

COMITATO NAZIONALE PER L'ENERGIA NUCLEARE
Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-75/24(R)
13 Maggio 1975

F. Lucci, M. Paganelli e M. Pelliccioni: RISULTATI DI
UN'INDAGINE CAMPIONE SUL FONDO NATURALE DI RA
DIAZIONI NELLA ZONA DI ROMA. -

LNF-75/24(R)
13 Maggio 1975

F. Lucci, M. Paganelli e M. Pelliccioni: RISULTATI DI UN'INDAGINE
CAMPIONE SUL FONDO NATURALE DI RADIAZIONI NELLA ZONA
DI ROMA. -

INTRODUZIONE. -

Negli anni passati, allo scopo di valutare il contributo del fondo naturale di radiazioni alla dose totale registrata dai dosimetri posti lungo i confini del Centro di Frascati, erano state effettuate un certo numero di misure in ambienti sicuramente non esposti a sorgenti artificiali di radiazioni. I risultati di queste misure, non sempre conformi alle previsioni, hanno stimolato una indagine più sistematica, della quale si vuol riferire in questa nota.

L'indagine di cui trattasi, svoltasi nel corso del 1974, è stata condotta negli ambienti abitualmente frequentati da un gruppo di circa 40 persone, scelte casualmente tra i dipendenti del Centro di Frascati, e tutte aventi domicilio a Roma o nei paesi circostanti. A dette persone sono stati distribuiti dosimetri a termoluminescenza da esporre nelle loro abitazioni secondo prefissate modalità. I dosimetri, che venivano letti ogni tre mesi, sono stati lasciati nei punti di misura per circa un anno solare.

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI MISURA. -

I dosimetri usati sono costituiti da un'ampolla di vetro, tipo valvola radio, contenente un cilindro metallico riscaldabile indirettamente con un filamento, su cui è depositato il materiale termoluminescente

2.

(CaF₂ naturale selezionato). Il tutto è racchiuso in un contenitore di plastica, in cui è anche alloggiato un filtro per la correzione della risposta a bassa energia. Tale sistema presenta numerosi vantaggi, tra i quali la gran semplicità d'uso e l'assenza di fenomeni spuri (triboluminescenza e chemiluminescenza). Inoltre il metodo di lettura adottato, basato sulla altezza del terzo picco ad alta temperatura, garantisce una grande stabilità dell'informazione dosimetrica, che si traduce in caratteristiche di "fading" molto favorevoli anche a temperature relativamente alte: è stato riferito⁽¹⁾ che dopo nove mesi a 20°C o a 45°C il "fading" è inapprezzabile, mentre dopo 45 giorni a 100°C esso è inferiore al 10%.

Un'altra caratteristica importante per misure a basso livello è il fondo proprio dei dosimetri, per il quale è stato segnalato un valore medio $0,3 \div 0,4$ mR/giorno⁽¹⁾. Alcune prove effettuate presso il nostro laboratorio, anche se non con la continuità desiderabile, fanno tuttavia pensare che si tratti di una valutazione pessimistica. Alcuni dosimetri conservati in un pozzetto di piombo spesso 10 cm hanno infatti registrato all'incirca 0,22 mR/giorno comprendenti, oltre al fondo del dosimetro, il contributo residuo della componente dura dei raggi cosmici e quello dovuto ad eventuali impurità radioattive presenti nel piombo. Ciascuno di questi due contributi è stato stimato dell'ordine di 0,05 mR/giorno⁽²⁾. Il fondo intrinseco del dosimetro può pertanto essere considerato dello ordine di 0,12 mR/giorno ovvero circa 44 mR/anno.

Il sistema dei dosimetri usati è stato poi tarato mediante esposizione con sorgenti calibrate al 5% di Co⁶⁰ e Cs¹³⁷.

I risultati delle calibrazioni sono mostrati nella Fig. 1.

RISULTATI DELLE MISURE. -

A tutte le persone che hanno collaborato alla presente indagine era stato raccomandato di porre i dosimetri all'interno delle abitazioni ad una distanza di circa mezzo metro dalle pareti e dal pavimento. I risultati delle misure sono mostrati nella Fig. 2. I valori delle esposizioni sono distribuiti di norma tra 215 e 420 mR/anno, con l'eccezione di un caso (abitazione sita in Guidonia) ove è stato registrato un valore di 146 mR/anno. Il valore medio risulta pari a 304 mR/anno, con una deviazione standard del 19%. Tutti i valori sopra riportati, e salvo contrario avviso anche quelli che saranno riportati nel seguito, s'intendono comprensivi del fondo intrinseco dei dosimetri.

Nella Fig. 3 sono mostrati i valori registrati dai dosimetri esposti all'esterno (balconi, finestre, etc) delle abitazioni. Detti valori sono di norma compresi tra 140 e 410 mR/anno, con l'eccezione di un punto (sempre a Guidonia) nel quale si è trovata un'esposizione di 102 mR/anno. Il valore

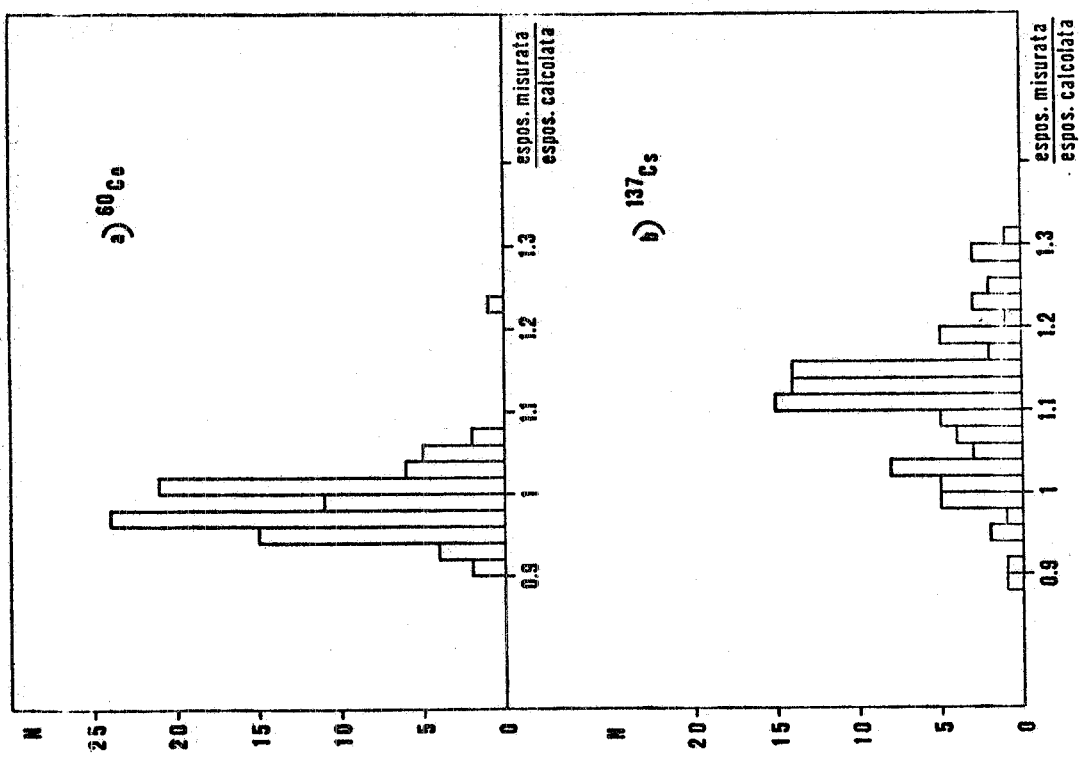


FIG. 1 - Distribuzione delle esposizioni di cali
 brazione con sorgenti di Co^{60} a) e di Co^{137} b).

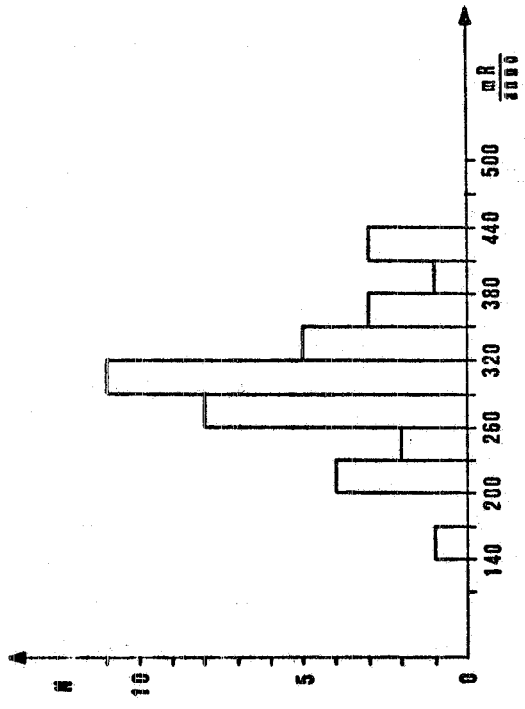


FIG. 2 - Distribuzione delle esposizioni medie
 annuali rilevate all'interno delle abitazioni.

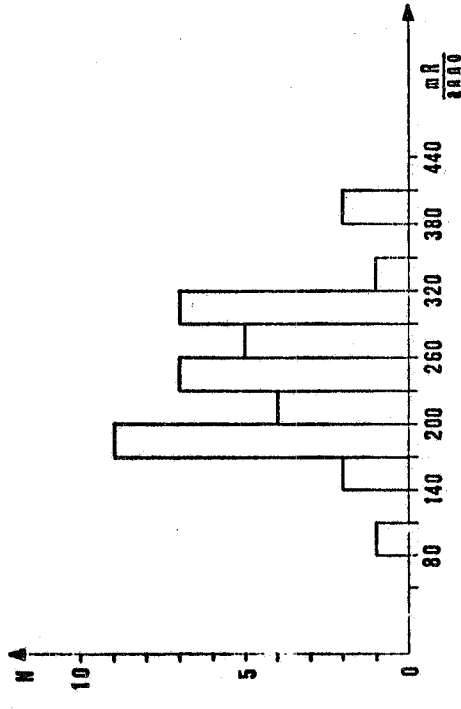


FIG. 3 - Distribuzione delle esposizioni medie
 annuali rilevate all'esterno delle abitazioni.

4.

medio risulta pari a 242 mR/anno con una deviazione standard del 26%.

Si noti che i valori relativi a queste misure sono meno significativi dei precedenti perchè più dipendenti dalla posizione dei dosimetri (in genere attaccati a mura, ringhiere, etc) rispetto alle pareti circostanti. Ciò si riflette in una maggiore deviazione standard rispetto al caso precedente.

Alcuni rilievi sono stati anche effettuati dislocando i dosimetri in giardini. In questo caso, non è purtroppo stato possibile raccogliere dati abbastanza numerosi per una statistica significativa. Converrà comunque riferire che da una media su 5 punti è stato ricavato un valore di 268 mR/anno con una deviazione standard del 9%. Considerando anche altri 4 punti, in cui il controllo è stato però possibile soltanto per 6 mesi, si otterrebbe un valore medio di 277 mR/anno con una deviazione standard del 31%. L'elevato valore della deviazione standard è motivato dalla presenza di un valore particolarmente elevato (435 mR/anno rilevato a Velletri) e di un altro particolarmente basso (129 mR/anno rilevato a Guidonia).

Nella Fig. 4 è mostrato l'andamento delle esposizioni medie, misurate all'esterno e all'interno delle abitazioni e nei giardini, in funzione delle stagioni in cui sono stati effettuati i rilievi. Come si può notare, non si evidenziano differenze stagionali apprezzabili.

Nella Tabella I, i risultati delle misure sono stati suddivisi a seconda delle aree di esposizione. Non sembrano notarsi in alcun caso differenze molto elevate. In particolare, le esposizioni misurate all'interno delle abitazioni risultano completamente indipendenti dall'area considerata. Ciò sembra ragionevole, in quanto tali esposizioni dipendono fortemente dai materiali impiegati nelle costruzioni delle case, degli oggetti presenti, etc, per i quali non sembrano ipotizzabili sostanziali differenze a seconda della locazione in una delle tre categorie in cui sono state suddivise le aree esplorate.

TABELLA I

Area	N. punti di misura	Interno abitazioni (mR/anno)	Esterno abitazioni (mR/anno)
Castelli Romani	11	306	259
Roma (entro il GRA)	18	302	248
Altri	9	297	210

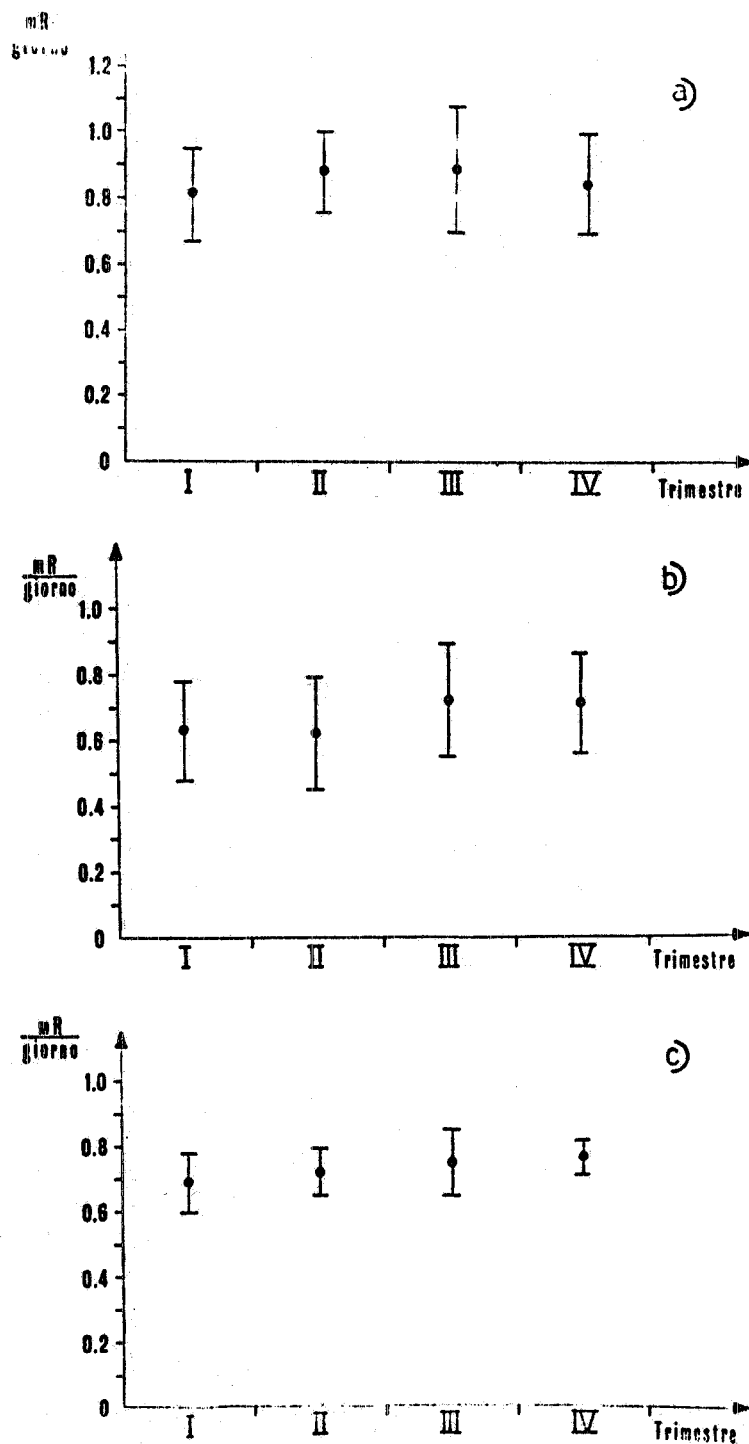


FIG. 4 - Andamento stagionale delle esposizioni medie misurate all'interno delle abitazioni a), all'esterno delle abitazioni b), nei giardini c).

6.

Potrebbero esservi invece differenze, anche notevoli, nelle misure effettuate all'esterno delle case (giardini, balconi, etc), sulle quali hanno notevole influenza le caratteristiche dell'ambiente circostante. E' infatti ben noto che la concentrazione di U, Th e K può raggiungere valore elevati nelle rocce e nei materiali vulcanici di alcune zone della Italia Centro Meridionale^(3, 4).

I dati relativi ai rilievi esterni di cui alla Tabella 1 e, soprattutto, quelli relativi alle misure effettuate nei giardini, mostrano certamente l'esistenza di differenze attribuibili alla diversa dislocazione dei punti di misura.

Dalle misure sopra presentate è possibile ricavare l'esposizione cui sono in media esposte le persone appartenenti al campione oggetto della presente indagine. Supponendo per dette persone una permanenza media di 18 ore in ambienti interni e di 5 ore in ambienti esterni, si troverebbe per l'esposizione un valore, al netto del fondo, di circa 245 mR/anno.

Si è tentato di effettuare la stessa valutazione per via diretta con trollando cioè con dosimetri a termoluminescenza cittadini certamente non coinvolti in attività con rischio professionale da radiazioni. I risultati di queste prove, relative peraltro ad un campione statisticamente non completamente significativo, hanno fornito un valore medio di 205 mR/anno con una deviazione standard del 17%, sempre al netto del fondo.

I due risultati sopra citati, quantunque non in completo accordo tra loro, sono soddisfacentemente indicativi dall'esposizione annua cui è soggetta in media la popolazione di Roma e zone limitrofe.

CONCLUSIONI. -

I valori delle esposizioni misurate nella presente indagine non sono fundamentalmente diversi da quelli di precedenti analoghi lavori. Da un esame comparativo con i dati raccolti da vari autori si evidenziano tutta via alcuni aspetti caratteristici, in gran parte interpretabili in base alle diverse strutture geologiche dei territori considerati. I valori medi delle esposizioni risultano, in genere, più elevati di quelli riscontrati in altri Paesi^(5, 6). Sono inoltre evidenti notevoli fluttuazioni in dipendenza del sito considerato.

Al contrario di quanto riportato da altri autori⁽⁵⁾, in riferimento peraltro ad abitazioni costruite in legno, le esposizioni misurate allo interno delle case sono sempre risultate maggiori di quelle misurate all'esterno.

I risultati trovati sono in qualche misura più elevati anche di quelli riportati in uno studio sulla radioattività naturale recentemente effettuati in Italia in 11 diverse aree scelte in base alle caratteristiche

geologiche del terreno⁽⁷⁾.

In tale studio si è trovato, ad esempio, per la dose all'interno delle abitazioni delle città di Roma un valore di 186 mrad/anno, certamente inferiore a quello desumibile dal presente lavoro (302 mR/anno) che, al netto del fondo, equivale ad una dose in aria di circa 220 mrad/anno.

Minori sono le differenze riscontrabili tra i dati raccolti nei giardini: 172 mrad/anno contro i 270 mR/anno dal presente lavoro che, al netto del fondo, equivalgono ad una dose in aria di circa 188 mrad/anno. V'è tuttavia da osservare che mentre il primo dato si riferisce a giardini siti in Roma, il secondo è relativo a giardini in gran parte situati fuori dalla città.

Gli altri dati dei due lavori non si prestano al confronto, in quanto si riferiscono a condizioni di misura sostanzialmente diverse,

Per quanto riguarda le differenze riscontrate, specie quelle relative alle misure effettuate all'interno delle abitazioni, site nella città di Roma, sembra plausibile avanzare l'ipotesi di un diverso posizionamento dei dosimetri rispetto alle mura e ai pavimenti.

A supporto dei risultati del presente lavoro, si ritiene opportuno segnalare che i valori trovati confermano quelli di precedenti indagini effettuate, in forma peraltro meno sistematica, negli anni compresi tra il 1969 e il 1973, allo scopo di interpretare correttamente i dati dosimetrici relativi alla sorveglianza fisica delle radiazioni nel Centro di Frascati⁽⁸⁾.

Infine, allo scopo di fornire un significativo termine di confronto per i valori sopra riportati, si ritiene opportuno ricordare alcuni dati dosimetrici fondamentali nella protezione dalle radiazioni delle popolazioni:

- il valore generalmente accettato come media mondiale del fondo naturale è 122 mrad/anno in aria⁽⁹⁾;
- la dose massima ammissibile per l'esposizione a radiazioni d'origine artificiale della popolazione nel suo insieme è 5 rem/30 anni⁽¹⁰⁾;
- la dose massima ammissibile per individui particolari della popolazione (cosiddetto "gruppo terzo della popolazione") è 500 mrem/anno⁽¹⁰⁾.

RINGRAZIAMENTI. -

Gli autori desiderano ringraziare cordialmente tutti i colleghi che hanno collaborato alla raccolta dei dati presentati in questa nota.

BIBLIOGRAFIA. -

- (1) - R. Schayes, C. Brooke, I. Kozlowitz and M. Lhereux, New developments in thermoluminescent dosimetry, *Health Physics* 14, 251 (1968).
- (2) - F. Lucci, M. Pelliccioni, Etude des niveaux de radiations aux confins du Centro de Frascati en rapport avec le fond naturel (in preparazione).
- (3) - G. Imbò, P. Gasperini, G. Luongo, A. Rapolla, Contributions to the volcanological researches by determination of the radioactivity of eruptive products, *Bull. Volc.* 32, 2/25 (1968).
- (4) - L. Civetta, P. Gasperini, A review of U and Th distributions in recent volcanics from southern Italy magnetological and geophysical implications, Osservatorio Vesuviano, Ercolano.
- (5) - C. L. Lindeken, D. E. Jones, R. E. McMillen, Environmental radiation background variations between residences, *Health Phys.* 24, 81 (1973).
- (6) - D. B. Yeates, B. E. King, Estimation of the gamma-ray natural background radiation dose to an urban population in western Australia, *Health Phys.* 25, 373 (1973).
- (7) - A. Cardinale, L. Frittelli, G. Lembo, F. Gera and O. Ilari, Studies of the natural background radiation in Italy, *Health Phys.* 20, 285 (1971).
- (8) - F. Lucci, M. Pelliccioni, Esperienza di sorveglianza fisica delle radiazioni ai confini del Centro di Frascati, LNF-74/38(R) (1974).
- (9) - Unsear Report, Suppl. N. 14, (A/6314) (1966).
- (10) - D. M. 2 Febbraio 1971, G. U. n. 58 del 6-3-1974.