

## Normativa sulle radiazioni cosmiche per il personale di volo

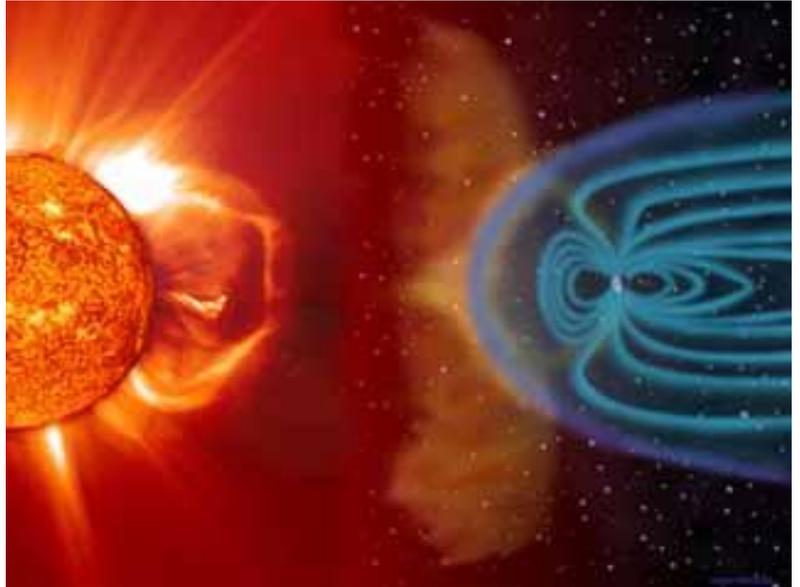
A.Furia<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ente Nazionale per l'Aviazione Civile

### Introduzione:

Il fenomeno delle radiazioni cosmiche è conosciuto da quasi 90 anni e la loro scoperta, nel 1912, è coincisa in sostanza con la nascita e lo sviluppo dell'aviazione.

Con il termine “radiazioni cosmiche” si intende l'insieme delle radiazioni cosmiche “galattiche”, che sono costituite sia dalla “componente costante” proveniente dallo spazio profondo ed è composta soprattutto da protoni e da ioni pesanti, e sia dalla “porzione variabile” attribuibile alle radiazioni

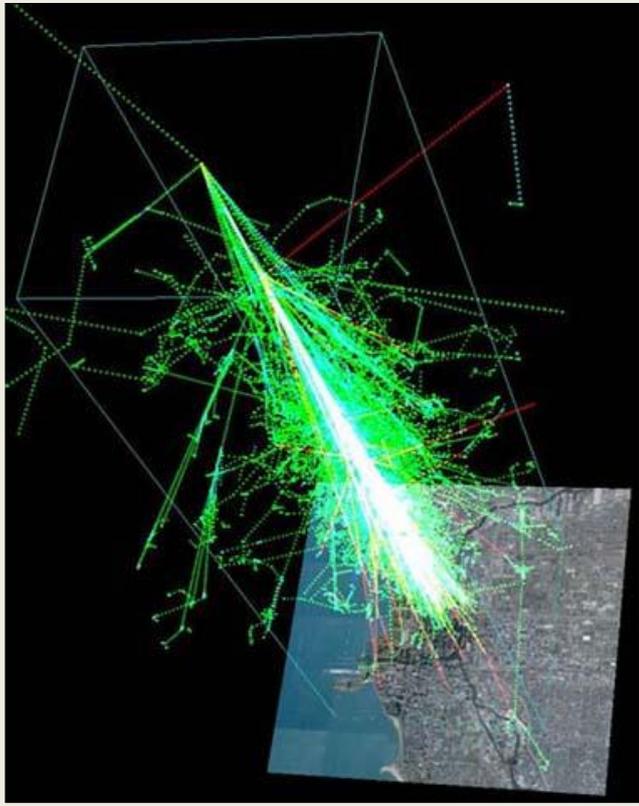


“solari”. L'intensità di queste ultime dipende non solo dalla fase del ciclo solare, ma anche e soprattutto dall'attività che il sole ha in un determinato momento. Le conseguenze dei grandi eventi solari sull'atmosfera terrestre, prevedibili solo con ridotto anticipo rispetto al loro verificarsi, sono di estrema rilevanza per le conseguenze sulla dose assorbita dagli equipaggi operanti in voli ad alta quota ed a latitudini elevate. Oggi la grande maggioranza del traffico aereo si svolge a quote oltre i 10 Km, e le rotte trans-oceaniche, trans-siberiane e polari sono sempre più utilizzate dall'aviazione civile: in queste condizioni la dose di radiazioni assorbita diventa significativa.

Esistono fondamentalmente due fattori che proteggono la popolazione sulla superficie terrestre dai raggi cosmici: lo schermo rappresentato dall'atmosfera ed il campo magnetico generato dalla terra.

A tutt'oggi nessun dispositivo di misurazione, attivo o passivo, è in grado però di fornire una valutazione soddisfacente dell'insieme dell'esposizione alle diverse radiazioni cosmiche. Uno dei risultati certi derivati dagli studi sulla fisica delle particelle coinvolte è l'elevata componente high-LET (elevato trasferimento lineare di energia), 68% del totale, che caratterizza le radiazioni cui è esposto il personale di volo rispetto alle radiazioni cui sono esposti i lavoratori del settore nucleare, dove il 93% dell'esposizione è dovuta a radiazioni a bassa energia (low-LET). Quanto più è elevato il

trasferimento lineare di energia tanto maggiore è lo "stress" sui tessuti biologici ed in particolare sul DNA cellulare.



A latitudini vicine al polo magnetico, nella fascia oltre i 50°N in Canada e 70°N in Siberia, non si registra alcun ulteriore incremento delle radiazioni in funzione dell'incremento della latitudine.

L'intensità delle radiazioni a 9.000 metri è circa 90 volte quella a livello del mare, poi aumenta di un fattore due tra 9.000 e 12.000 metri e di un ulteriore fattore due tra 12.000 e 20.000 metri. (4)

La maggioranza dei raggi cosmici galattici possiede un'energia dell'ordine di 100 MeV o superiore, molto oltre il range riscontrato nella protezione ordinaria da radiazioni. (4)

Si può affermare che al momento le conoscenze disponibili sulla fisica delle radiazioni cosmiche sono superiori alle conoscenze sui rischi a loro associati.

Prima dell'introduzione della Pubblicazione 60 dell'International Commission on Radiological Protection (ICRP 1991), la dose limite accettata per gli equipaggi era quella relativa alla popolazione generale. Gli equipaggi non erano ancora considerati professionalmente esposti e di conseguenza non si applicava la normativa adottata per i lavoratori radioesposti.

Il quadro è profondamente cambiato nell'Unione Europea con l'introduzione della direttiva EURATOM 96/29 (2), recepita nei vari Paesi, che ha regolato la radio-protezione. Tale Direttiva verte sulla protezione dei lavoratori e della popolazione pubblica dai pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti. Il personale di volo viene considerato professionalmente esposto ed limite annuale massimo di dose assorbita raccomandato è di 20 mSv.

In Italia la Direttiva 96/29/EURATOM (2) è stata recepita con Decreto Legislativo n°241 del 26 maggio 2000 dal titolo "Attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti". (6)

Secondo le disposizioni di legge la popolazione dei lavoratori è suddivisa in due classi:

- *Classe A*: che comprende tutti i lavoratori esposti per i quali è probabile un'esposizione ad una dose effettiva maggiore di 6 mSv per anno o una dose equivalente maggiore a 3/10 della dose limite per il cristallino, cute ed estremità;

- *Classe B*: include tutti i lavoratori non classificati come lavoratori in classe A.

## Conclusioni:

I limiti di dose imposti dalla normativa hanno lo scopo di eliminare quanto più gli effetti deterministici e a minimizzare il rischio di effetti stocastici derivanti dall'esposizione a radiazioni cosmiche.

Esistono problematiche specifiche che hanno reso e rendono difficile l'effettuazione di studi epidemiologici sugli equipaggi di volo. Ad esempio la relativamente bassa dose cumulativa (dell'ordine di 100 mSv) assorbita nell'arco della carriera di volo, la difficoltà di individuare una popolazione di riferimento valida per il confronto dal momento che gli equipaggi hanno caratteristiche e stili di vita notevolmente differenti dalla popolazione generale. Esistono inoltre fattori di esposizione diversi dalle radiazioni cosmiche che potrebbero avere un ruolo importante nello sviluppo di alcune patologie.

Un ulteriore fattore di incertezza sta nella difficoltà di ricostruire la dose assorbita durante la carriera a causa di registrazione incompleta della storia personale di volo. L'errata classificazione dell'esposizione dipende soprattutto dalle difficoltà derivanti dalla stima della dose assorbita durante l'intera carriera di volo.

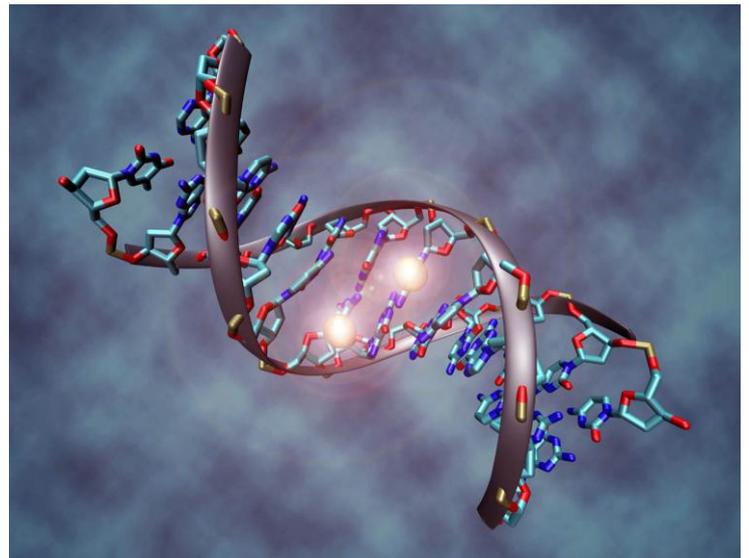
I risultati più significativi degli studi del settore, evidenziano l'esistenza di una certa concordanza per quanto riguarda l'incremento

dell'incidenza di tumori ormono-correlati (ad esempio tumori della mammella nelle assistenti di volo, cancro della prostata e tumore al testicolo nei piloti militari).

E' stato invece rilevato che per molti tipi di tumore l'incidenza fra gli equipaggi non si discosta da quella relativa alla popolazione generale.

Aumenti dell'incidenza di tumori quali il melanoma maligno e gli altri tumori della pelle tra i piloti sarebbero da imputarsi secondo diversi autori a fattori correlati allo stile di vita piuttosto che alle condizioni di lavoro.(1) (5)

Studi attualmente ancora in corso sono stati impostati su un numero molto ampio di soggetti e dovrebbero fornire nuovi dati sui possibili rischi occupazionali associati al volo.



Per quanto riguarda la normativa aeronautica specifica, l'ECAC (Conferenza Europea dell'Aviazione Civile), tramite l'ex JAA (Joint Aviation Authority), già alla fine degli anni novanta aveva messo immediatamente in atto una serie di iniziative volte all'applicazione, nei propri regolamenti, dei principi della direttiva EURATOM 96/29.

Oggi l'EASA, Agenzia Europea per la Sicurezza Aerea, attraverso il Regolamento U.E. n.8/2008 dell'11 dicembre 2007 (7) ha stabilito requisiti specifici per gli operatori aerei in base ai quali questi hanno l'obbligo di valutare l'esposizione alle radiazioni cosmiche del personale navigante e, qualora l'esposizione superi il valore di 1 mSv/anno provvedere a mettere in atto una serie di azioni fra cui la misurazione dell'esposizione, la riduzione quanto più possibile dell'esposizione stessa, l'informazione al personale sui possibili rischi conseguenti all'esposizione nonché provvedere a limitare l'esposizione a radiazioni cosmiche del personale in caso di gravidanza.

L'operatore è inoltre obbligato a mantenere le registrazioni dei valori di esposizione del personale di volo, di comunicarli all'interessato su base almeno annuale ed al momento della risoluzione del rapporto di lavoro. I dati devono essere custoditi dall'Operatore fino a 12 mesi dopo la risoluzione del rapporto di lavoro.

All'operatore è vietato effettuare voli oltre i 49000 ft (15000 m) a meno che non sia installata a bordo una idonea apparecchiatura per la misurazione delle radiazioni. Infine, al pilota è fatto obbligo di iniziare appena possibile la discesa qualora venga superato il rateo di dose indicato nel manuale di compagnia (Operation Manual).

## BIBLIOGRAFIA:

- 1) **Boice J.D.Jr.; M.Blettner; A.Auvinen.** Epidemiologic studies of pilots and aircrew. *Health Physics*.5: 576-584; 2000.
- 2) **Commission of the European Communities.** Council Directive 96/29/Euratom of 13 May 1996. Laying down basic safety standards for the protection of health of workers and the general public against the danger from ionizing radiation. Luxembourg: Office for Official publications of the European Communities L 159:39. 1996.
- 3) **European Commission. Radiation protection.** Exposure of air crew to cosmic radiation. A report of EURADOS working group 11. The radiation exposure and monitoring of air crew. *Eurados report 1996-01*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 1996.
- 4) **Kendall G.M..** Factors affecting cosmic-ray doses at aircraft altitudes. *Health Physics*.5: 560-562; 2000.
- 5) **Rafnsson V.; J.Hrafnkelsson; H.Tulinius.** Incidence of cancer among commercial airline pilots. *Occupational Environmental Medicine*. 57:175-179; **2000**
- 6) **Decreto Legislativo n°241 del 26 maggio 2000:** “Attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti”- pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 203 del 31 agosto 2000 - Supplemento Ordinario n. 140.
- 7) **Regolamento (CE) n. 8/2008** della Commissione, dell’ 11 dicembre 2007 , recante modifica del regolamento (CEE) n. 3922/91 per quanto riguarda i requisiti tecnici comuni e le procedure amministrative applicabili al trasporto commerciale mediante aeromobili  
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:010:0001:0206:IT:PDF>