell'emoglobina): già a valori intorno al 3÷4 % di metaemoglobina si manifestano disturbi a carico della respirazione.

L'NO₂ a contatto con i liquidi gastrici comporta necessariamente la formazione di acido nitroso che è il precursore della formazione delle nitrosammine, ben note per l'azione cancerogena a loro associata.

Una più completa correlazione tra concentrazioni di NO₂ ed effetti per determinate esposizioni è sintetizzata in Tabella 1-5:

NO2 (ppb)	EFFETTI e LIMITI
900÷1000 e oltre	Aumento del gradiente di pressione alveolo-arteriosa di O ₂ a 4000 ppb
800÷900	Aumento della resistenza respiratoria per esposizioni superiori a 20' a 700÷2000 ppb
700÷800	
600÷700	Bruciore agli occhi, mal di testa, dispnea, modificazioni della funzione polmonare, aumento della resistenza bronchiale per esposizioni pari o superiori a 120' a 500 ppb
500÷600	
400÷500	
300÷400	Aumenta la resistenza respiratoria nei soggetti asmatici per concentrazioni di 100÷200 ppb. Concentrazioni medie orarie raccomandate dal WHO: 101÷170 ppb
200÷300	
100÷200	
0÷100	Limite di legge concentrazione orario 106 ppb (DM 02/04/02)

Tabella 1-5 Concentrazioni di NO₂ e corrispondenti effetti sulla salute umana

Il particolato- Polveri inalabili (PM10) e polveri Respirabili (PM 2,5)

Le polveri o particolato consistono in particelle solide e liquide di diametro variabile fra 100 µm e 0.1 µm. Le particelle più grandi di 10 µm sono in genere polveri volatili derivanti da processi industriali ed erosivi. Questo insieme di piccole particelle solide e di goccioline liquide volatili presenti nell'aria costituisce un serio problema di inquinamento atmosferico. In condizione di calma di vento, esiste una relazione tra dimensione e velocità di sedimentazione, per cui il periodo di tempo in cui le particelle rimangono in sospensione può variare da pochi secondi a molti mesi.

I particolati presenti in atmosfera provengono in buona parte anche da processi naturali, quali le eruzioni vulcaniche e l'azione del vento sulla polvere e sul terreno.

L'inquinamento da particolati proveniente da attività antropiche origina dalla industria delle costruzioni (particelle di polvere), dalle fonderie (ceneri volatili) e dai processi di combustione

incompleta (fumi). Il traffico urbano contribuisce all'inquinamento dell'aria da particolati, oltre che con le emissioni, anche attraverso la lenta polverizzazione della gomma dei pneumatici. Il diametro delle particelle in sospensione è indicativamente così correlato alla fonte di provenienza:

- diametro maggiore di 10 μm : processi meccanici (ad esempio erosione del vento, macinazione e diffusione), polverizzazione di materiali da parte di velivoli;
- diametro compreso tra 1 μm e 10 μm : provenienza da particolari tipi di terreno, da polveri e prodotti di combustione di determinate industrie e da sali marini in determinate località;
- diametro compreso tra 0,1 μm e 1 μm : combustione ed aerosol fotochimici;
- diametro inferiore a 0,1 μm : processi di combustione.

Nell'aria urbana, più dell'80% del PM_{10} è formato da agglomerati di composti organici, prodotti per condensazione o sublimazione dei composti gassosi più pesanti emessi dai processi di combustione. Circa il 50% di questa frazione organica si produce nello smog fotochimico nella complessa reazione fra composti organici ed ossidi di azoto.

Nelle aree urbane il PM_{10} riveste un ruolo importante sia dal lato sanitario che da quello climatologico locale. A causa della loro elevata superficie attiva e dei metalli (piombo, nichel, cadmio ect.) in esse dispersi, le particelle agiscono da forti catalizzatori delle reazioni di conversione degli ossidi di zolfo e di azoto ad acido solforico ed acido nitrico. Pertanto la loro azione irritante viene potenziata dalla veicolazione di acidi forti, la cui concentrazione nella singola particella può essere molto elevata. Esse costituiscono anche il mezzo attraverso cui avviene la deposizione secca degli acidi su edifici ed opere d'arte.

Il sistema maggiormente attaccato dal particolato è l'apparato respiratorio e il fattore di maggior rilievo per lo studio degli effetti è probabilmente la dimensione delle particelle, in quanto da essa dipende l'estensione della penetrazione nelle vie respiratorie. Prima di raggiungere i polmoni, i particolati devono oltrepassare delle barriere naturali, predisposte dall'apparato respiratorio stesso. Alcuni particolati sono efficacemente bloccati; si può ritenere che le particelle con diametro superiore a 5 μm si fermano e stazionano nel naso e nella gola. Le particelle di dimensioni tra 0,5 μm e 5 μm possono depositarsi nei bronchioli e per azione delle ciglia vengono rimosse nello spazio di due ore circa e convogliate verso la gola.

Il pericolo è rappresentato dalle particelle che raggiungono gli alveoli polmonari, dai quali vengono eliminate in modo meno rapido e completo, dando luogo ad un possibile assorbimento nel sangue. Il materiale infine che permane nei polmoni può avere un'intrinseca tossicità, a causa delle caratteristiche fisiche o chimiche.

Sulla base dei risultati di diversi studi epidemiologici, si ipotizza che ad ogni 10 $\mu\text{g}/\text{mc}$ di concentrazione in aria di PM_{10} è associato un incremento stimato nel tasso relativo di mortalità per ogni causa, risultato pari a 0,51%. L'incremento stimato nel tasso relativo di mortalità per cause cardiovascolari e respiratorie è risultato pari a 0,68% (The New England Journal of Medicine).

La Tabella 1-6 riassume le conseguenze sulla salute determinate dall'inquinamento atmosferico, a breve e a lungo termine, stimati per un aumento di 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ della concentrazione di PM_{10} ; questi dati sono basati sulla letteratura epidemiologica attualmente disponibile.

Effetti sulla salute	Incremento/diminuzione % della frequenza degli effetti sulla salute per un aumento di 10 mg/m ³ di PM ₁₀
<i>Effetti a breve termine (acuti)</i>	
Uso di bronco dilatatori	3
Tosse	3
Sintomi delle basse vie respiratorie	3
Diminuzione della funzione polmonare negli adulti rispetto alla media (picco espiratorio)	-13
Aumento dei ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie	0,8
Aumento della mortalità giornaliera totale (escluse morti accidentali)	0,7
<i>Effetti a lungo termine (cronici)</i>	
Aumento complessivo della mortalità (escluse morti accidentali)	10
Bronchiti	29
Diminuzione della funzione polmonare nei bambini rispetto alla media (picco espiratorio)	- 1,2
Diminuzione della funzione polmonare negli adulti rispetto alla media (picco espiratorio)	-1

Tabella 1-6 Effetti a breve e lungo termine sulla salute umana dell'inquinamento atmosferico

Monossido di carbonio

L'ossido di carbonio o monossido di carbonio è un gas incolore, inodore, infiammabile e molto tossico. Si forma durante le combustioni delle sostanze organiche, quando sono incomplete per difetto di aria (cioè per mancanza di ossigeno).

Le emissioni naturali e quelle antropogeniche sono oramai dello stesso ordine di grandezza, e questo fa chiaramente comprendere quale sia il trend inquinante che si è instaurato nel corso dell'ultimo secolo. Il monossido di carbonio è estremamente diffuso soprattutto nelle aree urbane a causa dell'inquinamento prodotto dagli scarichi degli autoveicoli. Gli effetti sull'ambiente sono da considerarsi trascurabili, mentre gli effetti sull'uomo sono particolarmente pericolosi.

La fonte principale di emissione da parte dell'uomo è costituita dall'utilizzo dei combustibili fossili per i motori a scoppio degli autoveicoli e per le attività industriali (soprattutto impianti siderurgici e raffinerie di petrolio).

1.2.2 Correlazione tra inquinamento acustico e benessere

Il rumore è generalmente definito come "un suono indesiderato". L'Agenzia europea dell'ambiente (Technical report No 11/2010) fornisce una definizione più precisa, sottolineando come non si



possa prescindere dagli effetti che il rumore stesso genera sull'uomo: «il rumore è "un suono udibile che causa disturbo, o danno alla salute"». Il legislatore, con il DLgs "Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale" definisce «rumore ambientale: i suoni indesiderati o nocivi in ambiente esterno prodotti dalle attività umane, compreso il rumore emesso da mezzi di trasporto, dovuto al traffico veicolare, al traffico ferroviario, al traffico aereo e proveniente da siti di attività industriali».

Per quanto concerne le conseguenze sulla salute umana, è noto che l'esposizione prolungata al rumore provoca effetti di natura differente a carico dell'organo uditivo ed, in misura minore, ad altri organi o apparati (effetti extrauditivi).

Si sostiene, oramai in maniera unanimemente condivisa, che l'esposizione al rumore è in grado di alterare in modo significativo lo stato di salute e di benessere psicofisico dell'individuo. La recente letteratura tecnico-scientifica conferma come un'esposizione continuata ad alti livelli di rumore possa non solo causare disturbi del sonno, del comportamento e dei processi di apprendimento, ma anche contribuire all'insorgenza di altre patologie, in particolare cardiovascolari.

Quanto espresso precedentemente è in accordo con la definizione del concetto di salute formulato dall'O.M.S. nel 1990, nel quale si sostiene che lo stato di integrità psicofisica comporti non solo l'assenza di malattie o infermità, ma "uno stato di buona salute e di benessere richiede un ambiente armonioso in cui viene attribuito il dovuto peso a fattori fisici, fisiologici, sociali ed estetici; l'ambiente dovrebbe quindi costituire una risorsa importante per migliorare le condizioni di vita ed accrescere il benessere. Un ambiente acustico sfavorevole costituisce pertanto una condizione di pregiudizio per una buona qualità della vita"¹.

I danni provocati dall'esposizione al rumore riguardano direttamente l'apparato uditivo e indirettamente tutti gli altri organi ed apparati in quanto questa provoca una situazione di stress che coinvolge tutto l'organismo (cfr. Tabella 1-7).

Apparato cardio-vascolare	Aumento della pressione arteriosa e alterazioni del ritmo cardiaco
Apparato digerente	Ipersecrezione acida (gastriti, ulcere), dispepsia, colonpatia, ecc.
Sistema nervoso	Irritabilità, cefalea, turbe del sonno, nevrosi
Apparato visivo	Alterazioni del campo visivo, riduzione della percezione dei colori
Apparato vestibolare	Turbe dell'equilibrio
Apparato neuro-endocrino	Modificazioni del numero dei leucociti, maggior secrezione di adrenalina, noradrenalina, ACTH e corticosteroidi, aumento del livello del colesterolo, ecc.

Tabella 1-7 Principali effetti extrauditivi del rumore

L'esposizione al rumore di intensità pari o superiore a 80 dB(A) per diverse ore al giorno e per periodi prolungati, come può avvenire in ambito lavorativo, può provocare danni a carico dell'organo uditivo, che si configurano nel trauma acustico o danno uditivo da rumore.

¹ A. Callegari et al., "Rassegna degli effetti derivanti dall'esposizione al rumore". ANPA RTI CTN AGF 3/2000

L'orecchio umano, quando è esposto ad una stimolazione sonora di intensità elevata presenta, fisiologicamente, un innalzamento temporaneo della soglia uditiva (*Temporary Threshold Shift*, TTS). Il suo verificarsi è indicativo del fatto che lo stimolo acustico, per intensità e durata, non supera le capacità di recupero dell'organo uditivo. Se tale fenomeno perdura per tempi dell'ordine di alcuni minuti fino a 16 ore dalla fine della stimolazione, viene definito "fatica uditiva". Nei casi in cui l'esposizione al rumore, per intensità e durata, supera la capacità fisiologica di recupero si instaura una lesione uditiva permanente, comunemente indicata come "ipoacusia da trauma acustico" o "danno uditivo da rumore".

Per quanto attiene alle problematiche di interesse particolare per il presente studio, si suole affermare, per le sue caratteristiche (ricorrenza degli eventi, alti livelli di pressione sonora e rapida insorgenza ed evoluzione) non provochi un danno organico vero e proprio ma prevalgano i cosiddetti effetti extrauditivi ed in particolare la sensazione di fastidio. Il termine anglosassone "annoyance", che definisce tale condizione di disturbo, si riferisce ad "uno stato di irritazione nei confronti di qualunque fattore o condizione conosciuta o creduta responsabile di un effetto avverso" (Lindwall e Radford, 1973) o una sensazione di degrado della qualità della vita, intesa come benessere psico-fisico.

1.2.3 La struttura della popolazione

Secondo i dati definitivi ISTAT (2013), la popolazione residente in Toscana è di 3.692.828 dei quali maschi 1.772.317 e dei quali femmine 1.920.511.

Gli abitanti sono ripartiti nelle diverse provincie come illustrato in Tabella 1-8:

<i>Provincia</i>	<i>Maschi</i>	<i>Femmine</i>	<i>Totale</i>
Massa-Carrara	95.643	103.687	199.330
Lucca	186.499	202.056	388.555
Pistoia	137.795	149.650	287.445
Firenze	470.865	516.489	987.354
Livorno	160.651	174.980	335.631
Pisa	200.085	213.517	413.602
Arezzo	166.819	177.618	344.437
Siena	127.859	139.341	267.200
Grosseto	105.895	115.087	220.982
Prato	120.206	128.086	248.292
Totale	1.772.317	1.920.511	3.692.828

Tabella 1-8 Numero dei residenti in Toscana divisi per provincia

Per quanto riguarda le provincie, si osserva un netto distacco nel numero di abitanti tra la provincia di Firenze e quelle restanti, mentre quella di Prato appare una delle meno abitate. La popolazione censita si distribuisce per il 26% nella provincia di Firenze, la più popolosa, mentre la meno popolosa risulta essere Massa Carrara con poco più del 5%.



Grafico 1-1 Confronto della popolazione residente nelle 10 province della Toscana

1.2.4 Lo stato di salute

1.2.4.1 La speranza di vita alla nascita

La speranza di vita alla nascita è un indicatore sintetico che esprime lo stato sociale ed ambientale di una popolazione, e che tiene conto anche di altri parametri concernenti la salute, tra cui la mortalità.

Per quanto riguarda la Regione Toscana, tale indicatore risulta essere leggermente più alto rispetto a quello nazionale (M: 79,57, F: 84,41) per quanto riguarda sia gli uomini (80,2) che le donne (85,2) (crf. Figura 1-1, Figura 1-2).

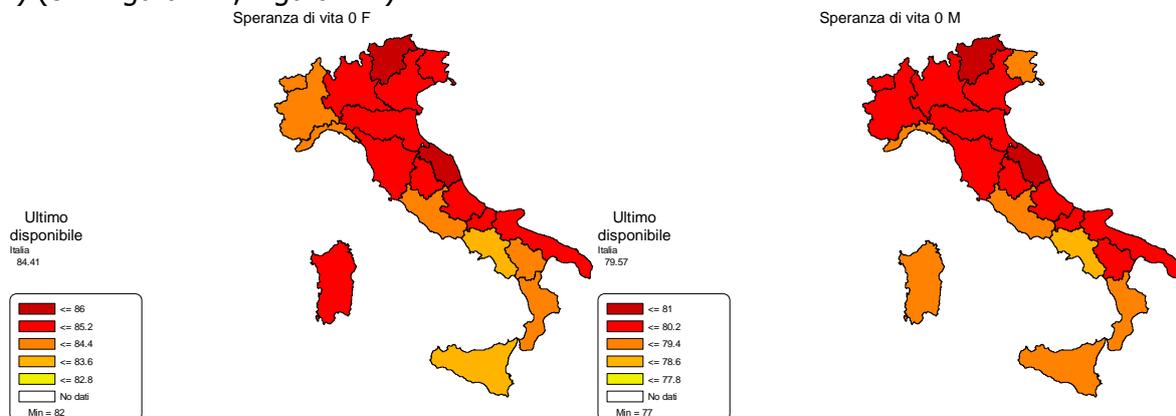


Figura 1-1 Speranza di vita maschile e femminile in Italia (Health For All)

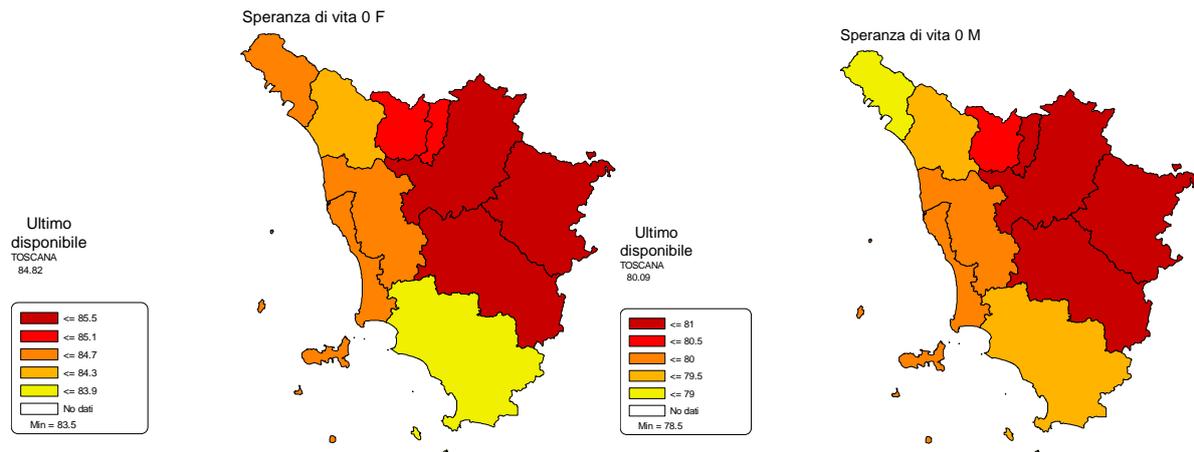


Figura 1-2 Speranza di vita maschile e femminile in Toscana (Health For All Istat)

A scala regionale, i valori registrati per la Provincia di Firenze (M: 81 e F: 85,5) risultano in linea con quelli regionali, mentre per quella di Prato (M: 81 e F: 85,1) si nota un leggero scostamento per la popolazione femminile, anche se il dato è pur sempre allineato sui valori maggiori.

1.2.4.2 Mortalità generale

Un indicatore fondamentale per descrivere la mortalità generale è rappresentato dal "tasso standardizzato di mortalità" che rappresenta un indicatore costruito in modo "artificiale", in quanto non corrisponde esattamente al valore reale, ma che è adatto a confrontare i valori della mortalità tra periodi e realtà territoriali diversi per struttura di età delle popolazioni residenti.

La regione Toscana presenta un tasso di mortalità standardizzato, sia maschile che femminile, più basso rispetto alla media nazionale; infatti, a fronte di un valore medio nazionale pari a 102,51 per i maschi ed a 68,1 per le femmine, a scala regionale tali valori risultano rispettivamente pari a 97,87 per i maschi e 63,42 per le femmine.

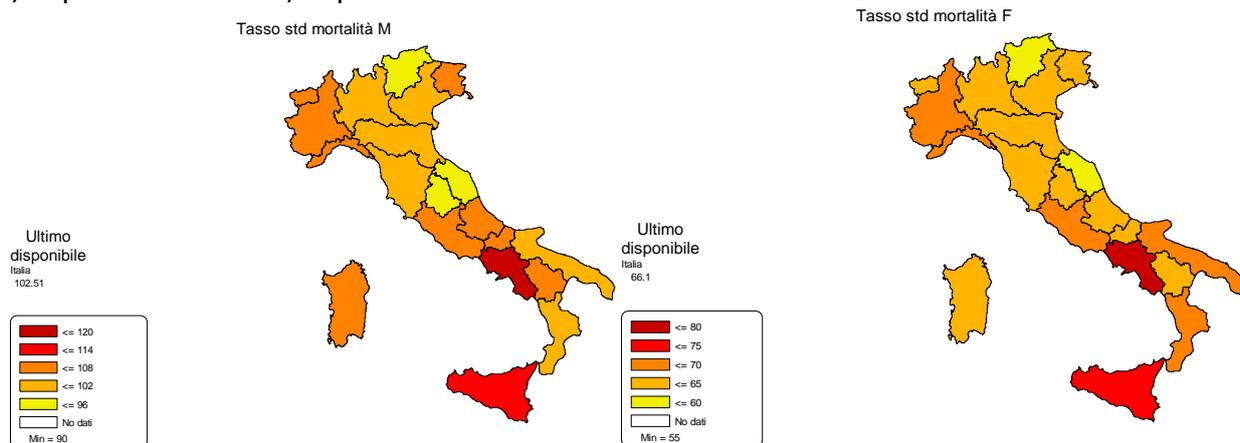


Figura 1-3 Tasso di mortalità maschile e femminile in Italia (Health For All Istat)

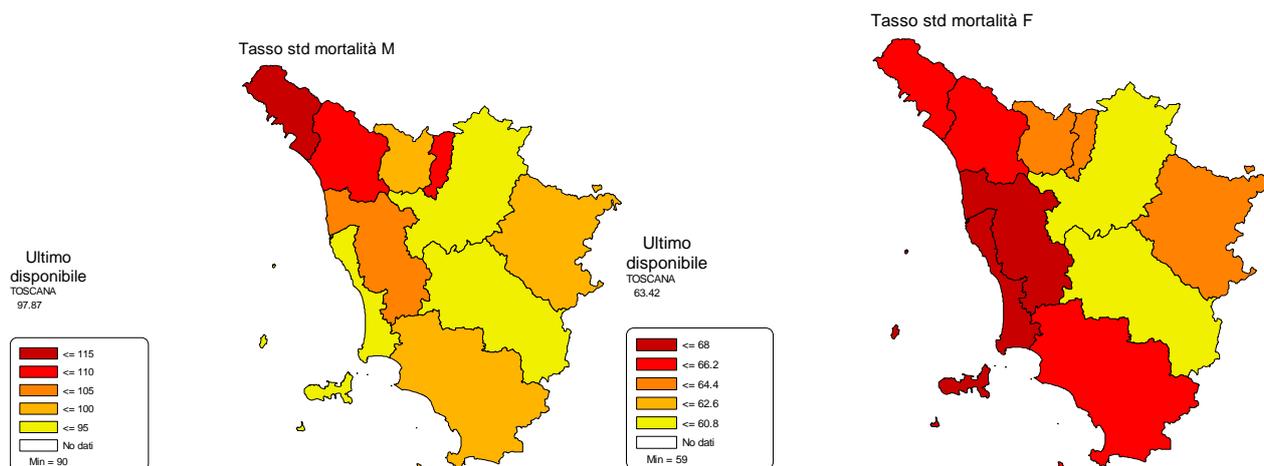


Figura 1-4 Tasso di mortalità maschile e femminile in Toscana (Health For All Istat)

La situazione a scala provinciale la situazione appare diversificata. Nello specifico, per quanto attiene alla provincia di Firenze il valore del tasso standardizzato è inferiore a quello regionale sia per gli uomini che per le donne (M: 95; F: 60,8). Per quanto riguarda invece i dati relativi alla provincia di Prato, rispetto al dato regionale il dato maschile risulta superiore (M: 110), mentre quello femminile risulta in linea (F: 64,4).

1.2.4.3 Mortalità specifica

Per quanto riguarda il tasso standardizzato di mortalità (per 10.000 abitanti) distinto per le principali cause iniziali di morte, si osserva come i valori della Toscana siano più alti rispetto ai valori nazionali in particolare per le malattie del sistema circolatorio e tumori. Nella suddetta regione, invece, si hanno in generale tassi più alti per gli uomini rispetto alle donne.

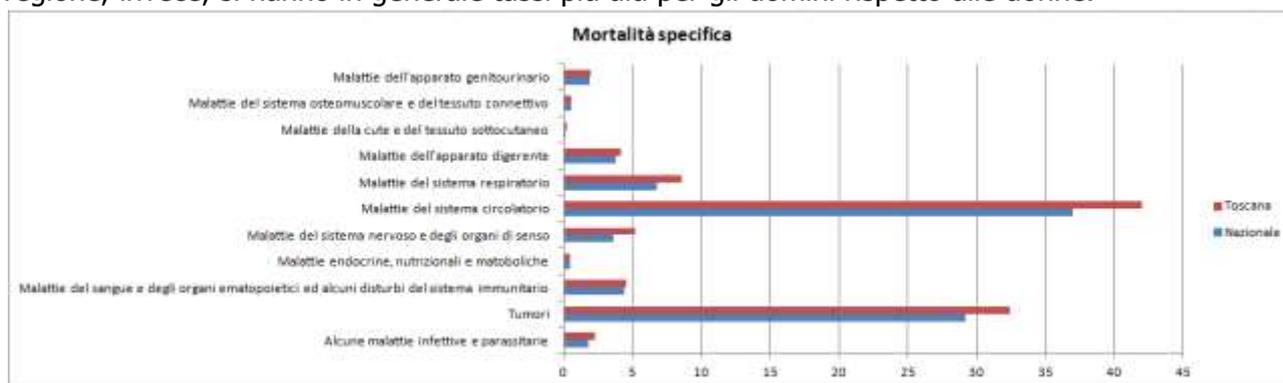


Figura 1-5 Tasso standardizzato di mortalità per cause principali di morte: confronto Italia-Regione Toscana (Fonte: Health For All Istat)

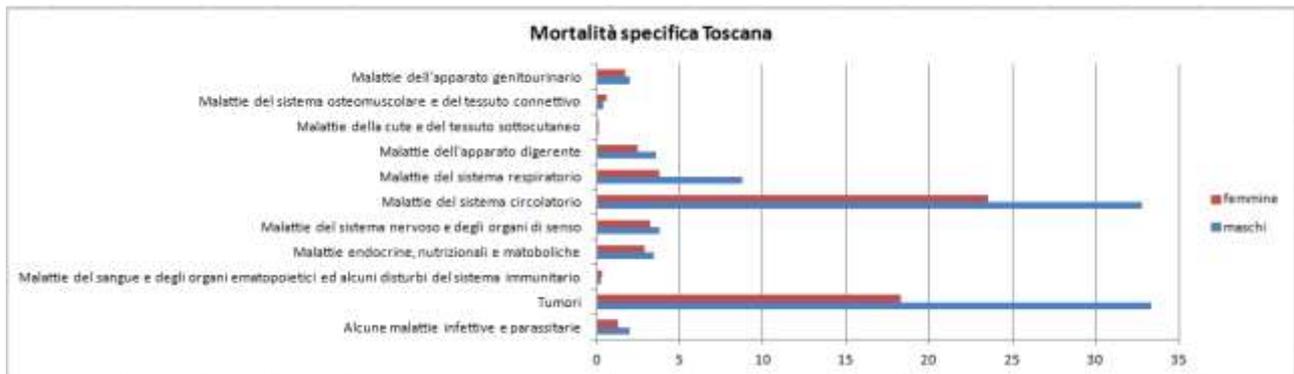


Figura 1-6 Tasso standardizzato di mortalità maschile e femminile in Toscana per cause principali di morte (Fonte: Health For All Istat)

Mortalità specifica	Nazionale			Toscana		
	maschi	femmine	tot	maschi	femmine	tot
<i>Alcune malattie infettive e parassitarie</i>	1,85	1,29	1,83	1,99	1,33	2,25
<i>Tumori</i>	34,55	19,05	29,22	33,33	18,31	32,43
<i>Malattie del sangue e degli organi ematopoietici ed alcuni disturbi del sistema immunitario</i>	4	3,33	4,44	0,3	0,33	4,56
<i>Malattie endocrine, nutrizionali e metaboliche</i>	0,41	0,38	0,48	3,45	2,89	0,47
<i>Malattie del sistema nervoso e degli organi di senso</i>	3,46	2,89	3,6	3,8	3,26	5,21
<i>Malattie del sistema circolatorio</i>	35,13	25,29	36,98	32,75	23,51	42,08
<i>Malattie del sistema respiratorio</i>	8,21	3,7	6,73	8,79	3,77	8,59
<i>Malattie dell'apparato digerente</i>	3,95	2,55	3,79	3,59	2,47	4,2
<i>Malattie della cute e del tessuto sottocutaneo</i>	0,12	0,13	0,17	0,11	0,14	0,2
<i>Malattie del sistema osteomuscolare e del tessuto connettivo</i>	0,32	0,5	0,52	0,4	0,59	0,52
<i>Malattie dell'apparato genitourinario</i>	1,93	1,21	1,85	1,98	1,73	1,98

Figura 1-7 Tasso standardizzato per 10.000 abitanti per le principali cause di morte (Fonte: Health for All Istat)

In relazione alle cause di morte per tumore, nelle tabelle e grafici seguenti si riportano i tassi standardizzati relativi agli uomini e alle donne.

Tumori specifici	maschi	femmine
Tasso mortalità tumori maligni stomaco	2,46	1,08
Tasso mortalità tumori maligni colon,retto,ano	3,48	2,12
Tasso di mortalità tumori maligni trachea bronchi e polmoni	8,3	2,18
Tasso mortalità tumori maligni mammella		3,77
Tasso mortalità tumori maligni utero		1,05
Tasso mortalità std tumori maligni prostata	2,78	
Tasso mortalità tumori maligni tessuti linfatico ed ematopoietico	2,74	1,69

Figura 1-8 Tasso standardizzato di mortalità maschile e femminile per tipologia principale di tumore relativa alla popolazione residente in Toscana (Fonte: Health For All Istat)

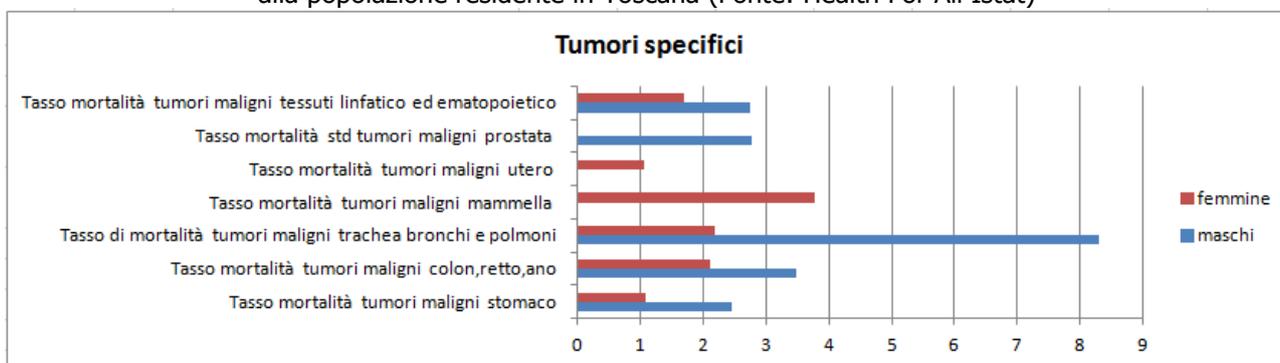


Figura 1-9 Tasso standardizzato di mortalità maschile e femminile per tipologia principale di tumore relativa alla popolazione residente in Toscana (Fonte: Health for All Istat)

I risultati mettono in evidenza come nei maschi il tasso di mortalità per tumori maligni a trachea, bronchi e polmoni è il più alto, mentre per le femmine è il maggiore il tasso di mortalità per tumori alla mammella.

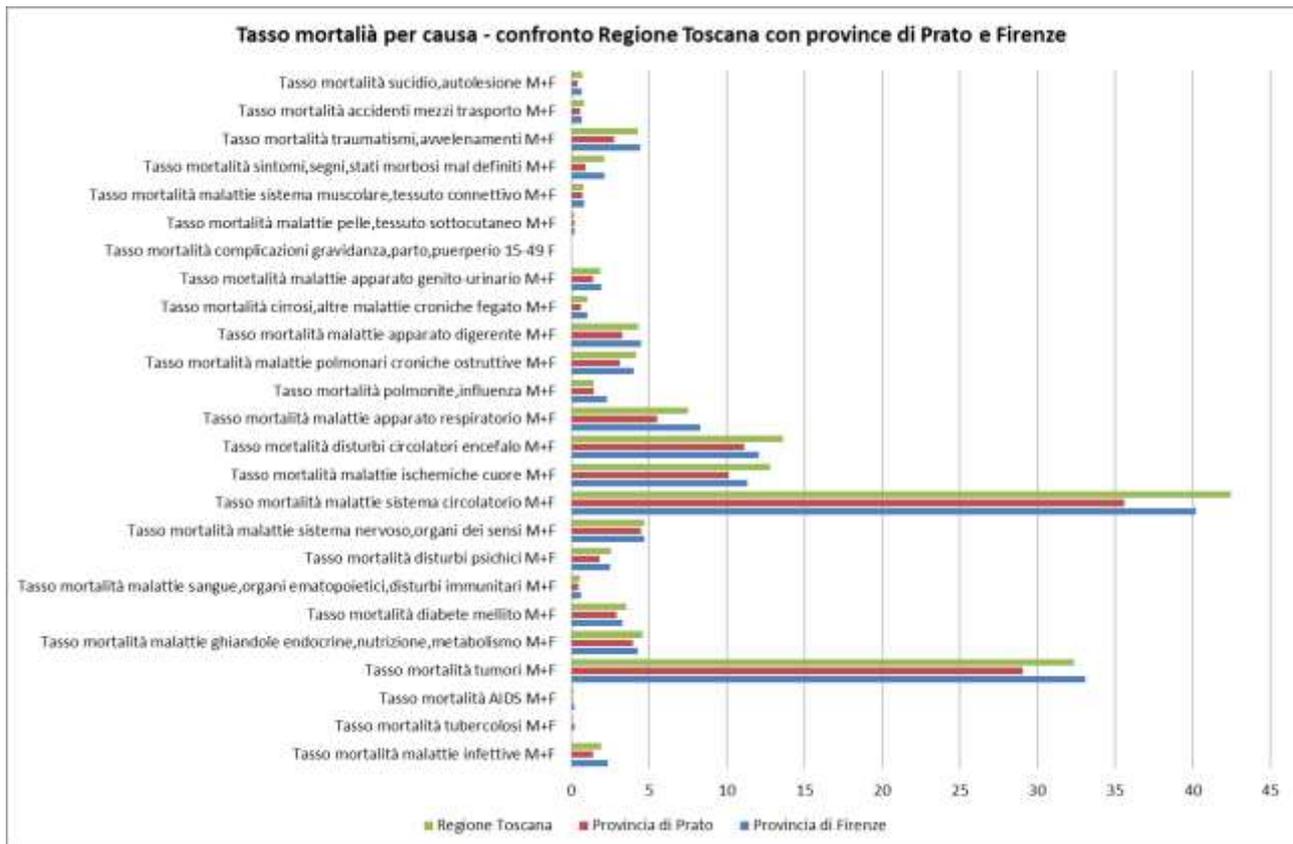


Figura 1-10 Tasso di mortalità per causa: confronto Regione Toscana, province Prato e Firenze

Per quanto specificatamente riguarda la dinamica delle due province di Prato e Firenze rispetto al dato Regionale, come si evince dalla Figura 1-10 per la maggior parte delle cause i valori provinciali sono inferiori a quello regionale, non manifestando con ciò una specificità di tali territori.

1.2.4.4 Morbosità

Considerando i tassi di ospedalizzazione relativi all'Italia e alla Regione Toscana, nel decennio 2000-2010 il dato ha subito una diminuzione del 19% per la regione e un 23% al livello nazionale. Per la provincia di Prato invece, il tasso di ospedalizzazione si è ridotto del 21%, anche se essa presenta come sopra detto il valore più elevato rispetto alle regioni toscane.

Nello specifico, nella Regione Toscana questo si attesta a 126,6, inferiore di poco alla media nazionale (125,98). A livello provinciale si osserva che la provincia di Prato ha il tasso di ospedalizzazione tra i più bassi, mentre quella di Firenze presenta un dato più alto, ma sempre inferiore a quello regionale (cfr. Figura 1-11).

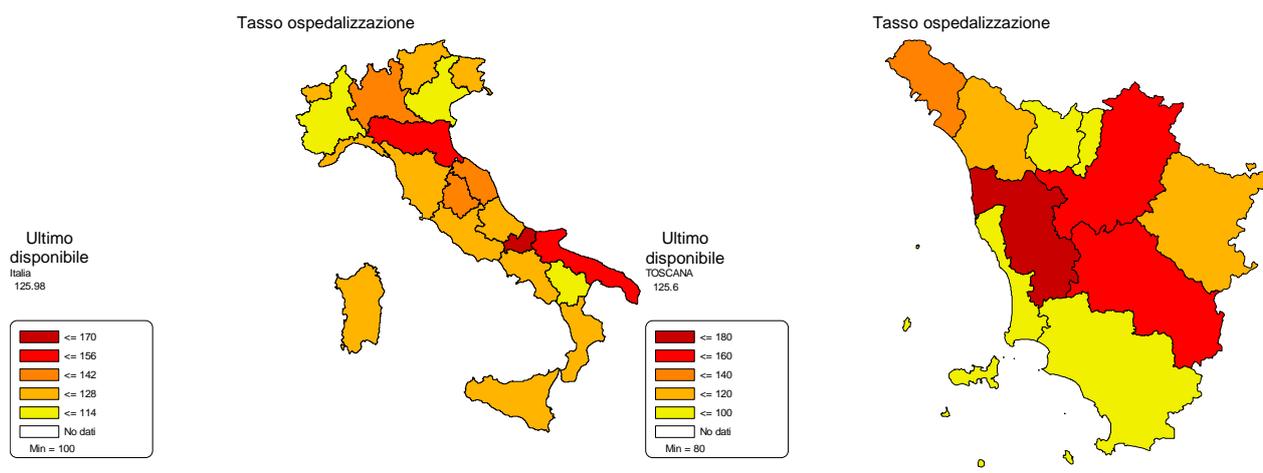


Figura 1-11 Tasso di ospedalizzazione nazionale e regionale (Fonte: Health For All Istat)

1.3 *Il rapporto Opera-Ambiente*

1.3.1 Le condizioni di esposizione all'inquinamento atmosferico

Come premesso, le considerazioni nel seguito riportate fanno riferimento a quanto sviluppato dal Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università di Firenze nello studio "Relazione sull'impatto delle opere sulla qualità dell'aria", allegato al Quadro ambientale.

Al fine di inquadrare le risultanze alle quali è giunto il citato studio, giova rammentarne la metodologia di lavoro la quale si è sostanziata nelle seguenti attività:

- Acquisizione dei dati di monitoraggio resi disponibili dalle centraline di ARPAT, così come descritti nel Rapporto Annuale di Monitoraggio 2013, per quanto concerne le seguenti sostanze:
 - PM10 (polveri con $\varnothing < 10 \mu\text{m}$)
 - PM2,5 (polveri con $\varnothing < 2,5 \mu\text{m}$)
 - Ossidi di azoto (NO₂)
 - Monossido di carbonio (CO)
- Stima delle emissioni inquinanti nello stato ante-operam, di cantiere ed a regime, elaborate a partire dai volumi di traffico dedotti dal modello di simulazione del traffico veicolare;
- Valutazione della variazione percentuale e confronto con i valori di concentrazione deducibili dal suddetto Rapporto di Monitoraggio, prendendo in esame l'agglomerato fiorentino e le sole stazioni di fondo.

Se la differenza percentuale delle sostanze emesse risulta trascurabile (tenuto conto dell'invariabilità della conformazione e destinazione urbanistica dell'area) e le concentrazioni delle medesime sostanze risultano ad oggi accettabili (informazione deducibile dal citato Rapporto Ambientale), allora si può ragionevolmente concludere la sostenibilità dell'intervento.

Sulla scorta di tale approccio metodologico, lo studio dell'Università di Firenze ha stimato la variazione percentuale delle sostanze inquinanti rispetto allo scenario attuale ante-operam (cfr. Tabella 1-9), affermando conseguentemente che:

- Lo scenario di cantiere evidenzia un aumento dei mezzi circolanti per effetto delle lavorazioni previste;
- Lo scenario a regime, in ragione delle politiche di trasferimento gomma-ferro, presenta un trend in diminuzione rispetto allo scenario attuale.

<i>Scenario</i>	<i>CO (delta %)</i>	<i>PM10 (delta %)</i>	<i>PM2.5 (delta %)</i>	<i>NO2 (delta %)</i>
attuale ante-operam	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
cantiere	3.25%	3.24%	3.25%	3.24%
regime	-2.85%	-2.79%	-2.79%	-2.78%

Tabella 1-9 Variazione percentuale delle sostanze inquinanti nei differenti scenari

Muovendo da tali dati, lo studio in questione, tenuto conto del fatto che l'intervento previsto non modifica nella sostanza la struttura urbanistica della zona e che, allo stato attuale, nella zona assunta a riferimento nello studio (stazioni di fondo della zona "Agglomerato Firenze"), non sono registrati valori di concentrazione maggiori dei valori soglia, è giunto alle seguenti conclusioni:

- Le valutazioni effettuate hanno evidenziato che l'intervento in esame genera, nei due scenari analizzati (di cantiere e post operam, a regime), variazioni percentuali delle sostanze emesse estremamente basse e quindi variazioni altrettanto modeste dei valori di concentrazione registrati.
- Nel dettaglio, analizzando singolarmente ciascun inquinante, i valori di concentrazione registrati risultano sempre sufficientemente lontani dai rispettivi valori soglia: la "distanza" percentuale è sempre molto maggiore della variazione indotta nella stima delle emissioni, che peraltro risulta negativa nello scenario di regime (tenuto conto delle politiche di trasferimento modale gomma-ferro che verranno attuate dal soggetto gestore dell'intervento).

Stanti le considerazioni sopra richiamate, è possibile affermare che dal punto di vista delle emissioni atmosferiche inquinanti la realizzazione e l'esercizio dell'infrastrutturale interportuale, nella sua configurazione di progetto, non determinerà una variazione delle condizioni di esposizione delle popolazioni a detti fattori inquinanti e che, conseguentemente, non si modificherà il connesso stato di salute fisica.

1.3.2 Le condizioni di esposizione all'inquinamento acustico

Analogamente a quanto evidenziato in precedenza, anche per quanto attiene alle condizioni di esposizione della popolazione all'inquinamento acustico, le considerazioni svolte nel presente paragrafo discendono dalle risultanze dello studio "Valutazione dell'impatto acustico relativo

all'ampliamento dell'interporto", redatto dal Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università di Firenze ed allegato al Quadro ambientale.

Le fasi principali nei quali si è articolato il succitato studio sono state le seguenti:

- Caratterizzazione acustica attuale dell'area (Situazione 'ante operam'), condotta mediante l'implementazione e la simulazione con modello di calcolo.
- Caratterizzazione acustica simulata dell'area durante le fasi di cantiere, eseguita sempre mediante modello previsionale, tenendo in considerazione sia il rumore di tutte le infrastrutture già presenti (strade, attività umane, ecc.), sia quello generato nell'ambito delle diverse lavorazioni e predisposizioni del cantiere, sia quello da esso stesso indotto per tutte le funzioni associate e collaterali.
- Caratterizzazione acustica simulata dell'area 'post operam', attuata facendo ricorso al modello previsionale, tenendo in considerazione sia il rumore di tutte le infrastrutture presenti (strade, attività umane e dell'Interporto, ecc.), sia quello generato nell'ambito della disposizione strutturale e delle attività delle nuove realizzazioni, sia quello da esse stesse indotto per tutte le funzioni associate e collaterali (variazione del traffico indotto, presenza di nuovi impianti tecnologici, di condizionatori, di riscaldamento, capannoni, ecc.).

Per quanto concerne lo scenario di esercizio nella sua configurazione finale, a fronte degli studi modellistici sviluppati il documento dell'Università di Firenze conclude testualmente che:

- nell'area oggetto dello studio l'entrata in esercizio dell'ampliamento dell'Interporto di Prato non andrà ad incrementare la rumorosità dei luoghi che lo ospiteranno
- i livelli assoluti di immissione relativi all'esercizio dell'ampliamento dell'Interporto di Prato risulteranno nei limiti normativi per i due periodi di riferimento
- i livelli differenziali relativi all'esercizio dell'ampliamento dell'Interporto di Prato risulteranno anch'essi nei limiti normativi per i due periodi di riferimento.

Relativamente alla fase di realizzazione dell'ampliamento dell'interporto, il citato studio dell'Università di Firenze afferma che la situazione di mancato superamento dei valori limite permarrà, in quanto, come si evince dalle simulazioni della propagazione del rumore nella situazione con la presenza del cantiere, non si rilevano superamenti dei valori limite assoluti di immissione e differenziali di immissione.

Tali conclusioni lasciano pertanto ritenere che le condizioni di esposizione della popolazione residente all'intorno dell'area interportuale non presenteranno delle modifiche significative sia durante la fase di realizzazione dell'ampliamento dell'interporto, che in quella di esercizio nella sua configurazione finale. Ne consegue che, restando di fatto invariate le condizioni di esposizione della popolazione ai fattori di pressione, è lecito ritenere che resti tale lo stato di benessere di dette popolazioni.