

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE  
Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-86/13(R)  
27 Febbraio 1986

A. Esposito, M. Pelliccioni e G. Sciocchetti:  
ULTERIORI MISURE DI RADIOATTIVITA' NATURALE PER IL  
LABORATORIO DEL GRAN SASSO DELL'INFN

## ULTERIORI MISURE DI RADIOATTIVITA' NATURALE PER IL LABORATORIO DEL GRAN SASSO DELL'INFN

A. Esposito. M. Pelliccioni  
INFN, Laboratori Nazionali di Frascati

e

G. Sciocchetti  
ENEA, PAS, Laboratorio Misure Ambientali

### INTRODUZIONE

Com'è noto, tra i requisiti fondamentali del Laboratorio del Gran Sasso, in corso di realizzazione lungo il tunnel autostradale della Roma-L'Aquila, vi è quello di mantenere al suo interno un fondo di radiazioni quanto più basso possibile.

In precedenti note<sup>(1,2)</sup> sono state esaminate le due più importanti componenti del predetto fondo di radiazioni, le rocce circostanti e i materiali da costruzione, tra cui in primo luogo il calcestruzzo da usare per il rivestimento delle pareti del Laboratorio. In entrambi i casi i principali contributi alla radioattività totale sono risultati quelli dovuti al K-40 e ai radionuclidi delle famiglie radioattive dell'U-238 e del Th-232. Nelle stesse note sono stati anche riportati i risultati di misure di esposizione effettuate in vari punti della galleria autostradale.

Recentemente sono state eseguite ulteriori misure di radioattività in vari campioni di cemento, estendendo così le precedenti indagini, con lo scopo questa volta di selezionare quello più adatto per realizzare la sorgente da utilizzare per lo studio del decadimento del protone.

Sono state inoltre effettuate nuove misure dei livelli di esposizione nel costruendo laboratorio e per la prima volta anche misure di concentrazione di radon in aria.

I risultati di tutte queste misure sono qui di seguito riportati.

ULTERIORI MISURE DI RADIOATTIVITA' IN VARI CAMPIONI DI CEMENTO

Le modalità seguite per la misura della radioattività nei campioni di cemento sono praticamente le stesse illustrate nella precedente nota<sup>(1)</sup>.

In genere i campioni sono stati forniti dalle ditte già sotto forma di polvere. Quando questo non è avvenuto si è provveduto alla loro frantumazione. L'analisi spettrometrica è stata effettuata con un cristallo al germanio intrinseco.

Come al solito le valutazioni relative alle famiglie dell'U-238 e del Th-232 sono state effettuate in base rispettivamente alla riga a 609 keV del Bi-214 e a quella a 238 keV del Pb-212, che sono le più intense e comportano quindi gli errori più modesti. Si è inoltre considerato il contributo del K-40, che presenta una riga a 1461 keV.

I risultati delle misure sono mostrati nella Tabella I. Essi confermano sostanzialmente quelli della precedente indagine e in particolare la circostanza che i cementi con contenuto in pozzolana si presentano come i più radioattivi. Si è inoltre notato che, per lo stesso tipo di cemento, il contenuto di radioattività dipende anche dal periodo di consegna del campione, a causa di probabili variazioni nella sua composizione e soprattutto di cambiamenti nella cava di provenienza.

Tabella I - Attività specifica (Bq kg<sup>-1</sup>) in vari campioni di cemento.

Tipo di cemento	Attività specifica		
	K-40	Pb-212	Bi-214
PZ 325 - Cementi adriatici (Pe)	436 ± 26	95 ± 5	65 ± 4
PZ 325 - Italcementi (Colleferro)	775 ± 52	194 ± 11	92 ± 5
PZ 325 - Colacem (Gubbio)	655 ± 40	117 ± 6	63 ± 4
PZ 325 - Unicem (Guidonia)	623 ± 37	138 ± 8	71 ± 4
PZ 425 - Unicem (Guidonia)	4600 ± 30	87 ± 4	51 ± 3
PTL 425 - Cementir (Spoleto)	154 ± 12	10 ± 1	13 ± 1
PTL 425 - Italcementi (Colleferro)	296 ± 20	74 ± 4	46 ± 3
PTL 425 - Cementi adriatici (Pe)	158 ± 12	10 ± 1	28 ± 2
PTL 425 - Unicem (Guidonia)	220 ± 16	38 ± 2	25 ± 2
PTL 425 - Sacci (Cagnano Amiterno)	207 ± 15	11 ± 1	30 ± 2
PTL 525 - Italcementi (Colleferro)	245 ± 18	45 ± 2	39 ± 2
DURAPID 525 - Unicem (Guidonia)	228 ± 17	35 ± 2	25 ± 2
PTL 525 - Sacci (Cagnano Amiterno)	188 ± 13	9 ± 1	30 ± 2

## I LIVELLI DI ESPOSIZIONE NEL LABORATORIO

I livelli di esposizione nel costruendo laboratorio dell'INFN sono stati rilevati con due diverse metodiche. Una prima misura è stata effettuata per mezzo dell'Environmental Radiation Monitor Mod. RS111 della Reuter Stokes, ponendo la camera a ionizzazione a circa un metro dal suolo e lasciando il sistema in integrazione per alcune ore. Una seconda valutazione è stata invece effettuata facendo uso di dosimetri a termoluminescenza (bulbi Harshaw al  $\text{CaF}_2$ ), lasciati esposti per oltre quattro mesi (dal 20 Giugno al 28 Ottobre 1985) in vari punti del laboratorio, attaccati alle pareti.

I risultati delle due diverse serie di misure sono mostrati rispettivamente nelle Figure 1 e 2.

Come si può osservare, i ratei di esposizione, ancora espressi nella vecchia unità di misura ( $\mu\text{R/h}$ ) ormai non più ammessa, risultano diversi nei due casi. In particolare quelli misurati dai bulbi sono sistematicamente più elevati di quelli misurati invece con la camera a ionizzazione. Ciò si spiega con un effetto delle due diverse geometrie di esposizione, e in particolare con la maggiore vicinanza dei bulbi alla sorgente rispetto alla camera a ionizzazione.

Con il sistema Reuter Stokes sono state anche ripetute le misure a suo tempo effettuate lungo la galleria autostradale, trovando praticamente gli stessi risultati, come si può osservare in Tabella II, ove le due serie di misure sono messe a confronto.

Tabella II - Livelli di esposizione misurati lungo la galleria autostradale nel 1982 e nel 1985.

Distanza dall'inizio della galleria (km)	Rateo di esposizione misurato nel 1982 ( $\mu\text{Rh}^{-1}$ )	Rateo di esposizione misurato nel 1985 ( $\mu\text{Rh}^{-1}$ )
0	$7.4 \pm 0.9$	$7.0 \pm 0.9$
1	$3.5 \pm 0.2$	$2.6 \pm 0.3$
1.456	$3.3 \pm 0.1$	
2	$4.6 \pm 0.5$	$4.6 \pm 0.5$
2.4	$4.0 \pm 0.1$	
3	$2.7 \pm 0.3$	$2.4 \pm 0.3$
4	$3.9 \pm 0.4$	$3.8 \pm 0.4$
4.1	$4.7 \pm 0.1$	
4.5	$3.6 \pm 0.1$	$3.5 \pm 0.1$
5	$4.3 \pm 0.3$	
5.5		$3.5 \pm 0.1$
5.65	$3.5 \pm 0.1$	
6		$3.8 \pm 0.3$
6.1	$3.9 \pm 0.3$	



## MISURE DI CONCENTRAZIONE DI RADON IN ARIA

Trattandosi di un laboratorio sotterraneo si è infine ritenuto interessante effettuare anche misure di concentrazione di radon in aria. A tale scopo ci si è avvalsi della collaborazione dei tecnici del Laboratorio Misure Ambientali dell'ENEA (PAS-SCAMB), che hanno fornito la strumentazione da usare.

Sono state effettuate misure attive e passive della concentrazione di Rn-222 (radon gas) e misure attive della concentrazione dell'energia potenziale alfa associata ai prodotti di decadimento del Rn (Po-218, Pb-214, Po-214).

Per le misure passive sono stati impiegati speciali dosimetri al CR 39 progettati e realizzati per conto del predetto laboratorio ENEA.

Per le misure attive sono state utilizzate celle al SZn da 1.4 litri a basso fondo, di produzione Eberline, accoppiate con un fototubo SAC-R5 e un rateometro Rascal PRS-2. Per le misure dei prodotti di decadimento del Rn-222 si è impiegato il metodo di Markov consistente in due misure alfa totali dei particolati raccolti su di un filtro Gelman in Fiber Glass tipo A-E mediante aspirazione con una pompa a flusso costante Mitchell tipo L5-10RB. I conteggi sono stati eseguiti mediante una slitta SPA-1 accoppiata a un rateometro Rascal PRS-2 e successivamente elaborati

Lungo la galleria autostradale sono state effettuate due misure lasciando esposti rivelatori passivi rispettivamente per 71 giorni (dal 7 Settembre al 17 Novembre 1983) e per 62 giorni (dal 16 Marzo al 18 Maggio 1985). I risultati sono indicati nella Tabella III.

Tabella III - Concentrazione di radon in aria misurata lungo la galleria autostradale.

Distanza dall'inizio della galleria (km)	C(Bq m <sup>-3</sup> ) 7/9/83-17/11/83	C(Bq m <sup>-3</sup> ) 16/3/84-18/5/84
0	30	73
1	40.2	66
2	26	47.8
3		36.2
4	38.3	
5	30.4	37.8
6		54
7	41.2	41
8.5	32	54.8

La media della prima serie di misure porta a un valore di  $36 \pm 6 \text{ Bq m}^{-3}$ ; la seconda a  $51 \pm 13 \text{ Bq m}^{-3}$ . Si tratta di valori dello stesso ordine di grandezza di quelli che si possono riscontrare nelle civili abitazioni<sup>(3,4)</sup>. Le differenze tra le due serie sono dovute a fattori stagionali.

Le misure attive effettuate all'interno del laboratorio nei punti indicati in Fig. 3 hanno dato i risultati riportati nella Tabella IV.

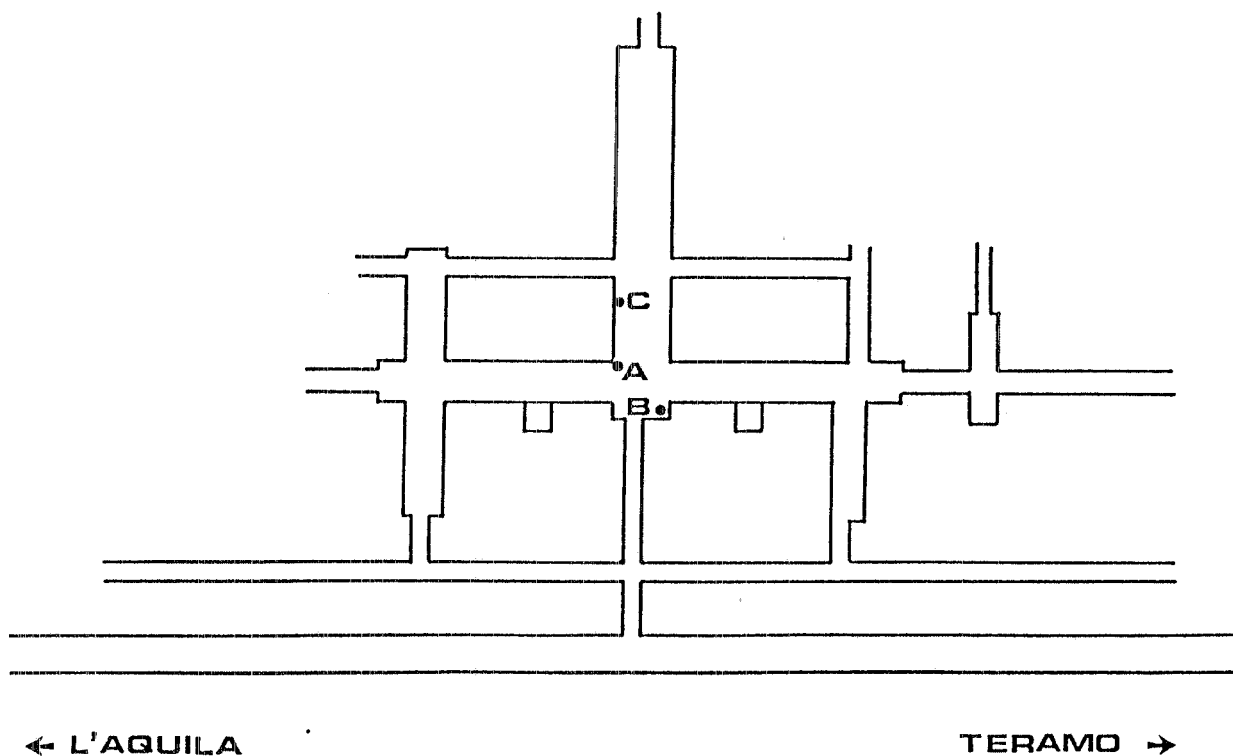


FIG. 3 - Punti del laboratorio del Gran Sasso ove sono state effettuate le misure di concentrazione di radon in aria i cui risultati sono riportati in Tabella IV.

Tabella IV - Risultati delle misure delle concentrazioni in aria del radon (C) e dell'energia potenziale alfa (C'), effettuate all'interno del laboratorio, e relativi fattori di equilibrio (E.F.).

Data	Punto di misura	C(Bq m <sup>-3</sup> )	C'(Bq m <sup>-3</sup> )	E.F.
30/7/85	A	90	30	0.33
	B	110	50	0.45
	C	110	40	0.36

Il maggior valore delle concentrazioni misurate nel laboratorio rispetto a quelle del tunnel autostradale deve probabilmente attribuirsi alla stagnazione dell'aria, causata dalla scarsa ventilazione naturale, e alla presenza di abbondante acqua.

Le misure di concentrazione di radon proseguono in modo sistematico con la collaborazione, oltre che dell'ENEA, anche dell'Istituto Superiore di Sanità.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) G.Campos Venuti, A.Esposito, A.Grisanti, M.Pelliccioni e S.Risica, Studio della radioattività naturale in rocce e cementi, ai fini della costruzione del Laboratorio del Gran Sasso dell'INFN, Frascati report LNF-82/78 (1982).
- (2) A. Esposito and M. Pelliccioni, Study on natural radioactivity in building materials with a view to the construction of the INFN Laboratory of Gran Sasso, Nucl. Sci. J. 22, 291 (1985).
- (3) G.Sciocchetti, F.Scacco, P.G.Baldassini, C.Battella, M.Bovi and L.Monti, The italian national survey of indoor radon exposure, The Science of Total Environment, 45, 327 (1985).
- (4) G.Sciocchetti, F.Scacco P.G.Baldassini, L.Monte and R.Sarao, Indoor measurements of airborne natural radioactivity in Italy, Rad. Prot. Dos. 7, 347 (1984).