



Impatto dell'inquinamento ambientale prodotto dagli aeroporti sulla salute dei residenti (progetto SERA – Studio sugli Effetti del Rumore Aeroportuale)

Ambito: sorveglianza epidemiologica innovativa. Linea progettuale Ambiente e Salute. Attività strategica n°1 del programma di attività 2010 del CCM

Relazione conclusiva



Centro Nazionale per la Prevenzione e il Controllo delle Malattie



Ministero della Salute

Executive summary

Il rumore è un importante ed attuale problema ambientale che interessa un elevato numero di persone. Si stima, infatti, che il 50% della popolazione europea viva in aree nelle quali, durante il giorno, si supera il limite massimo di 55 dBA, mentre il 20% dei cittadini europei è esposto a valori superiori a 40 dBA durante le ore notturne (www.who.int).

La principale sorgente di rumore che caratterizza il territorio circostante gli aeroporti è rappresentata dal rumore degli aerei, prevalentemente nelle fasi di decollo e di atterraggio, con punte di maggiore intensità durante il decollo. Sono presenti, tuttavia, attività rumorose a terra anche durante la normale attività aeroportuale.

La Direttiva europea 2002/49/CE prevede che gli effetti nocivi derivanti dall'esposizione a rumore, in particolare l'*annoyance* (letteralmente "fastidio") e i disturbi del sonno, debbano essere considerati e stimati attraverso opportune relazioni dose-effetto. L'inquinamento prodotto da un aeroporto non è solo di tipo acustico ed occorre tener conto del contributo delle emissioni di inquinanti atmosferici. Le emissioni variano a seconda dei motori e dei carburanti impiegati, con il conseguente rilascio di CO₂, CO, C_e, NO_x, particelle sospese, e un numero variabile di composti organici volatili. Infine, alla presenza di un impianto aeroportuale è generalmente associato un aumento del traffico veicolare, con conseguente ulteriore incremento dell'inquinamento acustico ed atmosferico.

Il progetto CCM 2010 SERA (Studio sugli Effetti del Rumore Aeroportuale), coordinato dal Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario del Lazio, ha avuto inizio il 10 novembre 2011 e si è concluso il 9 maggio 2013 e ha visto la collaborazione di numerose strutture e ricercatori come illustrato nell'allegato 1 (composizione del gruppo di lavoro SERA).

Obiettivi del progetto

Obiettivo generale del progetto SERA:

Fornire metodologie e strumenti operativi per l'avvio di sistemi di sorveglianza in materia di inquinamento acustico ed atmosferico e relativi effetti sulla salute tra i residenti nei pressi dei principali aeroporti italiani.

Obiettivi specifici del progetto:

- Sintetizzare le evidenze scientifiche disponibili relative agli aspetti ambientali e sanitari connessi con la presenza di un aeroporto.
- Effettuare una indagine campionaria tra la popolazione in prossimità degli aeroporti di Torino-Caselle, Pisa-San Giusto, Venezia-Tessera , Milano-Linate e Milano-Malpensa con l'obiettivo di valutare la frequenza di ipertensione, il fastidio da rumore (annoyance) e disturbi del sonno in relazione con i fattori ambientali.
- Combinare i dataset risultanti dalle 5 indagini campionarie con quello già disponibile relativo allo studio SERA- Ciampino e analizzare i dati in modo combinato.
- Valutare gli aspetti scientifici relativi all'inquinamento atmosferico generato dal traffico aeroportuale attraverso un sistema integrato di misure e di modelli di dispersione degli inquinanti

1. Sintesi delle evidenze scientifiche disponibili relative agli aspetti ambientali e sanitari connessi con la presenza di un aeroporto

Studi di laboratorio ed epidemiologici che coinvolgono sia lavoratori esposti al rumore in ambiente di lavoro sia la popolazione generale che vive nelle vicinanze di aeroporti, industrie e strade ad alto traffico, indicano che il rumore può avere un impatto, temporaneo o permanente, sulle funzioni fisiologiche nell'uomo. L'esposizione acuta a rumore altera le funzioni del sistema nervoso autonomo e del sistema ormonale, determinando effetti transitori con aumento della frequenza cardiaca e vasocostrizione e conseguente aumento della pressione arteriosa, modifiche della viscosità del sangue, dei lipidi ematici, e alterazioni degli elettroliti. Come conseguenza di una prolungata esposizione a rumore, gli individui più suscettibili della popolazione possono sviluppare un danno permanente, come l'ipertensione e malattie ischemiche, fino all'infarto del miocardio. Il rumore viene indicato come causa di irritabilità, stanchezza, mal di testa, alterazione della qualità del sonno, calo di performance e in generale di un'alterazione psicofisica che prende il nome di fastidio (in inglese, annoyance). Nei bambini è stata inoltre documentata una riduzione delle capacità di apprendimento e delle capacità cognitive.

Inquinamento atmosferico generato dal traffico aeroportuale e effetti sulla salute

L'aeroporto è una fonte di emissione di inquinanti aerodispersi estremamente complessa che può determinare un impatto significativo sull'ambiente e la popolazione. I principali inquinanti atmosferici, prodotti e rilasciati in atmosfera in un aeroporto, derivano da processi di combustione e sono rappresentati in particolare dall'anidride carbonica, dal monossido di carbonio, dai Composti Organici Volatili (COV), dagli ossidi di azoto e di zolfo, dal particolato e dal benzene. I dati raccolti annualmente dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) dimostrano che, negli ultimi anni (1990-2006), l'emissione di questi inquinanti atmosferici da parte del trasporto aereo è incrementata costantemente subendo una lieve diminuzione negli anni successivi (2007-2009) per effetto della messa in funzione nella flotta di aerei più moderni. Per questo motivo, negli ultimi anni sono stati effettuati studi per verificare se l'inquinamento atmosferico prodotto dagli aeroporti fosse correlato alla comparsa di effetti avversi sulla salute, soprattutto a carico dell'apparato respiratorio, sia in lavoratori esposti sia nella popolazione generale. Tuttavia, i risultati attualmente disponibili al riguardo sono estremamente limitati e non permettono di giungere a delle conclusioni definitive.

2. Rumore aeroportuale, ipertensione, fastidio da rumore (annoyance) e disturbi del sonno

Le persone che hanno partecipato allo studio, di età compresa tra 45 e 70 anni, erano residenti al 31 dicembre 2010 da almeno due anni nei pressi degli aeroporti di Milano-Linate e Malpensa, Pisa-San Giusto, Venezia-Tessera, Roma-Ciampino e Torino-Caselle. L'obiettivo era quello di valutare l'effetto dell'esposizione residenziale al rumore da traffico aeroportuale sull'occorrenza di ipertensione, di fastidio da rumore (annoyance) e di disturbi del sonno. I residenti sono stati campionati dalle liste anagrafiche comunali sulla base dell'impronta sul territorio dell'impatto acustico delle sorgenti aeroportuali stimata sulla base del numero dei voli del 2008.

Per ogni partecipante allo studio è stata effettuata una stima dei livelli sonori (da traffico aeroportuale e stradale) all'indirizzo di residenza utilizzando il modello di calcolo Integrated Noise Model 7.0b messo a punto dalla USA Federal Aviation Administration per il rumore aeroportuale e il modello messo a punto in Francia per la predizione del rumore da traffico stradale NMPB-1996 per il traffico stradale. I parametri descrittivi acustici utilizzati sono stati l'Lden (descrittore acustico giorno-

sera-notte) e l'Night (descrittore acustico notturno) entrambi espressi in decibel (dB).

Per ogni partecipante è stata effettuata una visita a domicilio durante la quale una persona esperta ed addestrata ha provveduto alla somministrazione di un questionario per raccogliere informazioni sulle attività lavorative, le esposizioni ambientali, il tempo passato nel luogo di residenza e in altri luoghi, la dieta, l'uso di farmaci, la presenza di fastidio attribuibile al rumore (annoyance), eventuali disturbi del sonno. Per ogni partecipante sono state effettuate cinque misurazioni della pressione arteriosa: le prime tre rilevazioni sono state effettuate durante l'intervista dall'operatore; le altre due misurazioni sono state effettuate direttamente dai partecipanti, la sera prima di andare a letto e la mattina al risveglio.

Il tasso di partecipazione allo studio SERA Italia è stato del 52.1%, con percentuali variabili tra gli aeroporti in studio (40.2% a Torino-Caselle, 54.4% a Pisa-San Giusto, 47.7% a Venezia-Tessera, 51.5% a Milano-Linate, 68.1% a Milano-Malpensa e 50% a Roma-Ciampino) di conseguenza il campione studiato è costituito da 1898 persone. Nel campione studiato 902 erano residenti nelle zone in cui Lden stimato era inferiore a 50 dB, 313 erano residenti nell'area caratterizzata da un basso livello di rumore da aeroporto (tra 50 e 55 dB), 363 erano residenti nella fascia di rumore aeroportuale compresa tra i 60 e 65 dB e 61 erano residenti nella fascia >65 dB.

I risultati dello studio evidenziano la presenza di una associazione tra esposizione al rumore di origine aeroportuale e livelli di pressione arteriosa. Rispetto al gruppo di riferimento, le persone residenti in zone nel quale l'impatto del rumore aeroportuale è superiore ai 65 dB mostrano un sensibile aumento dei livelli di pressione sistolica. Questa associazione si osserva al netto del potenziale effetto confondente di variabili individuali, quali sesso, età, indice di massa corporea, livello di istruzione, occupazione, e dell'effetto associato ad una esposizione concomitante a rumore da traffico stradale. La relazione tra rumore dall'aeroporto e pressione è particolarmente forte se si considerano i livelli di pressione sistolica serale. E' stata riscontrata, inoltre, una associazione forte e coerente tra il rumore generato dal traffico aereo e il fastidio della popolazione (annoyance). Lo studio ha evidenziato anche una chiara relazione tra disturbi del sonno e rumore di origine aeroportuale.

3. L'impatto del rumore aeroportuale sulla salute della popolazione residente

Nel corso delle attività progettuali è stata effettuata una valutazione dell'impatto complessivo del rumore generato dagli aeroporti in studio sulla popolazione residente (Health Impact Assessment); in particolare sono stati stimati i casi di ipertensione, di annoyance e di disturbi del sonno attribuibili al rumore aeroportuale.

Sono stati georeferenziati gli indirizzi di tutti i residenti nei comuni interessati dalla presenza degli aeroporti di Roma-Ciampino; Milano- Linate e Malpensa; Pisa, Torino e Venezia. Il modello di calcolo Integrated Noise Model 7.0b messo a punto dalla USA Federal Aviation Administration è stato utilizzato per la stima degli impatti del rumore aeroportuale nelle aree limitrofe agli aeroporti e di conseguenza è stato possibile attribuire all'indirizzo di ciascun residente un indicatore di rumorosità (Lden espresso in dB).

Nelle aree circostanti gli aeroporti in studio risiedevano 687.1747 persone, di queste 125.621 erano esposte a livelli di rumore aeroportuale (Lden espresso in dB) >55dB, 101.528 persone sono risultate esposte a 55-60 dB, 22.016 a 60-65 dB, 1.890 a 65-70 dB e 188 a 70-75 dB.

Applicando alla popolazione residente opportune funzioni concentrazione-risposta (derivanti da dati della letteratura e raccomandate dalla OMS) è stato stimato che l'esposizione a livelli di rumore aeroportuale >55 dB è responsabile ogni anno, per gli aeroporti considerati, di 1.577 casi di ipertensione, 11.572 casi di annoyance e 10.101 casi di disturbi del sonno.

4. Un sistema integrato di misure e di modelli di dispersione degli inquinanti per la valutazione dell'inquinamento atmosferico generato dal traffico aeroportuale

Un caso studio è stato condotto a Ciampino (Roma) per esemplificare strumenti e metodi necessari per evidenziare la variabilità spazio-temporale dell'inquinamento atmosferico generato da un aeroporto. È stata selezionata un'area di 62 km²

centrata sull'aeroporto Internazionale "G.B. Pastine" di Ciampino a sud-est di Roma, a poca distanza dal Grande Raccordo Anulare; l'area è densamente popolata a partire da 100m ad est della pista aeroportuale (comune di Ciampino, parte del comune di Roma) e a sud ovest (comune di Marino).

Sul dominio territoriale di interesse è stato sviluppato un modello di dispersione su scala locale che ha tenuto conto della sola sorgente aeroportuale con riferimento ai movimenti degli aeromobili in fase di atterraggio, decollo, rullaggio e attesa, per stimare il contributo specifico dell'aeroporto ai livelli di NO_x, CO e idrocarburi.

Sono state successivamente effettuate due campagne di monitoraggio in un periodo tardo primaverile (31 maggio 2011 – 15 giugno 2011) e in un periodo invernale (11 gennaio 2012 – 27 gennaio 2012). Due siti, a poche centinaia di metri dal sedime aeroportuale, sono stati scelti per le misure in continuo con risoluzione temporale standard (medie orarie e medie giornaliere) della concentrazione di inquinanti gassosi (CO, SO₂, NO, NO₂, C₆H₆, O₃), della concentrazione di massa del materiale particolato (PM₁₀ e PM_{2,5}), della concentrazione in numero (PNC) di diverse frazioni del particolato.

Sono stati, inoltre, analizzati (con risoluzione temporale di un minuto, e acquisizione dati ogni 10 secondi) la concentrazione totale in numero di particelle (PNC), della distribuzione dimensionale di quelle tra 0,3 e 10 µm (OPC) ed i coefficienti spettrali di assorbimento e scattering dell'aerosol nel visibile.

Durante ciascuna campagna sono stati prelevati campioni d'aria con campionatori passivi in 46 punti distribuiti sull'area dello studio e determinate le concentrazioni medie di NO₂, e di diversi composti organici volatili aromatici e carbonilici (VOC).

I gradienti spaziali di concentrazione del biossido di azoto e dei composti organici volatili che si possono verificare all'interno dell'area oggetto dello studio sono stati stimati mediante un modello di Land Use Regression (LUR).

Infine, è stata effettuata una analisi dei valori di picco delle concentrazioni degli inquinanti osservati durante le fasi di atterraggio e decollo.

Il quadro che è emerso dalle misure puntuali è quello tipico di un'area urbana mediamente popolata. I livelli degli inquinanti misurati con risoluzione temporale standard (medie orarie, medie giornaliere) sono confrontabili o mediamente inferiori a quelli rilevati all'interno dell'area urbana di Roma.

La modulazione temporale dei livelli osservati è governata dalla variabilità giornaliera e stagionale della turbolenza atmosferica, dalla meteorologia e dai cicli antropici (e.g., cicli giornalieri e settimanali). La stima dei campi di concentrazione di CO, NO₂ e idrocarburi, ottenuta con la modellistica di dispersione su scala locale, evidenzia l'influenza dell'aeroporto, quantitativamente di piccola entità, ma che si estende su una superficie piuttosto ampia, in particolare sul lato E-NE e S nel periodo estivo, e anche sul lato S-SW d'inverno.

I risultati del modello LUR indicano, come dominante della variabilità spaziale osservata di NO₂ e VOC, la distanza dalle strade ad alto traffico e la densità di traffico circostante. Variabili rappresentative dell'aeroporto non sembrano influenzare in modo statisticamente significativo tale variabilità, con il risultato che non è possibile spiegare i gradienti di concentrazione osservati, nemmeno in parte, con la presenza dell'infrastruttura aeroportuale.

I risultati dimostrano che le operazioni aeroportuali, hanno un'influenza sui livelli di PNC nelle immediate vicinanze dell'aeroporto. Per mezzo dei tracciati radar degli aeromobili sono stati selezionati gli eventi di decollo e i successivi dieci minuti per evidenziare la relazione tra movimenti degli aeromobili e i livelli osservati di PNC, con le misure ad alta risoluzione temporale. Periodici picchi, largamente superiori alla variabilità tipica dei siti urbani influenzati dal traffico auto veicolare, sono stati osservati in corrispondenza di operazioni di decollo degli aeromobili, soprattutto quando la postazione di misura risultava sottovento alla pista. In tale contesto, il 'valore di picco' delle concentrazioni di particelle ultrafini generate dalla combustione (i.e., concentrazione del numero totale e concentrazione di 'soot'), durante le fasi di decollo, è risultato un ottimo indicatore per la stima dell'esposizione della popolazione alle emissioni aeroportuali.

Conclusioni

In linea con gli obiettivi prefissati, i risultati del progetto SERA forniscono metodologie e strumenti operativi per l'avvio di sistemi di sorveglianza in materia di inquinamento acustico ed atmosferico e relativi effetti sulla salute tra i residenti nei pressi di un aeroporto.

Questi risultati suggeriscono la necessità di una sorveglianza epidemiologica delle popolazioni residenti nei pressi degli aeroporti. In eventuali progetti che mirino alla valutazione dell'impatto di un aeroporto urbano sulla qualità dell'aria si devono considerare:

l'analisi dei valori di picco delle specie inquinanti, piuttosto che le medie temporali normate (i.e., con risoluzione temporale delle misure dell'ordine del minuto); in aggiunta agli inquinanti normati, si suggerisce l'analisi del numero di particelle ultrafini generate da combustione incompleta durante i decolli degli aerei; l'analisi della componente del materiale particolato coarse risolleata dai decolli degli aerei.

I risultati dell'indagine campionaria, in accordo con quanto riportato nella letteratura internazionale, indicano una associazione tra rumore di origine aeroportuale e aumento della pressione arteriosa, dell'annoyance e di disturbi del sonno.

I risultati della valutazione dell'impatto indicano che, ogni anno, nelle popolazioni residenti intorno agli aeroporti oggetto dello studio SERA, 1.577 casi di ipertensione, 11.572 casi di annoyance e 10.101 casi di disturbi del sonno sono attribuibili a livelli di rumorosità aeroportuale superiori a 55 dB e vanno a sommarsi agli altri casi che si osservano annualmente nella popolazioni.

RESPONSABILITA' DI PROGETTO

CAPO PROGETTO: Francesco Forastiere, Dirigente UOC Epidemiologica eziologia e occupazionale. Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale del Lazio		
UNITA' OPERATIVE COINVOLTE		
Unità Operativa 1	Referente	Compiti
Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale del Lazio	Carla Ancona	Coordinamento; sintesi di letteratura; valutazione di impatto; analisi secondaria dell'indagine campionaria Roma-Ciampino
Unità Operativa 2	Referente	Compiti
Dipartimento di Epidemiologia e salute ambientale, ARPA Piemonte	Ennio Cadum	Estrazione del campione area Torino-Caselle, valutazione dell'esposizione, predisposizione data set
Unità Operativa 3	Referente	Compiti
Direzione Integrata della Prevenzione ASL TO 4 SSD Epidemiologia	Marina Ottino	Collaborazione valutazione di impatto; realizzazione indagini campionarie Torino-Caselle
Unità Operativa 4	Referente	Compiti
ASL Varese, Osservatorio Epidemiologico	Salvatore Pisani	Valutazione di impatto, conduzione indagine campionaria Milano Malpensa
Unità Operativa 5	Referente	Compiti
Università di Milano, Medicina del Lavoro	Pier Alberto Bertazzi	Valutazione di impatto; disegno, realizzazione e analisi indagine campionaria Milano-Linate
Unità Operativa 6	Referente	Compiti
Istituto Fisiologia Clinica-CNR Pisa	Maria Angela Vigotti	Valutazione di impatto; disegno, realizzazione e analisi indagine campionaria Pisa- San Giusto
Unità Operativa 7	Referente	Compiti
Dipartimento di Medicina Ambientale e Sanità Pubblica dell'Università di Padova	Lorenzo Simonato	Valutazione di impatto; disegno, realizzazione e analisi dei risultati indagine campionaria Marcon, Quarto d'Altino (VENEZIA)

Unità Operativa 8	Referente	Compiti
IPCF- Istituto per i Processi Chimico Fisici Istituto per i processi chimico-fisici	Gaetano Licitra	Valutazione rumore aeroportuale
Unità Operativa 9	Referente	Compiti
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ISPRA	Giorgio Cattani	Valutazione inquinamento atmosferico
Unità Operativa 10	Referente	Compiti
Agenzia Regionale Protezione Ambientale Lazio	Roberto Sozzi	Campagna di misure inquinamento atmosferico e modellistica – aeroporto di Roma-Ciampino

PIANO DI VALUTAZIONE

OBIETTIVO GENERALE	Fornire metodologie e strumenti operativi per l'avvio di sistemi di sorveglianza in materia di inquinamento acustico ed atmosferico e relativi effetti sulla salute tra i residenti nei pressi dei principali aeroporti italiani.
Indicatori risultato	di 1. Revisione sistematica della letteratura sugli effetti dell'esposizione a rumore di origine aeroportuale che possono essere anche associati all'esposizione a inquinamento atmosferico 2. Report sulla valutazione dell'associazione tra residenza in prossimità degli aeroporti di Torino-Caselle, Pisa-San Giusto, Verona-Villafranca, Milano-Linate e Milano-Malpensa e frequenza di ipertensione, l'insofferenza al rumore (annoyance) e disturbi respiratori.
Standard risultato	di Allegato. Il rumore e i suoi effetti sulla salute; Allegato. Inquinamento atmosferico prodotto dagli aeroporti ed effetti sulla salute; Allegato. Rapporto conclusivo indagine campionaria SERA

OBIETTIVO SPECIFICO 1	<p>Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale del Lazio</p> <p>OBIETTIVO SPECIFICO 1: Sintetizzare le evidenze scientifiche disponibili relativi agli aspetti ambientali e sanitari connessi con la presenza di un aeroporto.</p> <p>La revisione della letteratura scientifica garantirà un aggiornamento dello stato dell'arte delle conoscenze sulla tematica oggetto del progetto. Verranno aggiornate le conoscenze relative agli effetti non uditivi già noti come l'occorrenza di ipertensione, le patologie cardiovascolari, disturbi psichici e cognitivi, l'<i>annoyance</i> e le metodologie per la raccolta sistematica dei dati. In aggiunta, verranno valutati anche esiti non tradizionalmente associati all'esposizione a rumore come i disturbi respiratori (asma e bronchiti croniche) e lo stato di salute generale.</p> <p>Attività 1: effettuare una revisione della letteratura sugli effetti dell'esposizione a rumore di origine aeroportuale che possono essere anche associati all'esposizione a inquinamento atmosferico</p>
------------------------------	--

Indicatori risultato	di 1. Protocollo della revisione sistematica 2. Revisione sistematica della letteratura
Standard risultato	di Protocollo della revisione sistematica (già allegato alla relazione del I semestre di attività) Allegati

	<p>Carla Ancona, Gaetano Licitra, Giorgio Cattani, Roberto Sozzi e Francesco Forastiere. L'impatto dell'inquinamento ambientale prodotto dagli aeroporti sulla salute dei residenti. VII Rapporto ISPRA Qualità dell'ambiente urbano. Focus su Porti, Aeroporti e Interporti. Edizione 2012. pag 127-134</p> <p>Aeroporti e qualità dell'aria: una revisione della letteratura scientifica. Articolo sottoposto a pubblicazione sulla rivista italiana Epidemiologia e Prevenzione.</p>	
Azione	Indicatore/i di processo	Standard di processo
Protocollo revisione	Disponibilità protocollo	1
Revisione sistematica della letteratura	Articolo scientifico	1

OBIETTIVO SPECIFICO 2	<p>Coordinamento: U.O. 1 Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale del Lazio</p> <p>Partecipanti: U.O. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8</p> <p>OBIETTIVO SPECIFICO 3: Effettuare una indagine campionarie tra la popolazione residente (almeno 400 soggetti rispondenti per ciascuna località) in prossimità degli aeroporti di Torino-Caselle, Pisa-San Giusto, Verona-Villafranca, Milano-Linate e Milano-Malpensa con l'obiettivo di valutare la frequenza di ipertensione, disturbo da rumore (annoyance) e di disturbi respiratori in relazione con i fattori ambientali.</p>
	<p>L'indagine utilizza le metodologie del progetto HYENA (HYpertension and Exposure to Noise near Airports 27, 28) già adottate per l'esecuzione dello studio SERA (Studio sugli Effetti del Rumore Aeroportuale (30) condotto a Roma-Ciampino.</p> <p>Lo studio SERA è stato effettuato su 597 persone, di età compresa tra 45 e 70 anni, casualmente estratte dalle liste anagrafiche dei comuni di Ciampino e Marino, stratificate per genere e livello di esposizione al rumore aeroportuale LVA<60 dBA, LVA compreso tra 60 e 65 dBA e LVA >65 e <=75 dBA).</p> <p>Le mappe del rumore aeroportuale sono state definite da ARPA Lazio (progetto CRISTAL - Centro Regionale Infrastrutture Sistemi Trasporto Aereo del Lazio) mediante il modello di calcolo Integrated Noise Model della USA Federal Aviation Administration.</p> <p>Ad ogni partecipante è stata effettuata una visita a domicilio durante la quale, una persona esperta e addestrata ha provveduto alla somministrazione di un questionario per raccogliere informazioni sulle attività lavorative, le esposizioni</p>

	<p>ambientali, il tempo passato nel luogo di residenza e in altri luoghi, la dieta, l'uso di farmaci e la presenza di fastidio attribuibile al rumore (annoyance). Durante l'intervista l'operatore effettuava inoltre la misura della pressione arteriosa.</p> <p>Attività 1: stesura del protocollo metodologico dell'indagine campionaria Attività 2: acquisizione degli archivi anagrafici dei cinque comuni sede di aeroporto Attività 3: acquisizione delle impronte acustiche aeroportuali Attività 5: verifiche delle impronte acustiche disponibili per ciascun aeroporto Attività 6: estrazione del campione in studio Attività 5: attribuzione degli indirizzi di residenza delle persone selezionate per partecipare allo studio alle diverse fasce di esposizione (georeferenziazione) Attività 6: per ciascun sito istituzione di un centro di coordinamento per la gestione degli appuntamenti, attività di call-center, organizzazione dei materiali necessari all'indagine (questionari, strumenti per la misurazione della pressione) Attività 7: conduzione indagine campionaria Attività 8: analisi sito – specifica Attività 9: stesura rapporto sito specifico</p>	
Indicatore risultato	di	<p>Disponibilità protocollo Impronte acustiche disponibili Archivi anagrafici Campione georeferenziato Data set rispondenti Analisi dati Rapporto</p>
Standard risultato	di	<p>Per ciascun sito in studio: Report sulla valutazione dell'associazione tra residenza in prossimità dell'aeroporto e frequenza di ipertensione, l'insoddisfazione al rumore (annoyance) e disturbi respiratori.</p> <p>I report sono stati già allegati alle relazioni del II, III e IV semestre di attività del progetto</p>
Azione	Indicatore/i di processo	Standard di processo
Protocollo indagine campionaria	Disponibilità protocollo	1
Campionamento dei partecipanti	File anagrafico dei residenti nei 5 comuni sede di aeroporto	0.8
Georeferenziazione delle persone esposte	Mappa degli indirizzi georeferenziati	1

Data rispondenti	set	Data set per ciascun aeroporto in studio	0.8
Analisi dati		Elaborazione tabelle	1
Rapporto		Rapporto	1

OBIETTIVO SPECIFICO 3		<p>Coordinamento: U.O. 1 Dipartimento di Epidemiologia del Servizio Sanitario Regionale del Lazio Partecipanti: U.O. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 OBIETTIVO SPECIFICO 3: Effettuare l'analisi dei dati risultanti dalla combinazione dei 5 dataset delle indagini campionarie condotte tra la popolazione residente (almeno 400 soggetti rispondenti per ciascuna località) in prossimità degli aeroporti di Torino-Caselle, Pisa-San Giusto, Verona-Villafranca, Milano-Linate e Milano-Malpensa con quello già disponibile dello studio SERA condotto a Roma-Ciampino.</p> <p>Attività 1: acquisizione dei data set delle singole indagini campionarie Attività 2: analisi combinata Attività 3: stesura rapporto</p>	
Indicatore risultato	di	Data set rispondenti Analisi dati Report	
Standard risultato	di	Report sulla valutazione dell'associazione tra residenza in prossimità degli aeroporti di Torino-Caselle, Pisa-San Giusto, Verona-Villafranca, Milano-Linate e Milano-Malpensa e frequenza di ipertensione, l'insofferenza al rumore (annoyance) e disturbi respiratori Allegato. Rapporto conclusivo indagine campionaria SERA Allegato. Principali risultati del sottoprogetto area di Malpensa	
Azione		Indicatore/i di processo	Standard di processo
Data set aggregato		data set unico combinato	1
Analisi dati		Elaborazione tabelle	1
Rapporto		Rapporto	1

OBIETTIVO SPECIFICO 4		<p>U.O. 8 - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ISPRA Partecipanti: U.O. 8, 9, 10 Valutare gli aspetti scientifici relativi all'inquinamento atmosferico generato dal traffico aeroportuale attraverso un sistema integrato di misure e di modelli</p>	
------------------------------	--	---	--

	<p>di dispersione degli inquinanti</p> <p>Attività 1: Analisi della letteratura sulla valutazione dell'inquinamento atmosferico generato dalle attività aeronautiche (attività di volo e di terra) e dal traffico autoveicolare indotto nelle principali vie di collegamento con l'aeroporto: stato dell'arte sull'uso della modellistica atmosferica per lo studio di impatto aeroportuale; integrazione degli strumenti modellistici con i risultati di campagne di monitoraggio ad hoc. Limiti ed incertezze delle valutazioni.</p> <p>Attività 2: Predisposizione di un protocollo generale che permetta di effettuare la valutazione d'impatto del sistema aeroportuale sulla qualità dell'aria delle zone limitrofe potenzialmente esposte. Il protocollo dovrà rappresentare una guida alla scelta dei modelli, delle variabili di input necessarie per effettuare le simulazioni (dati di emissione delle sorgenti di impatto e dati meteorologici) e alla conduzione di campagne di monitoraggio (scelta dei siti di prelievo/misura degli inquinanti, strumenti e metodi di analisi, periodicità delle misure, copertura minima per la rappresentatività spazio-temporale delle informazioni).</p> <p>Attività 3: Sulla base del protocollo predisposto (attività 2) verrà condotta un'indagine pilota nell'area dell'aeroporto di Ciampino (Roma). L'indagine mira ad evidenziare la variabilità spazio-temporale e il contributo relativo delle diverse sorgenti di inquinanti gassosi (ossidi di azoto e di zolfo, composti organici volatili alifatici, aromatici e carbonilici), della concentrazione in massa di alcune frazioni del particolato, della concentrazione numerica delle particelle e di alcuni componenti del particolato (idrocarburi policiclici aromatici).</p>
<p>Indicatore risultato</p>	<p>di</p> <p>Attività 1. Relazione di sintesi delle informazioni di letteratura. Attività 2. Protocollo di valutazione Attività 3. Relazione sullo stato della qualità dell'aria nella zona dell'aeroporto di Ciampino e sull'impatto relativo delle diverse sorgenti.</p>
<p>Standard risultato</p>	<p>di</p> <p>Una relazione per l'attività 1. Un protocollo per l'attività 2. Almeno due campagne di misura in due diverse stagioni – due applicazioni modellistiche per la valutazione della distribuzione spaziale di almeno due inquinanti selezionati – relazione finale per l'attività 3.</p> <p>Relazione delle attività della linea progettuale sono state regolarmente inviate nelle relazioni semestrali del progetto</p> <p>Le campagne di misura sono state regolarmente portate a termine</p> <p>Le due applicazioni modellistiche per la valutazione della distribuzione spaziale di almeno due inquinanti selezionati sono state effettuate</p>

	<p>Allegati</p> <p>Inquinamento atmosferico in un'area urbana limitrofa a un aeroporto commerciale: il caso studio di Ciampino (Roma). Articolo sottoposto a pubblicazione sulla rivista italiana Epidemiologia e Prevenzione;</p> <p>Variabilità spaziale delle concentrazioni di biossido di azoto e composti organici volatili nei dintorni di un aeroporto commerciale: applicazione di un modello di land use regression.. Articolo sottoposto a pubblicazione sulla rivista italiana Epidemiologia e Prevenzione.</p>	
Azione	Indicatore/i di processo	Standard di processo
Analisi della letteratura Predisposizione protocollo Indagine pilota	Relazione di sintesi	1
	Disponibilità Protocollo	1
	2 campagne di misura, 2 applicazioni modellistiche	100%
Azione	Relazione finale	1
	Indicatore/i di processo	Standard di processo
Analisi della letteratura Predisposizione protocollo	Relazione di sintesi	1
	Disponibilità Protocollo	1

RENDICONTO FINANZIARIO GENERALE

Risorse	Progetto	Rimodulazione	Spese rendicontate
Personale	381.500	348.250	313.171,59
Beni e servizi	83.000	111.500	121.974,39
Missioni	31.500	50.500	38.166,32
Spese generali	24.000	39.750	50.500,00
Totale	550.000	550.000	523.812,30

Elenco degli allegati:

1. Composizione del gruppo di lavoro SERA
2. Il rumore e i suoi effetti sulla salute
3. Inquinamento atmosferico prodotto dagli aeroporti ed effetti sulla salute;
4. Rapporto conclusivo indagine campionaria SERA
5. Impatto degli aeroporti sulla salute dei residente
6. Aeroporti e qualità dell'aria: una revisione della letteratura scientifica
7. Inquinamento atmosferico in un'area urbana limitrofa a un aeroporto commerciale: il caso studio di Ciampino (Roma)
8. Variabilità spaziale delle concentrazioni di biossido di azoto e composti organici volatili nei dintorni di un aeroporto commerciale: applicazione di un modello di land use regression
9. Sintesi studio area Malpensa