

“L' impatto delle attività aeroportuali sulla qualità della vita negli edifici abitativi e di servizi circostanti. Il caso di studio della città di Ciampino e delle scuole di Santa Maria delle Mole. L'impatto atmosferico e l'impatto acustico come determinanti di malattie respiratorie, cardiovascolari e di disturbi della qualità della vita e della capacità di apprendimento nei bambini.”

IV GIORNATE ITALIANE MEDICHE DELL' AMBIENTE “INQUINAMENTO DEGLI AMBIENTI DI VITA” Impatto dell'inquinamento indoor sulla salute ed oltre
Salsomaggiore Terme, 4-6 novembre 2009

Antonella Litta

medico di medicina generale, specialista in Reumatologia,
referente per la provincia di Viterbo dell'Associazione italiana medici per l'ambiente (International Society of Doctors for the Environment - Italia) www.isde.it
e-mail: isde.viterbo@libero.it; antonella.litta@libero.it

Il problema

E' un dato incontrovertibile che il trasporto aereo provoca inquinamento ambientale e danno alla salute.

Questa forma di mobilità, che utilizza il cherosene, un combustibile fossile, è altamente inquinante e contribuisce in misura consistente alle emissioni di anidride carbonica- le stime internazionali indicano da un minimo del 3% ad un massimo del 10% del totale delle emissioni di anidride carbonica- contribuendo così in maniera decisiva all'effetto serra.

Solo una minima parte della popolazione mondiale viaggia in aereo mentre le conseguenze del surriscaldamento climatico, dovute anche al trasporto aereo, hanno ripercussioni sull'intera umanità in termini di desertificazione, alluvioni, cicloni, sconvolgimenti climatici così gravi che determinano distruzioni e carestie in aree sempre più estese del pianeta e incrementano il fenomeno forzato delle migrazioni soprattutto dal continente africano ed asiatico.

Il trasporto aereo, oltre all'inquinamento atmosferico, responsabile di inquinamento acustico ed elettromagnetico.

Le popolazioni che vivono in prossimità di scali aeroportuali sono quelle più esposte ai danni diretti del trasporto aereo in termini sia di danno alla salute e alla qualità della vita, che di danno agli ecosistemi con le conseguenti ripercussioni anche sulle attività economiche connesse.

Le realizzazioni e gli ampliamenti di scali aeroportuali, infatti, con tutte le varie strutture di servizio e supporto, sono ottenuti cementificando vaste aree del territorio che così vengono degradate e snaturate anche delle loro caratteristiche paesaggistiche e naturalistiche.

Le conseguenze economiche negative e più immediate sono rappresentate dalla perdita di posti di lavoro nei settori legati proprio alle caratteristiche dei territori e tra questi, in particolare, al settore agricolo e alle sue produzioni di qualità.

I cittadini di Ciampino, Marino e del X Municipio di Roma, a causa dell'intenso traffico di voli low-cost nell'aeroporto di Ciampino, vivono da molti anni una situazione che è purtroppo la concreta e paradigmatica manifestazione di quanto ormai la testimonianza dei tanti comitati cittadini, in Italia e nel mondo, la documentazione scientifica e gli studi, imputano in modo oggettivo e inequivocabile al trasporto aereo.

La storia

La città di Ciampino è sita a pochi km dalla capitale, nel quadrante sud-est di Roma, ed è nata nel 1910. L'attuale aeroporto è sorto nel 1916 come la più grande struttura aeronautica italiana del tempo, destinata esclusivamente a base per i dirigibili.

Dopo la seconda guerra mondiale e in seguito a lavori di ammodernamento, fatti in occasione del Giubileo del 1950, l'aeroporto è diventato lo scalo internazionale della capitale ed è rimasto tale fino al 1960, sostituito successivamente dall'aeroporto internazionale di Fiumicino.

Ciampino rimane comunque uno tra gli scali più importanti d'Italia.

Nel corso degli anni la città di Ciampino ha subito un intenso incremento del numero dei suoi residenti; oggi con circa 40 mila abitanti, presenta la più alta densità abitativa del Lazio.

Parallelamente a questo incremento residenziale la città ha subito un forte sviluppo edilizio che, nel suo perimetro cittadino, è avvenuto per lo più nel rispetto di norme modulate in considerazione del modesto traffico aereo gravante sull'aeroporto.

Il Comune di Ciampino è anche sede di un importante snodo ferroviario per i collegamenti diretti verso il Sud Italia ed è attraversato da importanti arterie stradali ad intenso traffico veicolare.

Dal 2000 lo scalo di Ciampino ha iniziato ad essere sottoposto ad un vertiginoso aumento di voli soprattutto delle compagnie aeree low-cost che nel giro di qualche anno ha portato il numero di passeggeri annui sempre al di sotto del milione a punte di oltre 5 milioni e mezzo di passeggeri, come si può leggere sul sito www.assaeroporti.it e su un documento informativo dall'eloquente titolo "*low cost quanto ci cost !*" redatto dal comitato "No-fly" di Ciampino.

Gli studi sulla popolazione

L'indiscriminato aumento dei voli ha determinato e determina uno stato di crescente preoccupazione nelle popolazioni per il proprio stato di salute.

Diversi studi hanno evidenziato il reale fondamento di quanto lamentato e denunciato dai cittadini.

Lo studio "*Valutazione del rischio ambientale nel comune di Ciampino in relazione*

all'inquinamento atmosferico" realizzato dalla professoressa Giovanna Jona Lasinio e dalla dr.ssa

Sara Zuzzi dall'Università "La Sapienza" di Roma e dal dr. Mario Santoro dell'Università di

"Tor Vergata" di Roma, ha valutato il rischio-pressione, inteso come rischio potenziale ambientale, per quanto riguarda le emissioni in atmosfera di alcuni elementi inquinanti.

Sono stati esaminati: il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di azoto (NOx), gli idrocarburi volatili diversi dal metano (NMVOC), il metano (CH₄), le polveri del diametro di 10 micron (PM₁₀), l'anidride carbonica (CO₂), le anidridi solforose (SO_x), il piombo (Pb) e il benzene, prodotti dal traffico veicolare urbano, dallo scalo aeroportuale e da attività industriali (valutate con tecnica NAMEA-EuroStat-Istat).

Lo studio mostra dal 2004 al 2005, una pressione crescente in termini di emissioni inquinanti nel Comune di Ciampino, in presenza di una densità abitativa doppia rispetto a Roma, e questo in assenza di una adeguata rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

Attualmente nel comune di Ciampino è operativa una sola centralina di monitoraggio dell'aria.

Un altro lavoro dal titolo "*Studio della mortalità per cause nel Comune di Ciampino e Comuni limitrofi negli anni 1987-2002*", realizzato dagli stessi autori del precedente, e presentato nel maggio 2007, mostra come dato significativo l'aumento del rischio di mortalità per malattie respiratorie più alto del 60% nel comune di Ciampino in confronto dello stesso rischio in Italia, nella Regione Lazio e nella Provincia di Roma.

Questo aumento rispetto a quello del precedente periodo osservato e compreso tra gli anni 1987 e 1995, sembra coincidere con l'incremento del numero dei movimenti aerei su Ciampino avvenuto proprio nel periodo che va dal 1996 al 2002.

Nelle considerazioni conclusive, a fronte di questo risultato, gli autori chiedono all'amministrazione del Comune di Ciampino di : "realizzare un'analisi epidemiologica più approfondita nella quale sia possibile mettere in relazione cause di morte e ricoveri con risultati d'indagini ambientali sul territorio ad esempio misure della qualità dell'aria e quant'altro necessario".

Nel 2006 nello studio " *Smog dai cieli: monitoraggio delle polveri sottili nelle aree della rotte di atterraggio e decollo degli aerei diretti e in partenza da Roma-Ciampino*" realizzato da Legambiente-Lazio e dal " Comitato per la riduzione dell'impatto ambientale dell'aeroporto di Ciampino", vengono rilevati duemilacento valori per le polveri sottili, in ventiquattro postazioni nei Comuni di Roma (4 luoghi), Marino - Santa Maria delle Mole (6 luoghi) e Ciampino (14 luoghi). I risultati sono molto allarmanti in quanto l'analisi dei valori medi registrati è sempre al di sopra del limite per la concentrazione media giornaliera per le PM10, stabilita dalla normativa italiana in 50 µg/m³.

I risultati del monitoraggio dello studio Cristal (Centro Regionale Infrastrutture Sistemi Trasporto Aereo del Lazio) realizzato dall'Arpa su mandato della Regione Lazio, presentati nel marzo 2009, hanno evidenziato come le persone residenti nei comuni di Ciampino, Marino e del X Municipio di Roma, siano sottoposte a livelli d'inquinamento acustico da traffico aereo estremamente preoccupanti.

Le linee guida dell'Oms affermano che sopra i 35 decibel iniziano a manifestarsi effetti biologici che si aggravano tra i 40-55 decibel e diventano molto pericolosi sopra i 55 decibel; questi limiti e quelli indicati dai LVA (livelli di valutazione del rumore aeroportuale) sono sempre superati nelle rilevazioni dello studio Cristal.

Il rischio di contrarre patologie cardiovascolari, insonnia e disturbi delle fasi del sonno, irritabilità, astenia, disturbi del sistema endocrino, del sistema digestivo e dell'udito, è elevatissimo nelle persone che subiscono inquinamento acustico, come ormai noto da moltissimo tempo e dimostrato scientificamente. Molti studi documentano l'incremento dell'assunzione di farmaci per l'ipertensione e per l'insonnia in gruppi di studio di residenti in aree aeroportuali.

Lo studio " *Hypertension and Exposure to Noise near Airports (Hyena): study design and noise exposure assessment*", è stato un progetto internazionale finanziato dalla Comunità Europea per studiare la correlazione tra inquinamento acustico prodotto dal traffico aereo, da quello automobilistico e lo sviluppo d'ipertensione arteriosa. Questo studio ha selezionato e studiato 6.000 persone (dai 45 ai 70 anni) che avevano vissuto per almeno 5 anni vicino ad uno dei 6 maggiori aeroporti europei. In Italia sono state selezionate 1.000 persone residenti vicino all'aeroporto di Milano Malpensa.

Le conclusioni di questo studio, pubblicate nel 2008, hanno mostrato una relazione significativa tra l'esposizione, soprattutto notturna, al rumore prodotto da traffico aereo e il rischio di sviluppare ipertensione arteriosa, mentre non subisce variazioni, con l'esposizione nelle differenti ore della giornata, il rischio associato al rumore automobilistico. L'ipertensione arteriosa aumenta il rischio di infarto del miocardio e ictus cerebrali, pertanto l'inquinamento acustico deve essere inserito tra i fattori che possono causare malattie cardiovascolari.

Lo studio infine indica nella riduzione dell'impatto acustico da traffico automobilistico e da traffico aereo notturno una misura necessaria per la prevenzione delle malattie cardiovascolari.

A questo proposito il Dipartimento di Epidemiologia della ASL Roma E, su mandato della Regione Lazio e in collaborazione con le amministrazioni locali, ha ritenuto opportuno approfondire con uno studio epidemiologico analitico la valutazione dell'ipotesi di un'associazione tra le esposizioni ambientali aeroportuali e i danni alla salute nei residenti in prossimità dell'aeroporto di Ciampino.

Lo studio denominato SERA (Studio degli Effetti sul Rumore Aeroportuale) si è appena concluso ed è a giorni la sua pubblicazione. L'obiettivo principale di questo studio è stato stimare la prevalenza di ipertensione arteriosa in un campione di popolazione formato da 1200 persone di età compresa tra 45 e 70 anni e residenti nei comuni di Ciampino e Marino.

Le scuole

La frazione di Santa Maria delle Mole è nelle immediate vicinanze dell'aeroporto di Ciampino. In questa frazione di Marino e nella vicina Cava dei Selci sono ubicate scuole medie ed elementari frequentate da circa 1400 studenti

Il 29 novembre 2008 a Santa Maria delle Mole, si è tenuta una conferenza, organizzata dal comitato "Salviamo Marino" sul tema: "*L'aeroporto di Ciampino e la salute dei cittadini*" alla quale l'Isde ha partecipato con una relazione scientifica.

Nel corso della conferenza sono intervenuti medici che hanno riferito di aver rilevato, nel corso della loro esperienza ambulatoriale sul territorio, il consistente aumento delle patologie respiratorie negli adulti e nei bambini. Alcuni insegnanti delle scuole elementari hanno riferito del disagio sofferto da bambini e dal corpo docente, costretti ad interrompere di continuo le lezioni a causa del rumore degli aerei e di come questa situazione provochi nei bambini disattenzione, difficoltà di comprensione e di apprendimento.

La testimonianza degli insegnanti delle scuole poste nelle direzioni di atterraggio e decollo dell'aeroporto di Ciampino confermano quanto conosciuto ed acquisito scientificamente ormai da anni. Infatti in uno studio ormai famoso e pubblicato dalla prestigiosa rivista "*Lancet*", *Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study*“, sono stati analizzati gli effetti del rumore prodotto dal traffico automobilistico e dal traffico aereo sullo sviluppo cognitivo dei bambini. Oltre 2.800 bambini dai 9 ai 10 anni di età frequentanti 89 scuole situate nei pressi di tre importanti aeroporti europei (Schiphol in Olanda, Barajas in Spagna e Heathrow in Inghilterra) sono stati coinvolti nello studio. I ricercatori hanno misurato i livelli di inquinamento acustico e li hanno rapportati ai risultati di una serie di test cognitivi sottoposti ai bambini. Analizzando i dati, si è rilevato che l'esposizione all'inquinamento acustico pregiudica la capacità di leggere correttamente. L'esposizione al rumore da traffico automobilistico non sembra avere un effetto altrettanto significativo sulla capacità di leggere, ma è risultato dannoso nei confronti della memoria. Un'esposizione a livelli elevati di entrambi i tipi di inquinamento acustico è associata ad una peggiore qualità della vita per i bambini e ad un netto aumento dello stress.

Gli autori di questo studio affermano che le scuole situate nei pressi di aeroporti non sono ambienti salutarie né adatti all'educazione e alla crescita dei bambini.

In queste situazioni si assiste al sommarsi degli effetti negativi dell'inquinamento acustico a quello atmosferico con conseguenze più gravi per la salute dei bambini e di più difficile previsione rispetto agli adulti.

L' esposizione all' inquinamento elettromagnetico

I sistemi radar delle torri di controllo e quelli a bordo degli aerei insieme alle antenne di radiotrasmissione ed ai sistemi elettromagnetici utilizzati per i controlli di sicurezza producono inquinamento elettromagnetico e i lavoratori e i residenti in aree prossime agli aeroporti possono essere esposti ad effetti di sommazione di campi elettromagnetici provenienti da più fonti: antenne di telefonia, cavi elettrici ad alta tensione, linee elettriche delle ferrovie etc.

E proprio di tutto ciò si prende atto in una delibera del Comune di Ciampino (Atto N. 75 del 14.5.2004 Prot. atti 748) che afferma: "*la presenza sul territorio Comunale di uno scalo aeroportuale e di numerose linee ferroviarie comporta un aumento dei livelli di inquinamento elettromagnetico in aggiunta alle emissioni generate sia da elettrodotti e impianti civili (basse frequenze), sia da ripetitori della telefonia cellulare (alte frequenze).*"

Anche questa particolare forma d'inquinamento e soprattutto quella determinata dalla presenza di infrastrutture aeroportuali, dovrebbe essere oggetto di indagine scientifica circa gli effetti dovuti all'esposizione sia dei residenti che dei lavoratori addetti allo scalo aeroportuale.

Gli interventi necessari

In considerazione degli studi, delle testimonianze e della documentazione scientifica, la situazione che vivono i residenti di Ciampino, di Marino e del X Municipio di Roma risulta estremamente preoccupante dal punto di vista sanitario ed ambientale e gravemente lesiva dell'art.32 della Costituzione che tutela il diritto alla salute di ogni persona.

E' necessario ed urgente quindi che i voli sullo scalo di Ciampino siano ridotti immediatamente e drasticamente. E' altresì necessario un monitoraggio permanente ed adeguato delle condizioni di salute dei residenti e in particolare dei bambini così come un costante, efficace e completo monitoraggio della qualità dell'aria, dei livelli di inquinamento acustico nelle zone interessate al sorvolo degli aerei, e lo studio e il controllo dell'eventuale inquinamento di terreni ed acque. Questi monitoraggi ed indagini devono essere estesi a tutte le comunità e a tutte le aree sottoposte ad intenso traffico aereo.

Proprio nei giorni scorsi a Bruxelles si è tenuta una conferenza internazionale dei comitati che in Italia e in Europa si oppongono all'ampliamento degli aeroporti esistenti e alla costruzione di nuovi e che individuano nella riduzione del trasporto aereo una condizione indispensabile per la tutela di ambiente e salute di cui anche le politiche europee devono tener conto.

Il ruolo dell'Isde

L'Isde anche nel rispetto dell'articolo 5 del nuovo codice di deontologia medica che afferma:

” Il medico è tenuto a considerare l'ambiente nel quale l'uomo vive e lavora quale fondamentale determinante della salute dei cittadini. Il medico favorisce e partecipa alle iniziative di prevenzione, di tutela della salute nei luoghi di lavoro e di promozione della salute individuale e collettiva” deve farsi promotrice della richiesta di riduzione immediata dei voli su Ciampino, presso tutte le Istituzioni, gli Ordini dei medici, le associazioni di tutti gli operatori sanitari, i mezzi d'informazione e le associazioni ambientaliste. Parallelamente a questa richiesta urgente e non rinviabile dobbiamo chiedere che sia istituito in ogni Asl del territorio nazionale il Registro tumori. Il Registro dei tumori rappresenta uno strumento molto importante per studiare la distribuzione delle patologie oncologiche sul territorio e quindi per individuare anche legami con particolari situazioni ambientali e per meglio attuare strategie di prevenzione e ricerca.

L'Isde deve inoltre sollecitare la stesura di un piano della mobilità nazionale che abbia la tutela dell'ambiente e della salute come elementi cardine. Un piano della mobilità che favorisca il trasporto ferroviario, le cosiddette autostrade del mare, e riduca il trasporto veicolare e quello aereo. In Italia esistono oltre 100 aeroporti e non c'è alcuna necessità di costruirne dei nuovi o di ampliare quelli già esistenti. Il traffico aereo necessita in Italia come nel mondo di essere ridotto e razionalizzato perché estremamente inquinante.

Lo studio, il monitoraggio degli effetti nocivi del trasporto aereo e la richiesta per la sua razionalizzazione e il suo contenimento devono essere un impegno forte ed importante per ogni medico altrettanto di quello che, giustamente e da molti anni viene profuso, per ridurre i danni causati dal trasporto veicolare.

Di seguito una sintesi delle problematiche ambientali e sanitarie derivanti dal trasporto aereo e una bibliografia e sitografia per approfondire gli argomenti.

Il traffico aereo si configura 'sempre piu' come un elemento d'inquinamento ambientale e danno alla salute. Diverse sono le problematiche ambientali e sanitarie legate a questo particolare tipo di mobilita' e riguardano in particolar modo le emissioni prodotte dai motori degli aerei, l'inquinamento acustico ed elettromagnetico subito dai residenti in aree prossime agli scali aeroportuali.

*

Le emissioni

Le emissioni prodotte dai motori degli aerei, alimentati con il cherosene (una miscela composta da diversi tipi di idrocarburi), sono generalmente simili per composizione a quelle generate dalla combustione di altri carburanti fossili ma contribuiscono fortemente all'effetto serra perche' sono rilasciate direttamente nell'atmosfera nella parte piu' alta della troposfera e in quella piu' bassa della stratosfera, e per questo sono ancora piu' dannose.

Queste emissioni, costituite da gas e polveri, alterano la concentrazione dei gas serra naturali, a cominciare dall'anidride carbonica (CO₂), l'ozono (O₃) e il metano (CH₄); innescano la formazione di scie di condensazione e aumentano gli addensamenti di nubi contribuendo fortemente, anche in questa maniera, al surriscaldamento .

*

L'atmosfera terrestre

L'atmosfera terrestre e' una struttura complessa. E' divisa in piu' strati, che in ordine di altezza sono: la Troposfera, la Stratosfera, la Mesosfera, la Ionosfera, e l'Esosfera. La sua composizione chimica media al suolo e' data da: Azoto (N₂): 78,08%, Ossigeno: (O₂) 20,95%, Argon (Ar): 0,93%, Vapore acqueo (H₂O): 0,33% in media (variabile da circa 0% a 5-6%), Anidride carbonica (CO₂): 0,032%, Neon (Ne): 0,00181%, Elio (He): 0,0005%, Metano (CH₄): 0,0002%, Idrogeno (H₂): 0,00005%, Krypton (Kr): 0,000011% , Xenon (Xe): 0,000008%, Ozono (O₃): 0,000004%. Sono anche presenti, in tracce, Ossidi di azoto (NO, NO₂, N₂O), Monossido di carbonio (CO), Ammoniaca (NH₃), Biossido di zolfo (SO₂), Solfuro di idrogeno (H₂S). Non tutti gli strati hanno le stesse concentrazioni di gas: ad esempio il vapore acqueo e' presente quasi soltanto nella troposfera, lo strato piu' basso, ed e' praticamente assente nella termosfera e nell'esosfera, che viceversa contengono quasi tutto l'elio e l'idrogeno. L'ozono e' un gas, contenuto in massima parte nella stratosfera, e qui forma un importante schermo di protezione dalle radiazioni solari ultraviolette. Nell'alta troposfera e nella bassa stratosfera le emissioni di ossidi di azoto degli aerei tendono ad accrescere la quantita' di ozono ed hanno come conseguenza il potenziamento dell'effetto serra. Ad altitudini maggiori (circa 18 Km) le emissioni di ossidi di azoto degli aerei supersonici tendono a ridurre il quantitativo di ozono mentre a livello della superficie terrestre ne aumentano il quantitativo e quindi i suoi effetti tossici sulla salute: irritazione degli occhi e irritazione e danno delle alte e basse vie respiratorie, disturbi e danni al sistema cardiocircolatorio, specialmente nei bambini e negli anziani, e danni all'ambiente in quanto l'ozono e' corresponsabile del fenomeno delle piogge acide. L'ozono si comporta quindi in modo diverso a seconda della sua altezza

nell'atmosfera: l'ozono presente nella stratosfera ha un effetto eco-protettivo, in quanto protegge dai raggi ultravioletti (UV) nocivi del sole che favoriscono i tumori della pelle; l'ozono presente nella troposfera risulta invece essere un inquinante molto dannoso in dipendenza della dose e del periodo di esposizione.

*

Gli studi

La letteratura scientifica e gli studi sull'impatto ambientale e sanitario del trasporto aereo sono ormai sempre più numerosi.

Uno studio particolarmente importante, pubblicato nel 1999, Special Report on Aviation and the Global Atmosphere, svolto per la prima volta dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), in collaborazione con lo Scientific Assessment Panel to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, su incarico dell'International Civil Aviation Organization (ICAO), ha cominciato a studiare l'impatto del trasporto aereo sul clima e l'ozono.

Un altro importante studio: Aircraft Particulate matter Emission Estimation Through all Phases of Flight, di Alexander Kugele, commissionato e finanziato dall'ente Eurocontrol, ha analizzato in dettaglio le emissioni di polveri, particolato grossolano, sottile ed ultrasottile (PM) in tutte le fasi del volo, oltre ai tradizionali gas rilasciati nelle emissioni dei motori: l'anidride carbonica (CO₂), il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di zolfo (SO_x), gli ossidi di azoto (NO_x), gli idrocarburi, il vapore acqueo (H₂O). Lo studio ha evidenziato come le fasi del decollo e dell'atterraggio siano quelle in cui vengono immessi nell'aria i quantitativi maggiori di polveri.

Effetti sulla salute dei principali inquinanti gassosi:

- Gli Ossidi di Azoto (NO, NO₂, NO_x) provocano: irritazione dell'apparato respiratorio, degli occhi, bronchiti e malattie cardiovascolari.
- I Biossidi di zolfo (SO_x) provocano: irritazione delle mucose nasali e malattie respiratorie.
- Il Monossido di Carbonio (CO) riduce il legame tra emoglobina e l'ossigeno (O₂) provocando disturbi psicomotori, danno al sistema vascolare e nervoso.

*

Il particolato

Il termine particolato, indicato con la sigla PM da Particulate Matter, designa piccolissime particelle solide o liquide del diametro dei micron (la millesima parte di un millimetro) che rimangono sospese nell'aria per periodi variabili e dipendenti dalla loro massa e diametro prima di ricadere al suolo. Le particelle hanno un diametro che può variare da un paio di nanometri fino a 100 micron (un nanometro è la millesima parte di un micron, la milionesima di un metro).

Si indicano con la sigla PM₁₀ tutte le particelle con diametro inferiore a 10 micron (in sigla µm), pertanto il PM_{2,5} è un sottoinsieme del PM₁₀, che a sua volta è un sottoinsieme del particolato grossolano, cioè particolato sedimentabile di dimensioni superiori ai 10 µm, non in grado di penetrare nel tratto respiratorio superando la laringe, se non in piccola parte. Il PM₁₀ - particolato formato da particelle inferiori a 10 µm (un centesimo di millimetro) - è una polvere inalabile, ovvero in grado di penetrare nel tratto respiratorio superiore (naso e laringe). Le particelle di

diametro tra 5 e 2,5 μm si fermano prima dei bronchioli. Il PM_{2,5} - particolato fine con diametro inferiore a 2,5 μm (un quarto di centesimo di millimetro) -, e' una polvere in grado di penetrare ancora piu' profondamente nei polmoni fino agli alveoli dove avvengono gli scambi gassosi tra sangue e aria.

Per dimensioni ancora piu' piccole (particolato ultrafine, UFP o UP) si parla di polvere respirabile, cioe' in grado di penetrare direttamente nel sangue.

Il PM puo' essere trasportato da fenomeni atmosferici in luoghi molti distanti dal punto della sua produzione. Il particolato puo' essere distinto in primario e secondario in base ai processi che lo hanno prodotto: primario e' il particolato immesso in atmosfera direttamente da accumuli o fonti naturali (vulcani, erosioni delle rocce, etc.) o attraverso processi di combustione ad alta temperatura per la maggior parte di origine antropica (tra questi il traffico veicolare ed aereo, le attivita' dei cementifici, delle centrali elettriche a gas, carbone e oli combustibili, le attivita' delle industrie, delle fonderie e degli inceneritori di rifiuti). Il PM secondario invece, e' quello che si puo' formare dal primario quando questo subisce reazioni chimiche successive, anche in luoghi lontani da dove e' stato prodotto originariamente, coinvolgendo ossidi di azoto, ossidi di zolfo, ammoniaca (NH_3) e i composti organici volatili (Vocs-idrocarburi diversi dal metano): tra questi il piu' noto e' il benzene, classificato come cancerogeno di classe 2 dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (Iarc), che appartiene al gruppo degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Il particolato formato dalla combustione che avviene nei motori aerei e' costituito fondamentalmente da solfati, ammonio, ioni idrogeno, particelle di carbone, metalli pesanti, ceramiche e componenti organici. Il particolato (PM) derivato dalle emissioni dei motori gioca un ruolo sempre piu' importante nel dibattito sul danno da trasporto aereo all'ambiente, agli ecosistemi e alla salute delle persone, soprattutto di quelle che vivono in aree prossime agli aeroporti, infatti il quantitativo maggiore di particolato viene prodotto proprio nelle fasi di decollo ed atterraggio e anche dall'attrito delle ruote e dei freni degli aerei nella fase di atterraggio.

Il PM rilasciato dalle emissioni aeree ha anche un'azione climalterante contribuendo al surriscaldamento climatico e provoca danno agli ecosistemi

*

Effetti del particolato su vegetazione ed ecosistemi

Il PM non e' un singolo inquinante ma una miscela di inquinanti eterogenei differenti per origine, misura e composizione chimica. Gli effetti della deposizione di PM sulla vegetazione e sui terreni dipendono dalla sua composizione chimica e possono produrre effetti sia diretti che indiretti sull'ecosistema coinvolto. La risposta dell'ecosistema agli inquinanti e' in funzione diretta del livello della sua sensibilita' e capacita' di sfruttare al meglio il cambiamento provocato dalla presenza del PM. Il PM con piu' grande impatto sull'ambiente e' quello che contiene soprattutto nitrati e solfati poiche' depositandosi sul suolo altera la disponibilita' e quindi l'assunzione di nutrienti e di fatto crea una condizione di squilibrio dell'ecosistema e quindi della biodiversita' che si ripercuote sulla catena alimentare (processi di eutrofizzazione). I danni sulla crescita delle piante sono prodotti invece dall'acidificazione di cui sono responsabili i biossidi di zolfo (SO_2), chiamati anche anidridi

solforose, che reagendo con l'acqua si trasformano in acido solforico dando luogo al fenomeno delle piogge acide (arresto della crescita e defogliazione della vegetazione) come anche l'ossido di azoto (NO) che trasformandosi in acido nitrico e' corresponsabile delle piogge acide. Altri danni sono dovuti alla deposizione diretta del PM su foglie, ramoscelli e tronchi delle piante e della vegetazione che formano un ostacolo al passaggio della luce, riducendo cosi' la fotosintesi del sistema vegetale e aumentandone la suscettibilita' alle malattie.

*

Effetto del PM sull'atmosfera e il riscaldamento globale

Il "radiative forcing" tradotto in italiano con forzante radiativo o forzante di radiazione e' la misura dell'influenza di un fattore (ad esempio l'aumento dell'anidride carbonica nell'atmosfera) nell'alterazione del bilancio dell'energia entrante e dell'energia uscente nel sistema terra-atmosfera. Esso e' indice del peso di un fattore nel complesso meccanismo dei mutamenti climatici. Un forzante positivo tende a riscaldare la superficie terrestre mentre uno negativo la raffredda.

Il particolato altera la composizione dell'atmosfera in quanto contribuisce al "radiative forcing", cioe' allo sbilanciamento tra l'energia solare in entrata (in forma di onde elettromagnetiche di tipo corto) e l'energia solare in uscita, riflessa (onde elettromagnetiche di tipo lungo).

Infatti una volta che la radiazione solare e' giunta sulla superficie terrestre, essa viene assorbita dal suolo e dai mari, i quali si riscaldano e aumentano la loro temperatura. Via via che aumenta la temperatura, la superficie terrestre emette energia sotto forma di calore, cioe' in forma di radiazione infrarossa (ad onda lunga), fino a quando non si stabilisce l'equilibrio, tra flusso di energia solare incidente e flusso di energia terrestre uscente verso lo spazio. L'atmosfera terrestre e' una miscela di gas che possiede una proprieta' caratteristica: e' trasparente alla radiazione "ad onda corta", ma e' opaca alla radiazione "ad onda lunga", a causa della presenza di alcuni gas come il vapor d'acqua e l'anidride carbonica che sono dei forti assorbitori ed emettitori naturali di radiazione infrarossa. Questa capacita' di assorbimento e' quella che determina l'effetto serra naturale cioe' la capacita' dell'atmosfera di trattenere le radiazioni infrarosse riflesse dalla superficie terrestre e quindi di mantenere una temperatura media costante per il pianeta Terra. Il particolato emesso dagli aerei insieme all'anidride carbonica, contribuendo alla formazione di scie e addensamenti di nubi, che modificano la proprieta' di assorbimento e rifrazione delle radiazioni infrarosse, nei diversi strati dell'atmosfera, anche alterando le proprieta' di rifrazione della luce solare, contribuisce all'effetto serra influenzando il radiative forcing.

*

Le patologie da polveri

E' ormai ben documentato da una vastissima e rigorosa documentazione scientifica che il PM fine ed ultrafine penetra attraverso tutte le barriere e membrane organiche, compresi i nervi cranici, la barriera ematocerebrale, la placenta, gli endoteli, le membrane plasmatiche, raggiungendo i nuclei cellulari col proprio carico di metalli pesanti ed altri fattori cancerogeni, interferendo cosi' con i sistemi di riparazione del Dna e con i meccanismi dell'espressione genica. Qualsiasi sorgente ad alta temperatura provoca la formazione di particolato, piu' e' elevata la temperatura di combustione e

piu' e' piccola la dimensione delle particelle prodotte, piu' il diametro della particella e' piccolo e piu' questa ha capacita' di penetrare nei tessuti. Non esistono meccanismi biologici o artificiali, al momento conosciuti, capaci di eliminare il particolato una volta che questo sia stato sequestrato da un organo o un tessuto tramite inalazione o ingestione di alimenti.

Esistono evidenze sempre piu' consistenti di come numerosi inquinanti, introdotti nel corpo umano, inducano processi infiammatori cronici che determinano uno stress cellulare progressivo a carico di organi e tessuti, aprendo la strada a patologie gravi come arterosclerosi e cancro. Studi scientifici dimostrano l'evidente correlazione tra l'esposizione alle polveri sottili ed ultrasottili e l'aumento dei ricoveri ospedalieri, della mortalita', delle malattie respiratorie, delle malattie cronic-degenerative (Alzheimer, Sclerosi Laterale Amiotrofica, Sclerosi Multipla), delle malattie endocrine, delle malattie neoplastiche e del sistema cardiovascolare.

Un incremento nella concentrazione atmosferica di PM 2.5 micron comporta un incremento parallelo della mortalita' per malattie cardiovascolari. Purtroppo le vigenti disposizioni di legge in Italia, prevedono controlli solo per la concentrazione del PM 10 presente in atmosfera, controllo che viene effettuato con metodo gravimetrico: questo metodo considera solo la massa complessiva e non il numero delle particelle che la compongono, ma diverso e' l'impatto che puo' avere una particella grossolana di 10 micron di diametro da quello che possono determinare su un organismo l'impatto di 1.000.0000 di particelle da 0.1 micron di diametro la cui massa complessiva corrisponde alla particella da 10 micron.

Attualmente cio' che piu' allarma epidemiologi e pediatri in tutto il mondo, concerne la possibilita' che il danno genetico indotto dalla presenza delle nanoparticelle, possa colpire le cellule germinali materne o paterne (causando la possibile trasmissione alle successive generazioni di lesioni e patologie anche gravi) o direttamente il feto nel momento piu' delicato del suo sviluppo

*

Le nanopolveri

Il termine nanopolveri indica le polveri con diametro dell'ordine di grandezza dei nanometri (un nanometro corrisponde ad un millesimo di micron), queste, formate da metalli pesanti e leghe di metalli pesanti e altri composti, in virtu' delle loro dimensioni, possono addirittura penetrare nel genoma e nell'epigenoma alterando le proprieta' di trascrizione e riparazione, determinando cosi' alterazioni tali da provocare danno genetico stabile e malattie.

La composizione chimica e' di grande importanza nel determinare la tossicita' della particella; ovviamente particelle contenenti piombo o mercurio sono molto piu' pericolose di quelle contenenti ferro o sodio. Piu' e' veloce l'ingestione o l'inalazione, maggiore risulta la loro pericolosita'. Importante nella capacita' di produrre danno e' anche la forma delle nanopolveri: per esempio quelle "ad ago" come quelle dell'amianto sono molto piu' penetranti e capaci d'innescare processi infiammatori di reazione che quelle di forma tondeggiante.

*

L'inquinamento acustico

Le zone prossime ad un aeroporto sono sottoposte a dei livelli di inquinamento acustico generato dalle fasi di avvicinamento, atterraggio e decollo degli aerei e dal connesso traffico veicolare [20].

Nel 2003, dall'Ufficio Regionale per l'Europa dell'Oms, e' stato avviato un progetto per lo studio dell'impatto acustico sulle popolazioni. Il rapporto finale di questo progetto, denominato progetto "Linee guida sul rumore notturno per l'Europa"

(www.epicentro.iss.it/temi/ambiente/rumoreNotturmo.asp),

e' il risultato di un lavoro di revisione della letteratura scientifica da parte di un gruppo di esperti scelti tra 17 istituzioni di 12 Paesi europei. Per l'Italia hanno partecipato al progetto l'Universita' di Roma "La Sapienza" e il Dipartimento provinciale di Pisa dell'Arpa Toscana.

I risultati del progetto danno indicazioni importanti ai governi per modificare le legislazioni in materia di rumore notturno. Da questo lavoro provengono le seguenti indicazioni:

Decibel e conseguenze sulla salute:

- fino a 30 decibel: non si osservano sostanziali effetti biologici;
- tra 30 e 40 decibel: aumentano i movimenti del corpo, i risvegli, i disturbi del sonno, l'eccitazione. Gli effetti sembrano modesti, ma non si puo' escludere che i gruppi vulnerabili ne risentano in misura maggiore;
- tra 40 e 55 decibel: c'e' un marcato aumento degli effetti negativi; la maggior parte delle persone esposte ne risente e si adatta a convivere con il rumore. I gruppi vulnerabili, a questo livello di esposizione, sono severamente colpiti;
- sopra 55 decibel: la situazione e' considerata pericolosa a livello di salute pubblica. Gli effetti avversi sono frequenti e il sistema cardiovascolare comincia ad essere sotto stress.

Lo stress cardiovascolare e' l'effetto dominante.

Le raccomandazioni finali di questo documento concludono: "per la prevenzione primaria degli effetti collaterali sub-clinici del rumore notturno la popolazione non dovrebbe essere esposta a livelli che superano i 30 decibel durante la notte, considerata la soglia massima per proteggere i cittadini, compresi i gruppi piu' vulnerabili. Tutte le nazioni devono essere incoraggiate a ridurre gradualmente, nella maniera piu' efficace possibile, la quota di popolazione esposta a livelli acustici che superano i 55 e, poi, i 40 decibel".

Il rischio di contrarre patologie cardiovascolari, insonnia e disturbi delle fasi del sonno, irritabilita', astenia, disturbi del sistema endocrino, del sistema digestivo e dell'udito, e' elevatissimo nelle persone che subiscono inquinamento acustico, come ormai noto da moltissimo tempo e dimostrato scientificamente. Molti studi documentano l'incremento dell'assunzione di farmaci per l'ipertensione e per l'insonnia in gruppi di studio di residenti in aree aeroportuali.

Ben documentati sono anche i disturbi dell'apprendimento in studenti che frequentano scuole ubicate in aree sottoposte ad inquinamento acustico.

In uno studio pubblicato dalla prestigiosa rivista "Lancet", "Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study" sono stati analizzati gli effetti del rumore prodotto dal traffico automobilistico e dal traffico aereo sullo sviluppo cognitivo dei bambini. Oltre

2.800 bambini dai 9 ai 10 anni di età frequentanti 89 scuole situate nei pressi di tre importanti aeroporti europei (Schiphol in Olanda, Barajas in Spagna e Heathrow in Inghilterra) sono stati coinvolti nello studio. I ricercatori hanno misurato i livelli di inquinamento acustico e li hanno rapportati ai risultati di una serie di test cognitivi sottoposti ai bambini. Analizzando i dati, si è rilevato che l'esposizione all'inquinamento acustico pregiudica la capacità di leggere correttamente. L'esposizione al rumore da traffico automobilistico non sembra avere un effetto altrettanto significativo sulla capacità di leggere, ma è risultato dannoso nei confronti della memoria. Un'esposizione a livelli elevati di entrambi i tipi di inquinamento acustico è associata ad una peggiore qualità della vita per i bambini e ad un netto aumento dello stress. Gli autori dello studio concludono il loro lavoro affermando che le scuole situate nei pressi di aeroporti non sono ambienti salutarissimi né adatti all'educazione e alla crescita dei bambini.

Lo studio Hypertension and Exposure to Noise near Airports (Hyena): study design and noise exposure assessment, iniziato nel 2005, è stato un progetto internazionale finanziato dalla Comunità Europea per studiare la correlazione tra inquinamento acustico prodotto dal traffico aereo, da quello automobilistico e lo sviluppo d'ipertensione arteriosa. Questo studio ha selezionato e studiato 6.000 persone (dai 45 ai 70 anni) che avevano vissuto per almeno 5 anni vicino ad uno dei 6 maggiori aeroporti europei. In Italia sono state selezionate 1.000 persone residenti vicino all'aeroporto di Milano Malpensa.

Le conclusioni di questo studio, pubblicate nel 2008, hanno mostrato una relazione significativa tra l'esposizione, soprattutto notturna, al rumore prodotto da traffico aereo e il rischio di sviluppare ipertensione arteriosa, mentre non subisce variazioni, con l'esposizione nelle differenti ore della giornata, il rischio associato al rumore automobilistico. L'ipertensione arteriosa aumenta il rischio di infarto del miocardio e ictus, pertanto l'inquinamento acustico deve essere inserito tra i fattori che possono causare malattie cardiovascolari. Lo studio infine indica nella riduzione dell'impatto acustico da traffico automobilistico e da traffico aereo notturno una misura necessaria per la prevenzione delle malattie cardiovascolari.

*

L'inquinamento elettromagnetico

Questa particolare forma d'inquinamento generata da campi elettromagnetici è ancora un aspetto poco studiato del trasporto aereo.

I sistemi radar delle torri di controllo e quelli a bordo degli aerei, insieme alle antenne di radiotrasmissione ed ai sistemi elettromagnetici utilizzati per i controlli di sicurezza, producono un inquinamento elettromagnetico. I lavoratori degli scali aeroportuali e il personale di bordo sono sottoposti ai campi elettromagnetici prodotti da tutte queste apparecchiature mentre i residenti in aree prossime agli aeroporti possono essere esposti anche ad effetti di sommazione di campi elettromagnetici provenienti oltre che dalle strutture aeroportuali e dagli aerei, anche da altre fonti:

antenne di telefonia, cavi elettrici ad alta tensione, linee elettriche delle ferrovie, i propri telefoni cellulari etc.

A conferma dell'importanza dello studio di questo particolare aspetto del trasporto aereo ci sono state in letteratura negli anni passati alcune segnalazioni di clusters, gruppi, di pazienti affetti da una malattia molto rara, la Sclerodermia, residenti vicino i maggiori aeroporti londinesi, mentre un altro cluster, sempre di questa stessa malattia, e' stato studiato nel 1992 in un piccolo paese alle porte di Roma dove l'unico fattore possibile di inquinamento ambientale poteva essere rappresentato da un numero elevato di antenne per la trasmissione radiotelevisiva e antenne per la trasmissione di telefonia fissa, ubicate proprio nel centro del piccolo paese .

I campi elettromagnetici (EMF) possono essere classificati in: "a bassa frequenza" (vi rientrano, ad esempio, le frequenze di 50 Hz utilizzati in Europa per la rete elettrica), e quelli "ad alta frequenza" (onde radio, microonde, ecc.), con applicazioni soprattutto nel settore delle telecomunicazioni e nei processi industriali. Telefoni cellulari, antenne radio-tv e radar producono campi elettromagnetici di radiofrequenza (RF), da 10 MHz a 300 GHz. Questi campi ad alta frequenza sono usati per trasmettere informazioni a lunga distanza .

L'esposizione a campi elettromagnetici (EMF) induce correnti e assorbimento di energia nei tessuti del corpo umano, questi fenomeni dipendono dalla frequenza e dai meccanismi di accoppiamento. Il sistema circolatorio e quello nervoso sono particolarmente sensibili agli effetti delle EMF (campi elettromagnetici) a causa delle loro caratteristiche elettriche.

Gli effetti dei campi elettromagnetici sono classificati come "termici" e "non termici".

Gli "effetti termici" (causati dall'aumento di temperatura corporea indotta dal campo elettromagnetico) sono ben conosciuti e studiati da lungo tempo mentre e' necessaria una sempre migliore comprensione degli effetti "non termici".

Gli organismi viventi scambiano continuamente energia con l'ambiente circostante tramite la loro attivita' metabolica e sono lontani dall'equilibrio termico. Per questo motivo l'aggiunta anche di piccole quantita' di energia puo' comportare conseguenze significative per la stabilita' energetica dell'intero organismo. Una parte dell'energia dei sistemi viventi serve a mantenere attivita' elettriche oscillatorie di vario tipo, nelle quali vengono immagazzinate determinate quantita' di energia. Esempi di tali attivita' sono i circuiti neuronali del cervello, che emettono onde EM di diversa frequenza a seconda dello stato del cervello (veglia, sonno: fase REM e non-REM, ecc.), oppure i circuiti cardiaci, quelli neuromuscolari, oppure quelli che sovrintendono ai ritmi circadiani e cosi' via. Questi sono solo gli esempi piu' familiari, che la medicina riconosce ed utilizza ormai da tempo, per esempio a scopi diagnostici (elettrocardiogramma, elettroencefalogramma, elettromiogramma, per citare le tecniche diagnostiche piu' comuni). Forse meno familiari sono i campi EM a bassissima frequenza (ELF) associati all'elettrochimica del cervello, all'efflusso del Calcio e ai sistemi neurorecettori, e i campi EM ad alta frequenza (MO) presenti a livello cellulare e subcellulare, che presiedono a processi fondamentali, per esempio alla divisione delle cellule. Tutte queste attivita' sono caratterizzate da varie frequenze, alcune delle quali sono molto ben definite (scientificamente si dice che costituiscono eccitazioni EM estremamente "coerenti"), che vengono

definite "frequenze biologiche" [32]. Come un circuito radio puo' sintonizzarsi su una frequenza esterna, cioe' riconoscerla e ricevere energia da un'onda EM caratterizzata da quella frequenza specifica amplificandola ad un livello di intensita' piu' potente, cosi' i circuiti EM biologici possono sintonizzarsi e ricevere energia da radiazioni esterne. In particolare, se la frequenza esterna eguaglia o e' molto prossima a quella di una bioattivita', quest'ultima puo' essere influenzata in vario modo, con meccanismi "non termici" o "a bassa intensita'" quali:

- "amplificazione risonante", che puo' portare a raggiungere un livello energetico inaccettabilmente alto da un punto di vista biologico;
- "interferenza", risultante in un degrado o nell'inibizione di alcune attivita' essenziali, per esempio il rilascio di melatonina;
- "forzatura" di una biofrequenza, magari ad un valore incompatibile con l'omeostasi;
- "accensione" in tempi minimi di qualche processo per il quale la sola fornitura di energia endogena e' inadeguata.

Parte degli effetti biologici determinati dai campi elettromagnetici possono essere cosi' riassunti:

- 1) alterazione del sistema immunitario determinato dalla capacita' delle onde elettromagnetiche di modificare il contenuto informale dei segnali bioelettromagnetici intra ed extracellulari.
- 2) Modificazioni della permeabilita' della membrana cellulare e conseguente alterazione del flusso di ioni biologicamente importanti, in particolare del Calcio, Sodio e Potassio.
- 3) Redistribuzione delle proteine di membrane, riorganizzazione delle strutture di microfilamenti e cambiamenti nella concentrazione intracellulare di ioni calcio Ca² (omeostasi del Calcio).
- 4) Intervento nella produzione di ossido di azoto (NO) e induzione di "stress ossidativo" con conseguente aumento dei danni prodotti da radicali liberi sulle macromolecole biologiche (lo stress ossidativo aumenta anche la capacita' di proliferare e produrre collagene da parte dei fibroblasti).
- 5) Incremento dell'angiogenesi tramite il rilascio dai fibroblasti di growth factor beta-2 (FGF-2) per azione sull'endotelio vascolare.
- 6) danni citogenetici (comparsa di micro nuclei (MN) centromero negativi per alterazione cromosomica dopo esposizione in vitro di colture cellulari e in particolare di fibroblasti umani a radiofrequenze).
- 7) Alterazioni della sintesi dell'ormone epifisario melatonina, sostanza implicata nel controllo di molteplici funzioni neuro-endocrine.
- 8) Modificazioni dell'attivita' elettrica cerebrale e della permeabilita' della membrana emato-encefalica con conseguenti danni ai neuroni cerebrali e alterazioni del funzionamento dei neurorecettori e neurotrasmettitori cerebrali.

Tali meccanismi ed effetti sono stati dimostrati da studi e dati sperimentali ottenuti su sistemi di laboratorio (colture cellulari; mammiferi, in particolare roditori), su volontari umani e su soggetti esposti professionalmente, e sono anche alcuni dei meccanismi implicati nella genesi dei processi che conducono alla SSC.

Studi effettuati su soggetti esposti per lavoro a radiofrequenze hanno dimostrato alterazioni nei parametri biochimici ed ematologici, nell'attivita' cerebrale elettrica, nel sistema neurovegetativo,

nelle caratteristiche capillaroscopiche e in quelle oftalmologiche, sviluppo di malattie cardiovascolari in giovane età'.

Tutti gli studi evidenziano e concordano sulla necessità di approfondire e incrementare le conoscenze di questo particolare fattore di inquinamento ambientale anche in considerazione della sempre maggiore espansione e rapida diffusione di sempre nuove tecnologie di telecomunicazioni

**

a) Alcuni articoli e volumi

- Anderson K., Bows A., Upham P., *Growth scenarios for EU & UK aviation: contradictions with climate policy*. January 2006. Available at:
http://www.tyndall.ac.uk/publications/working_papers/wp84.pdf

- Aydin Y., Kaltenbach M., *Noise perception, heart rate and blood pressure in relation to aircraft noise in the vicinity of the Frankfurt airport*. Clin Res Cardiol. 2007 Jun; 96(6): 347-58. Epub 2007 Apr 10.

- APAT, (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici). *8 mila decessi l'anno in 13 città italiane per gli effetti a lungo termine dell'inquinamento atmosferico da particolato*. Comunicato stampa 15 giugno 2006, Roma.

- www.applelettrosmog.it Associazione A.P.P.L.E. (Associazione Per la Prevenzione e la Lotta all'Elettrosmog) "Campi elettromagnetici e principio di precauzione" Prof. Angelo Gino Levis

- Babisch W. *Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise*. Noise Health. 2003 Jan-Mar; 5(18):1-11.

- Babisch W., Kamp I., *Exposure-response relationship of the association between aircraft noise and the risk of hypertension*. Noise Health. 2009 Jul-Sep; 11(44):161-8.

- Babisch W., Houthuijs D., Pershagen G., Cadum E., Katsouyanni K., Velonakis M., Dudley M.L., Marohn H.D., Swart W., Breugelmans O., Bluhm G., Selander J., Vigna-Taglianti F., Pisani S., Haralabidis A., Dimakopoulou K., Zachos I., Järup L.; HYENA Consortium. *Annoyance due to aircraft noise has increased over the years--results of the HYENA study*. Environ Int. 2009 Nov; 35(8) : 1169-76. Epub 2009 Aug 21.

- Bharathi, Ravid R., Rao K.S., *Role of metals in neuronal apoptosis: challenge associated with neurodegeneration*. Curr Alzheimer Res. 2006 Sep; 3(4): 311-26.

- Brink M., Wirth K.E., Schierz C., Thomann G, Bauer G., *Annoyance responses to stable and changing aircraft noise exposure*. J Acoust Soc Am. 2008 Nov;124(5):2930-41.
- Brook RD., *Cardiovascular effects of air pollution*. Clin Sci (Lond.) 2008 sep;115(69):175-87
- Bullinger M., Hygge S., Evans G.W., Meis M., Von Mackensen S., *The psychological cost of aircraft noise for children*. Zentralbl Hyg Umweltmed. 1999 Aug;202(2-4):127-38.
- Carslaw D.C., Ropkins K, Laxen D., Moorcroft S., Marnier B., Williams ML., *Near-field commercial aircraft contribution to nitrogen oxides by engine, aircraft type, and airline by individual plume sampling*. Environ Sci Technol. 2008 Mar 15;42(6):1815.
- Chiffrot H., Fautrel B., Sordet C., Chatelus E., Sibilia J. *Incidence and prevalence of systemic sclerosis: a systematic literature review* Semin Arthritis Rheum. 2008 Feb;37(4):223-35. Epub 2007 Aug 9.
- Cohen B.S.,Bronzaft A.L., Heikkinen M., Goodman J., Nádas A., *Airport-related air pollution and noise* J Occup Environ Hyg. 2008 Feb;5(2): 119-29.
- Corporan E., Quick A., De Witt Mj. *Characterization of particulate matter and gaseous emission of a C-130H aircraft*. J air Waste Manag Assoc. 2008 Apr; 58 (4) :474-83
- Marinella Correggia. *La rivoluzione dei dettagli*. Feltrinelli, Milano, 2007.
- Eriksson C., Rosenlund M.,Pershagen G.,Hilding A.,Ostenson CG., Bluhm G., *Aircraft noise and incidence of hypertension* Epidemiology 2007 Nov; 18(6): 716-21.
- European Civil Aviation Conference. Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports*. 2nd ed., doc 29. Twenty First Plenary Session of ECAC, Strasbourg. 1997 [[accessed 1 February 2008].]. Available:
<http://www.ecac-ceac.org/index.php?content=docstype&idtype=38>.
- Fang G.C.,Wu Y.S.,Lee W.J.,Chou T.Y., Lin I.C., *Study of ambient air particulates pollutants near Taichung airport sampling site in central Taiwan*. J Hazard Mater 2007 Jun 1; 144(1-2): 492-8. Epub 2006 Oct 27.
- Franssen EA, van Wiechen CM, Nagelkerke NJ, Lebet E., *Aircraft noise around a large international airport and its impact on general health and medication use*. Occup Environ Med. 2004 May;61(5):405-13.
- Fрати L., Caprasecca E.,Santoni S.,Gaggi C.,Guttova A.,Gaudino S.,Pati A., Rosamilia S.,Pirintsos S.A.,Loppi S., *Effects of NO2 and NH3 from road traffic on epiphytic lichens*. Environ Pollut. 2006 Jul; 142(1): 58-64. Epub 2005 Nov 28.
- Antonietta Gatti e Stefano Montanari, *Nanopathology*, Singapore: Pan Stanford: 2007

- Gac Sanit. *Impact of particulate matter with diameter of less than 2.5 microns (PM2.5) on daily hospital admissions in 0-10-year-olds in Madrid. Spain (2003-2005)* 2009 May-Jun;23(3):192-7. Epub 2009 Mar 9.
- Haralabidis AS, Dimakopoulou K, Vigna-Taglianti F, Giampaolo M, Borgini A, Dudley ML, Pershagen G, Bluhm G, Houthuijs D, Babisch W, Velonakis M, Katsouyanni K, Jarup L; HYENA Consortium, *Acute effects of night-time noise exposure on blood pressure in populations living near airports.* Eur Heart J. 2008 Mar;29(5):658-64. Epub 2008 Feb 12.
- Helmis C.G., Assimakopoulos V.D., Flocas H.A., Stathopoulou O.I., Sgouros G., Hatzaki M., *Indoor air quality assessment in the air traffic control tower of the Athens Airport, Greece.* Environ Monit Assess. 2009 Jan;148(1-4):47-60. Epub 2008 Jan 22.
- Herndon SC., Shorter JH., Zahniser M.S., Nelson D.D. Jr., Jayne J., Brown RC., Miake-Lye R.C., Waitz I., Silva P, Lanni T, Demerjian K, Kolb C.E., *NO and NO2 emission ratios measured from in-use commercial aircraft during taxi and takeoff.* Environ Sci Technol. 2004 Nov 15;38(22):6078-84.
- Herndon S.C., Wood E.C., Northway M.J., Miake-Lye R., Thornhill L., Beyersdorf A., Anderson B.E., Dowlin R, Dodds W., Knighton W.B., *Aircraft hydrocarbon emissions at Oakland International Airport.* Environ Sci Technol. 2009 Mar 15;43(6):1730-6.
- Hertz-Picciotto I., Park H.Y., Dostal M., Kocan A., Trnovec T., Sram R., *Prenatal exposures to persistent and non-persistent organic compounds and effects on immune system development.* Basic Clin Pharmacol Toxicol. 2008 Feb; 102(2): 146-54.
- Iavicoli I, Chiarotti M, Bergamaschi A, Marsili R, Carelli G, *Determination of airborne polycyclic aromatic hydrocarbons at an airport by gas chromatography-mass spectrometry and evaluation of occupational exposure.* J. Chromatogr A. 2007 May 25; 1150(1-2): 226-35. Epub 2006 Aug 30.
- Jaana Kettunen, Timo Lanki, Pekka Tiittamen, Pasi P. Aalt, Tarja Koskentalo, Markku Kulmala, Veikko Salomaa, Juha Pekkamäen, *Associations of fine and ultrafine particulate air pollution with stroke mortality in a area of low air pollution levels.* Stroke 2007; 38; 918-922.
- Jarup L., Dudley M.L., Babisch W., Houthuijs D., Swart W., Pershagen G., Bluhm G., Katsouyanni K., Velonakis M., Cadum E., Vigna-Taglianti F., Hyena Consortium. *Hypertension and Exposure to Noise near Airports: study design and noise exposure assessment.* Environ Health Perspect. 2005 Nov; 113(11): 1473-8.
- Jarup L., Babisch W., Houthuijs D., Pershagen G., Katsouyanni K., Cadum E., Dudley M.L., Savigny P., Seiffert I., Swart W., Breugelmans O., Bluhm G, Selander J., Haralabidis A., Dimakopoulou K, Sourtzi P, Velonakis M, Vigna-Taglianti F., HYENA study team. *Hypertension and Exposure to Noise near Airports: the HYENA study* Environ Health Perspect. 2008 Mar; 116(3): 329-33.
- Jona Lasinio G., Zuzzi S., Santoro M. , *Valutazione del rischio ambientale nel comune di Ciampino in relazione all'inquinamento atmosferico*” pubbl. 2006

- Jona Lasinio G., Zuzzi S., Santoro M., “*Studio della mortalità per cause nel Comune di Ciampino e Comuni limitrofi negli anni 1987-2002*” pubb. 2007
- Kaltenbach M., Maschke C., Klinke R., *Health consequences of aircraft noise*. Dtsch Arztebl Int. 2008 Aug;105(31-32):548-56. Epub 2008 Aug 4.
- Kugele K.A., F.Jelinek, R.Gaffal. *Aircraft Particulate Matter Emission Estimation through all Phases of Flight*. Eurocontrol Experimental Centre, 2005.
- Legambiente Piemonte rapporto “*Aeroporto di Malpensa e vivibilità*”, Torino, 24 febbraio 2003.
- Legambiente Lazio-Comitato aeroporto Ciampino “*Smog dai cieli: rilevazione livello polveri sottili*”. Roma, luglio 2006.
- Lewtas J., *Air pollution combustion emissions: characterization of causative agents and mechanisms associated with cancer, reproductive, and cardiovascular effects*. Mutat Res. 2007 Nov-Dec;636(1-3):95-133. Epub 2007 Aug 17.
- Linares C, Díaz J, Tobías A, De Miguel JM, Otero A, *Impact of urban air pollutants and noise levels over daily hospital admissions in children in Madrid: a time series analysis*. Int Arch Occup Environ Health. 2006 Feb;79(2):143-52. Epub 2005 Sep 27.
- Luna T.D., French J., Mitcha J.L., *A study of USAF air traffic controller shiftwork: sleep, fatigue, activity, and mood analyses*. Aviat Space Environ Med. 1997 Jan;68(1):18-23.
- Matsui T., Stansfeld S., Haines M., Head J., *Children's cognition and aircraft noise exposure at home--the West London Schools Study*. *Noise Health.* 2004 Oct-Dec;7(25):49-58.
- McKay J.C., Prato F.S., Thomas A.W., *A literature review: the effects of magnetic field exposure on blood flow and blood vessels in the microvasculature*. Bioelectromagnetics. 2007 Feb;28(2):81-98.
- Nemmar A., Hoylaerts M.F., Nemery B. *Effects of particulate air pollution on hemostasis*. *Clin Occup Environ Med.* 2006;5(4):865-81.
- Oberdörster G., Oberdörster E., Oberdörster J., *Nanotoxicology: an emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles*. *Environ Health Perspect.* 2005 Jul; 113(7): 823-39.
- Pal'tsev IuP., Rubtsova N.B., Pokhodzei L.V., Tikhonova G.I., *Hygienic regulation of electromagnetic fields for the preservation of workers' health*. *Med Tr Prom Ekol.* 2003; (5): 13-7.
- Passchier W., Knottnerus A., Albering H., Walda I., *Public health impact of large airports*. *Rev Environ Health.* 2000 Jan-Jun; 15(1-2): 83-96.
- Pisani S., Bonarrigo D., Gambino M., Macchi L., Banfi F., Verri A.M., Degli Stefani C., Cislighi C., Bossi A., Cortinovis I., *Epidemiologic study Salus domestica: evaluation of health damage in a*

sample of women living near the Malpensa 2000 airport. *Epidemiol Prev.* 2003 Jul-Aug; 27(4): 234-41.

- Pokhodzei L.V., Kur'erov N.N., Rubtsova N.B., Pal'tsev IuP., Lazarenko N.V., Samusenko T.G., Subbotin V.V., *Hygienic evaluation of electromagnetic situation and vibroacoustic factors at workplaces for radio-technological staff of civil airports.* *Med Tr Prom Ekol.* 2004; (1): 31-5.

Polichetti G., Cocco S., Spinalia A., Trimarco V.a, o Nunziata A., *Effects of particulate matter (PM10, PM2.5 and PM1) on the cardiovascular system.* *Toxicology* 261 (2009) 1–8

- Sayre Lawrence M., Perry G., Smith M.A., *Oxidative Stress and Neurotoxicity.* *Chem. Res. Toxicol.* 2008, 21, 172–188

-Royal Commission on Environmental Pollution, *The Environmental Effects of Civil Aircraft in Flight.* Report(www.rcep.org.uk), 22 March, 2007.

-Silman AJ, Howard Y, Hicklin AJ, Black C. *Geographical clustering of scleroderma in south and west London.*Br J Rheumatol. 1990 Apr;29(2):93-6.

- Sharon Ruth Skolnick, *Exposing Airports'Poison Circles.* *Earth Island Journal* Winter 2000-2001. Vol. 15, No.4.

-Schulz H., Harder V., Ibald-Mulli A., Khandoga A., Koenig W., Krombach F., Radykewicz R., Stampfl A, Thorand B, Peters A., *Cardiovascular effects of fine and ultrafine particles.* *J Aerosol Med.* 2005 Spring;18(1):1-22.

- Stansfeld S.A., Berglund B., Clark C., Lopez-Barrio I., Fischer P., Ohrström E., Haines M.M., Head J., Hygge S., Van Kamp I., Berry B.F.,*Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study.* *Lancet.* 2005 Jun 4-10; 365(9475): 1942-9.

- Stenzel Jennifer and Jonathan Trutt. *Flying Off Course: Environmental Impacts of America's Airports.* New York-Natural Resources Defense Council, October 1996 (www.nrdc.org).

- Stuber N., Forster P., Rädcl G., Shine K., *The importance of the diurnal and annual cycle of air traffic for contrail radiative forcing.* *Nature.*2006 Jun 15; 441(7095): 864-7.

- Tarantini L., Ronzini M., Apostoli P., Pegoraro V., Bollati V., Marinelli B., Cantone L., Rizzo G., Hou L., Schwartz J., Bertazzi, P.A., Maccarelli A., *Effects of Particulate Matter on Genomic DNA Methylation Content and iNOS Promoter Methylation.* *Environmental Health Perspectives* vol.117 , number 2 , February 2009

-Tesseraux I., Mach B, Koss G., *Aviation fuels and aircraft emissions. A risk characterization for airport neighbors using Hamburg Airport as an example.* *Zentralbl Hyg Umweltmed.*1998 Jun;201(2):135-51.

- The Royal Society and The Royal Academy of engineer, UK(2004). *Nanoscience and nanotechnologies. Recommendation 10 p. 95.* Available at www.royalsoc.ac.uk
- Touitou Y., *Evaluation of the effects of electric and magnetic fields in humans.* Ann Pharm Fr. 2004 Jul; 62(4): 219-32.
- Tikhonova G.I., *Epidemiological risk assessment of pathology development in occupational exposure to radiofrequency electromagnetic fields.* Radiats Biol Radioecol. 2003 Sep-Oct;43(5):559-64.
- Silman AJ, Howard Y, Hicklin AJ, Black C. *Geographical clustering of scleroderma in south and west London.* Br J Rheumatol. 1990 Apr;29(2):93-6.
- Valesini G., Litta A., Bonavita M.S., Luan F.L., Purpura M., Mariani M., Balsano F., *Geographical clustering of scleroderma in a rural area in the province of Rome.* Clin Exp Rheumatol. 1993 Jan-Feb;11(1):41-7.
- Van Cauter E., Spiegel K., Tasali E., Leproult R., *Metabolic consequences of sleep and sleep loss.* Sleep Med. 2008 Sep;9 Suppl 1:S23-8.
- Wayson R.L., Fleming G.G., Lovinelli R., *Methodology to estimate particulate matter emissions from certified commercial aircraft engines.* J Air Waste Manag Assoc. 2009 Jan;59(1):91-100.
- Zhou Y., Levy J.I., *Between-airport heterogeneity in air toxics emissions associated with individual cancer risk thresholds and population risks.* Environ Health. 2009 May 8;8:22.
- Zurbier M., Lundqvist C., Salines G., Stansfeld S., Hanke W., Babisch W, Bistrup ML., Van Den Hazel P., Moshammer H., *The environmental health of children: priorities in Europe.* Int J Occup Med Environ Health. 2007;20(3):291-307.

* * *

b) Alcuni siti

- www.airportwatch.org.uk
- www.bioinitiative.org
- www.caap.org/Airport_Noise_Pollution_Research.html
- www.chooseclimate.org
- www.coipiediperterra.org
- http://comitatofuoripista.blogspot.com/
- www.comitatoaeroportociampino.it
- www.comitatoaeroportoorio.it
- www.covest.org
- www.euro.who.int/Noise

- www.eurocontro.int
- www.ewg.org/reports/generations
- www.icao.int
- www.isde.it
- www.ipcc.ch
- www.comitatoampugnano.it
- ww.nanodiagnosics.it
- www.noaereibz.it
- www.no-fly.info/
- www.planestupid.com
- www.royalsoc.ac.uk
- www.salviamomarino.it
- www.stoprumorelinate.it
- www.tyndall.ac.uk/
- www.transportenvironment.org/Pages/aviation/
http://www.tyndall.ac.uk/publications/working_papers/wp84.pdf