



## **Laboratori Nazionali di Frascati**



**STAGE 2001**

**RELAZIONE SU**

**MISURE DI RADON GAS**

**MISURE TERMOLUMINESCENZA**

**a cura di**

***IACOPO TRAVERSI DE ANGELIS GIUSEPPE***

# RADON

## DESCRIZIONE:

Il Radon e' un gas radioattivo estremamente volatile prodotto dal decadimento di tre nuclidi capostipiti che danno luogo a tre diverse famiglie radioattive; essi sono: il Torio 232, l'Uranio 235 e l'Uranio 238. Il decadimento del nuclide piu' abbondante in natura, cioe' l'Uranio 238, produce l'isotopo Radon 222, comunemente detto Radon. Il Torio 232 e l'Uranio 235 producono rispettivamente il Radon 220 e il Radon 219. Il Radon e' un alfa emettitore e viene continuamente generato da alcune rocce presenti sulla crosta terrestre, in particolare tufi, pozzolane, rocce vulcaniche, ecc., ma non e' da escludere che si possa generare da rocce sedimentarie come marmi, ecc. Puo' essere presente come gas disciolto nelle falde acquifere ed e' nota la sua presenza nei materiali di costruzione. Alcuni studi degli ultimi decenni hanno dimostrato che l'inalazione di Radon ad alte concentrazioni aumenta di molto il rischio di tumori polmonari e si e' arrivati alla conclusione che in alcune zone europee il Radon e' la seconda causa, in ordine di importanza, di cancro ai polmoni.

## STRUMENTI UTILIZZATI

Monitor della Pylon costituito dal modello AB-5 (elettronica) e dai modelli 300A dette celle di Lucas (rivelatori).



## **FUNZIONAMENTO DEGLI STRUMENTI:**

La strumentazione sopra indicata viene utilizzata per la misura del radon in aria.

L'aria dell'ambiente viene aspirata attraverso un filtro, il cui scopo è quello di eliminare sia eventuali impurezze presenti che soprattutto i figli del radon, e convogliarla in una cella di Lucas.

La superficie interna di ciascuna cella è rivestita di un materiale scintillante di solfuro di zinco attivato all'argento (ZnS (Ag)). Quando il radon gas decade la radiazione emessa viene rivelata dallo scintillatore attraverso l'emissione di luce. Detta luce viene infine trasformata in un segnale di corrente, successivamente convertito in conteggi.

## **SCELTA E VERIFICA DEL PUNTO DI LAVORO:**

Preliminare a qualsiasi misura, è la regolazione dell'alta tensione del fotomoltiplicatore e del circuito di sottrazione del rumore.

Tali regolazioni determinano come gli impulsi di luce emessi dalle celle di Lucas vengono contate dal sistema AB-5. La regolazione dell'alta tensione nell'intervallo 600-1100 V avviene tramite un potenziometro multigiri (10 giri). La regolazione della sottrazione del rumore avviene tramite un potenziometro lineare a 10 posizioni. La scelta del punto di lavoro viene effettuata per massimizzare il segnale e minimizzare il rumore.

Per prima cosa, si è verificato il corretto funzionamento dello strumento, utilizzando una sorgente di riferimento osservando che la sua risposta fosse consistente con quelle precedenti. Sono stati così realizzati tre set di misure per ogni posizione del discriminatore, variando per ognuno l'alta tensione (da 1 a 10), su di un tempo di trenta sec. per 15 misure.

La tabella 1 riepiloga le misure e la relativa statistica (media, deviazione standard, deviazione standard percentuale), successivamente riportate nella figura 1. Considerando che tutti i parametri trovati non differivano da quelli dello scorso anno, veniva utilizzato per le misure in campo il punto di lavoro HV=7.5 giri e Disc.=posizione 5.

## **MISURE EFFETTUATE:**

Misure di concentrazione di Radon sono state effettuate nei seguenti ambienti sotterranei e non dei LNF:

- Laboratorio dell'U.F. Fisica Sanitaria.(Tab.2 e Fig.2)
- Ex laboratorio Scow.(Tab.3 e Fig.3)
- Aula Magna edificio Alte Energie.(Tab.4 e Fig.4)
- Bagni adiacenti all'Aula Magna.(Tab.5 e Fig.5)
- Cunicoli impianto DA NE.(Tab.6 e Fig.6)
- Foresteria DA NE.(Tab.7 e Fig.7)

Ciascun ambiente è stato misurato per un tempo non inferiore a dodici ore.

## **COMMENTI E CONCLUSIONE:**

Tutte le figure mostrano una variazione temporale della concentrazioni di radon con un massimo che si situa in genere verso le ore del mattino (fig.2). Le concentrazioni dipendono fortemente ovviamente da dove sono situati gli ambienti (sotterranei o meno), dal tipo di materiale di cui gli ambienti sono fatti, dalla loro areazione e dalla loro frequentazione.

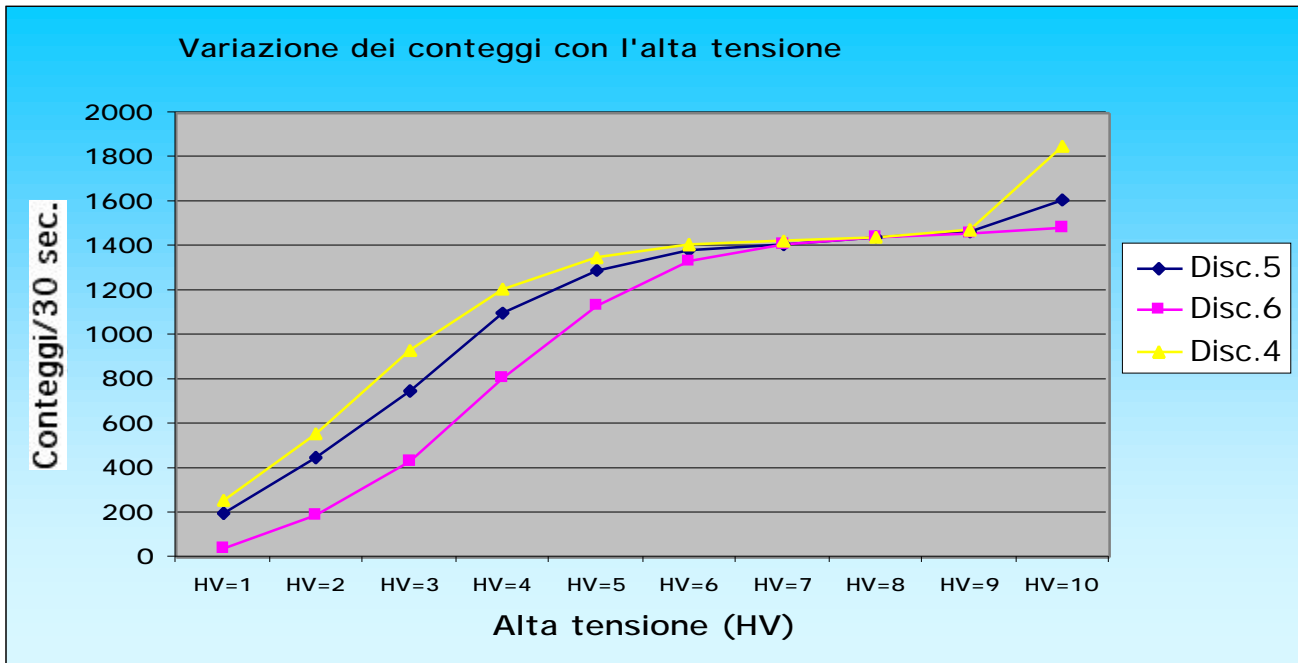
Negli ambienti poco frequentati e/o poco areati le concentrazioni variano poco nel tempo (fig.3; fig.4; fig5).

Il valore di concentrazione piu' elevato misurato e' stato misurato nei cunicoli di DA NE dove si e' superata di poco la concentrazione di 500 Bq/m3.

Frascati 6/7/2001

Giuseppe De Angelis

Jacopo Traversi



HV=1	HV=2	HV=3	HV=4	HV=5	HV=6	HV=7	HV=8	HV=9	HV=10
200	450	753	1096	1292	1384	1405	1441	1469	1608
43	190	433	807	1134	1330	1407	1441	1462	1483
255	561	931	1208	1346	1409	1425	1440	1471	1854

**Tab  
1**

**Misure del Radon con la variazione del  
Discriminatore**

Num del Discr.	Int. di T. (sec.)	Misura ( ctg )	Conteggi HV=1	Conteggi HV=2	Conteggi HV=3	Conteggi HV=4	Conteggi HV=5	Conteggi HV=6	Conteggi HV=7	Conteggi HV=8	Conteggi HV=9	Conteggi HV=10
5	30	1	185	456	769	1049	1305	1395	1364	1437	1463	1529
5	30	2	216	495	699	1080	1288	1367	1447	1398	1522	1594
5	30	3	187	444	732	1176	1264	1451	1396	1490	1436	1555
5	30	4	215	447	728	1027	1332	1362	1453	1475	1445	1547
5	30	5	187	445	784	1116	1275	1427	1396	1433	1502	1633
5	30	6	215	432	820	1028	1233	1386	1362	1397	1510	1600
5	30	7	225	426	739	1050	1321	1418	1445	1383	1469	1660
5	30	8	181	467	777	1123	1277	1338	1454	1443	1478	1591
5	30	9	180	427	752	1090	1290	1407	1400	1459	1496	1699
5	30	10	196	445	735	1051	1286	1337	1449	1383	1427	1554
5	30	11	206	468	744	1119	1229	1391	1373	1434	1515	1644
5	30	12	208	414	757	1127	1284	1360	1398	1456	1464	1583
5	30	13	217	467	760	1104	1325	1343	1374	1481	1451	1647
5	30	14	192	459	725	1155	1298	1430	1417	1458	1421	1630
5	30	15	185	456	779	1150	1367	1354	1349	1486	1442	1659

Media 200 450 753 1096 1292 1384 1405 1441 1469 1608

Dev. Standard 15 21 30 47 36 36 37 37 33 50

D. Standard Percentuale 7.7 4.6 3.9 4.3 2.8 2.6 2.6 2.5 2.3 3.1

Num del Discr.	Int. di T. (sec.)	Misura ( ctg )	Conteggi HV=1	Conteggi HV=2	Conteggi HV=3	Conteggi HV=4	Conteggi HV=5	Conteggi HV=6	Conteggi HV=7	Conteggi HV=8	Conteggi HV=9	Conteggi HV=10
6	30	1	48	185	404	864	1125	1328	1396	1451	1372	1499
6	30	2	48	218	443	814	1138	1319	1417	1422	1455	1479
6	30	3	44	186	431	791	1160	1361	1402	1477	1523	1463
6	30	4	50	207	444	824	1182	1332	1430	1434	1469	1528
6	30	5	42	185	397	751	1165	1388	1372	1477	1475	1474
6	30	6	60	184	425	793	1135	1322	1393	1438	1393	1434
6	30	7	42	197	434	844	1115	1348	1407	1451	1386	1477
6	30	8	33	190	427	777	1099	1322	1450	1421	1517	1525
6	30	9	31	182	444	845	1173	1296	1459	1400	1495	1461
6	30	10	40	182	397	799	1154	1345	1440	1461	1424	1544
6	30	11	44	212	470	820	1081	1292	1302	1449	1479	1512
6	30	12	38	191	431	763	1161	1345	1448	1429	1500	1450
6	30	13	31	170	468	797	1086	1294	1400	1465	1409	1451
6	30	14	47	175	432	817	1109	1327	1394	1391	1524	1453
6	30	15	44	189	446	799	1133	1338	1398	1446	1503	1494

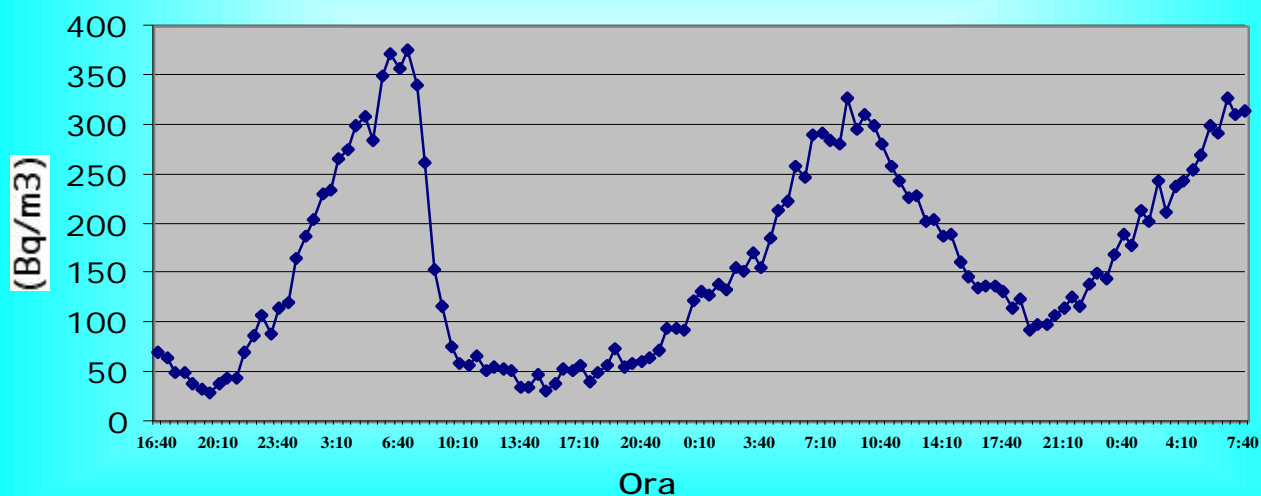
Media 43 190 433 807 1134 1330 1407 1441 1462 1483

D. Standard 8 13 22 31 32 26 39 25 52 33

D. Standard Percentuale 18.0 7.0 5.0 3.8 2.8 1.9 2.7 1.8 3.6 2.2

Num del Discr.	Int. di T. (sec.)	Misura (ctg)	Conteggi HV=1	Conteggi HV=2	Conteggi HV=3	Conteggi HV=4	Conteggi HV=5	Conteggi HV=6	Conteggi HV=7	Conteggi HV=8	Conteggi HV=9	Conteggi HV=10
4	30	1	242	571	962	1219	1349	1503	1448	1445	1465	1862
4	30	2	267	537	921	1194	1402	1352	1442	1416	1430	1890
4	30	3	241	549	964	1193	1398	1398	1431	1445	1459	1821
4	30	4	254	550	927	1175	1330	1332	1423	1496	1502	1819
4	30	5	264	571	908	1168	1271	1429	1381	1421	1531	1802
4	30	6	285	620	930	1177	1405	1409	1357	1478	1429	1921
4	30	7	259	573	977	1229	1335	1425	1430	1453	1462	1768
4	30	8	237	555	917	1250	1363	1408	1378	1457	1415	1912
4	30	9	265	541	947	1251	1350	1432	1434	1533	1420	1800
4	30	10	244	560	935	1263	1323	1375	1419	1393	1532	1830
4	30	11	275	586	915	1167	1405	1430	1484	1373	1522	1907
4	30	12	251	540	879	1171	1359	1387	1454	1350	1443	1914
4	30	13	252	594	939	1295	1250	1518	1444	1433	1497	1788
4	30	14	273	531	902	1182	1337	1377	1420	1442	1455	1912
4	30	15	219	540	949	1180	1318	1367	1424	1464	1510	1866
Media			255	561	931	1208	1346	1409	1425	1440	1471	1854
D. Standard			17	25	26	41	46	51	32	46	41	53
D. Standard Percentuale			6.7	4.4	2.8	3.4	3.4	3.6	2.3	3.2	2.8	2.9

## Misure della concentrazione del Radon nel Laboratorio di Fisica Sanitaria



Tab.2 Concentrazione del Radon nel lab. di Fisica Sanitaria

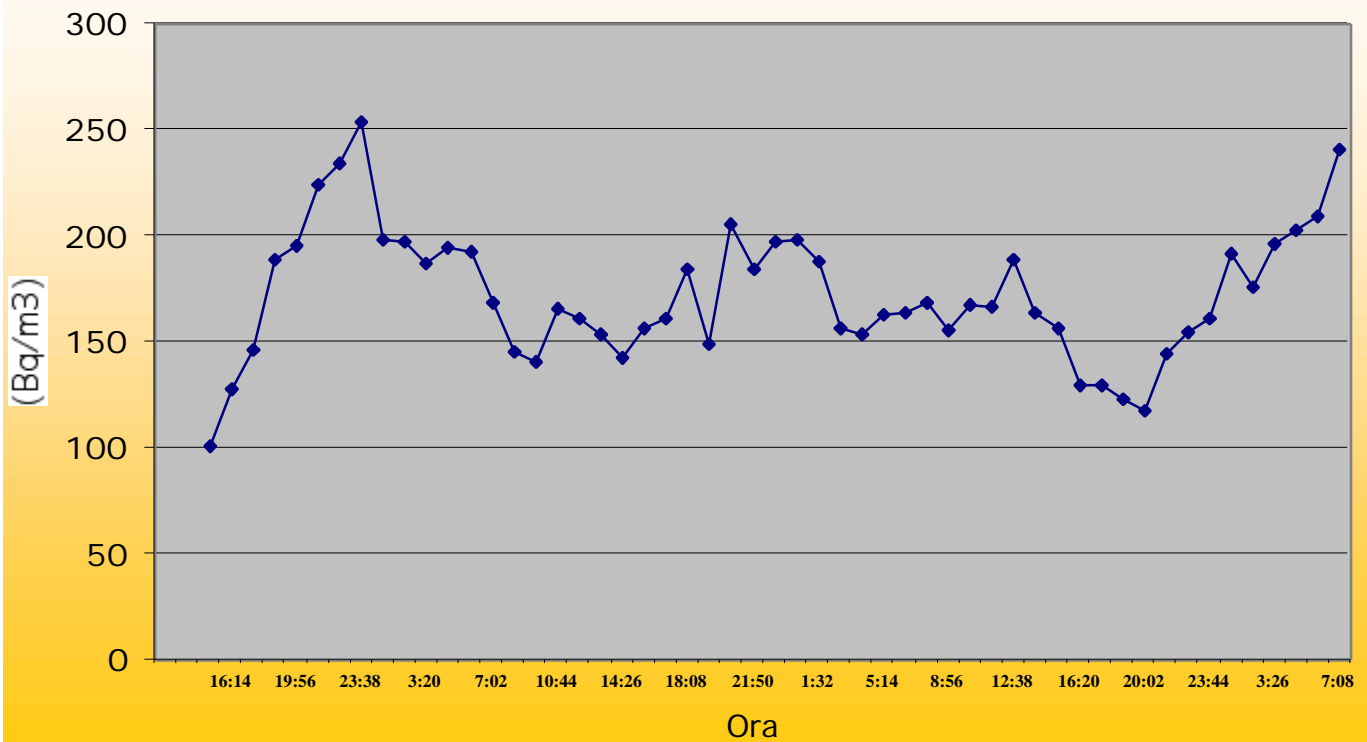
Num. del Discr.	Int. di (min.)	T.	Misura (ctg)	Conteggi HV=7,5	C.P.M	Bq/m3	Ora
5	30		1	87	2.9	78	16:40
5	30		2	80	2.7	72	17:10
5	30		3	62	2.1	56	17:40
5	30		4	61	2.0	55	18:10
5	30		5	48	1.6	43	18:40
5	30		6	41	1.4	37	19:10
5	30		7	36	1.2	32	19:40
5	30		8	49	1.6	44	20:10
5	30		9	56	1.9	50	20:40
5	30		10	54	1.8	49	21:10
5	30		11	88	2.9	79	21:40
5	30		12	107	3.6	96	22:10
5	30		13	134	4.5	121	22:40
5	30		14	109	3.6	98	23:10
5	30		15	143	4.8	129	23:40
5	30		16	149	5.0	134	0:10
5	30		17	204	6.8	184	0:40
5	30		18	231	7.7	208	1:10
5	30		19	253	8.4	228	1:40
5	30		20	285	9.5	257	2:10
5	30		21	289	9.6	260	2:40
5	30		22	327	10.9	295	3:10
5	30		23	339	11.3	305	3:40
5	30		24	368	12.3	332	4:10
5	30		25	380	12.7	342	4:40
5	30		26	351	11.7	316	5:10
5	30		27	431	14.4	388	5:40



5	30	28	458	15.3	413	6:10
5	30	29	441	14.7	397	6:40
5	30	30	463	15.4	417	7:10
5	30	31	419	14.0	377	7:40
5	30	32	323	10.8	291	8:10
5	30	33	191	6.4	172	8:40
5	30	34	145	4.8	131	9:10
5	30	35	94	3.1	85	9:40
5	30	36	73	2.4	66	10:10
5	30	37	70	2.3	63	10:40
5	30	38	83	2.8	75	11:10
5	30	39	64	2.1	58	11:40
5	30	40	69	2.3	62	12:10
5	30	41	67	2.2	60	12:40
5	30	42	64	2.1	58	13:10
5	30	43	44	1.5	40	13:40
5	30	44	44	1.5	40	14:10
5	30	45	60	2.0	54	14:40
5	30	46	39	1.3	35	15:10
5	30	47	47	1.6	42	15:40
5	30	48	67	2.2	60	16:10
5	30	49	64	2.1	58	16:40
5	30	50	72	2.4	65	17:10
5	30	51	50	1.7	45	17:40
5	30	52	62	2.1	56	18:10
5	30	53	72	2.4	65	18:40
5	30	54	91	3.0	82	19:10
5	30	55	69	2.3	62	19:40
5	30	56	73	2.4	66	20:10
5	30	57	75	2.5	68	20:40
5	30	58	81	2.7	73	21:10
5	30	59	89	3.0	80	21:40
5	30	60	118	3.9	106	22:10
5	30	61	118	3.9	106	22:40
5	30	62	115	3.8	104	23:10
5	30	63	152	5.1	137	23:40
5	30	64	162	5.4	146	0:10
5	30	65	158	5.3	142	0:40
5	30	66	173	5.8	156	1:10
5	30	67	164	5.5	148	1:40
5	30	68	192	6.4	173	2:10
5	30	69	187	6.2	168	2:40
5	30	70	211	7.0	190	3:10
5	30	71	192	6.4	173	3:40
5	30	72	229	7.6	206	4:10
5	30	73	263	8.8	237	4:40
5	30	74	276	9.2	249	5:10
5	30	75	318	10.6	286	5:40
5	30	76	306	10.2	276	6:10
5	30	77	357	11.9	322	6:40
5	30	78	361	12.0	325	7:10
5	30	79	351	11.7	316	7:40
5	30	80	347	11.6	313	8:10
5	30	81	403	13.4	363	8:40
5	30	82	365	12.2	329	9:10
5	30	83	382	12.7	344	9:40
5	30	84	369	12.3	332	10:10
5	30	85	347	11.6	313	10:40
5	30	86	318	10.6	286	11:10
5	30	87	300	10.0	270	11:40
5	30	88	279	9.3	251	12:10
5	30	89	283	9.4	255	12:40
5	30	90	249	8.3	224	13:10
5	30	91	252	8.4	227	13:40
5	30	92	232	7.7	209	14:10
5	30	93	233	7.8	210	14:40

5	30	94	199	6.6	179	15:10
5	30	95	180	6.0	162	15:40
5	30	96	168	5.6	151	16:10
5	30	97	170	5.7	153	16:40
5	30	98	169	5.6	152	17:10
5	30	99	162	5.4	146	17:40
5	30	100	141	4.7	127	18:10
5	30	101	154	5.1	139	18:40
5	30	102	114	3.8	103	19:10
5	30	103	122	4.1	110	19:40
5	30	104	121	4.0	109	20:10
5	30	105	134	4.5	121	20:40
5	30	106	141	4.7	127	21:10
5	30	107	157	5.2	141	21:40
5	30	108	144	4.8	130	22:10
5	30	109	173	5.8	156	22:40
5	30	110	185	6.2	167	23:10
5	30	111	178	5.9	160	23:40
5	30	112	208	6.9	187	0:10
5	30	113	233	7.8	210	0:40
5	30	114	219	7.3	197	1:10
5	30	115	264	8.8	238	1:40
5	30	116	251	8.4	226	2:10
5	30	117	301	10.0	271	2:40
5	30	118	262	8.7	236	3:10
5	30	119	293	9.8	264	3:40
5	30	120	301	10.0	271	4:10
5	30	121	313	10.4	282	4:40
5	30	122	332	11.1	299	5:10
5	30	123	368	12.3	332	5:40
5	30	124	359	12.0	323	6:10
5	30	125	403	13.4	363	6:40
5	30	126	383	12.8	345	7:10
5	30	127	388	12.9	350	7:40
Media			200			
Deviazione Standard			119			
Deviazione Standard %			59.5			

## Misura della concentrazione del Radon nell'ex-Scow

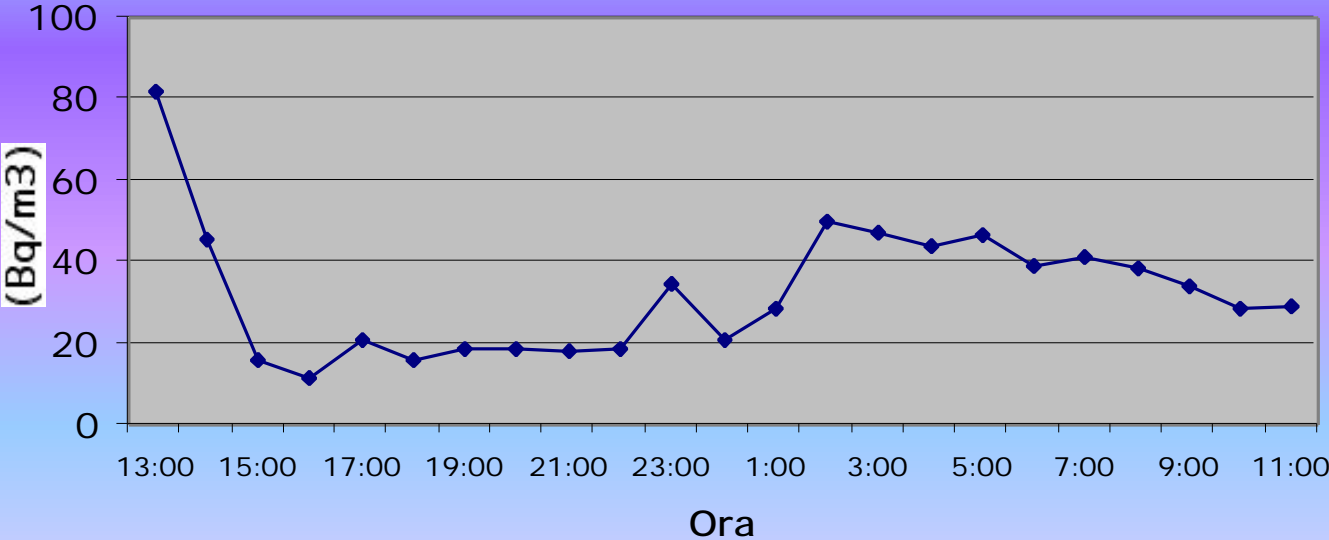


Tab.3

## Concentrazione del Radon nell' ex-Scow

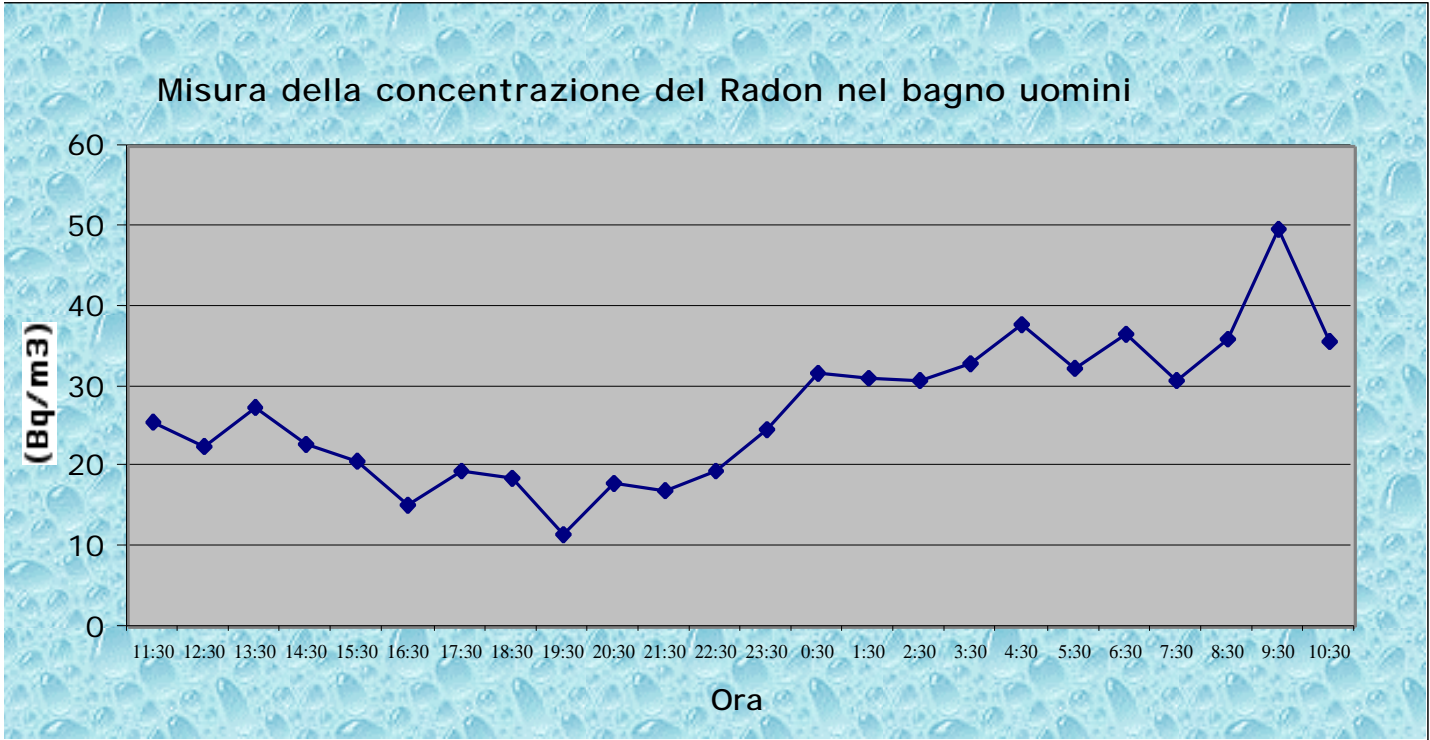
Numero del Discr.	Int. di T. (min.)	Misura (ctg)	Conteggi HV=7.5	C.P.M.	Bq/m3	Ora
5	74	1	328	4.4	100.9	15:00
5	74	2	401	5.4	127.5	16:14
5	74	3	452	6.1	146.2	17:28
5	74	4	570	7.7	189.3	18:42
5	74	5	586	7.9	195.1	19:56
5	74	6	665	9.0	224.0	21:10
5	74	7	693	9.4	234.2	22:24
5	74	8	746	10.1	253.5	23:38
5	74	9	594	8.0	198.0	0:52
5	74	10	591	8.0	196.9	2:06
5	74	11	563	7.6	186.7	3:20
5	74	12	585	7.9	194.7	4:34
5	74	13	578	7.8	192.2	5:48
5	74	14	512	6.9	168.1	7:02
5	74	15	451	6.1	145.8	8:16
5	74	16	437	5.9	140.7	9:30
5	74	17	505	6.8	165.5	10:44
5	74	18	493	6.7	161.1	11:58
5	74	19	473	6.4	153.8	13:12
5	74	20	441	6.0	142.1	14:26
5	74	21	481	6.5	156.8	15:40
5	74	22	493	6.7	161.1	16:54
5	74	23	556	7.5	184.1	18:08
5	74	24	461	6.2	149.5	19:22
5	74	25	615	8.3	205.7	20:36
5	74	26	557	7.5	184.5	21:50
5	74	27	593	8.0	197.7	23:04
5	74	28	595	8.0	198.4	0:18
5	74	29	566	7.6	187.8	1:32
5	74	30	480	6.5	156.4	2:46
5	74	31	473	6.4	153.8	4:00
5	74	32	497	6.7	162.6	5:14
5	74	33	500	6.8	163.7	6:28
5	74	34	513	6.9	168.4	7:42
5	74	35	478	6.5	155.7	8:56
5	74	36	510	6.9	167.3	10:10
5	74	37	507	6.9	166.3	11:24
5	74	38	568	7.7	188.5	12:38
5	74	39	500	6.8	163.7	13:52
5	74	40	479	6.5	156.0	15:06
5	74	41	406	5.5	129.4	16:20
5	74	42	406	5.5	129.4	17:34
5	74	43	390	5.3	123.5	18:48
5	74	44	373	5.0	117.3	20:02
5	74	45	448	6.1	144.7	21:16
5	74	46	474	6.4	154.2	22:30
5	74	47	493	6.7	161.1	23:44
5	74	48	576	7.8	191.5	0:58
5	74	49	533	7.2	175.7	2:12
5	74	50	589	8.0	196.2	3:26
5	74	51	607	8.2	202.8	4:40
5	74	52	626	8.5	209.7	5:54
5	74	53	710	9.6	240.4	7:08
Media			523			
Deviazione Standard			85.7			
Percentuale di deviazione Standard			16.4			

### Misura della concentrazione del Radon nell'Aula Magna



**Tab.4** **Concentrazione del Radon  
nell'Aula Magna**

Numero del Disc.	Int. di T. (h)	Misura ( ctg )	Conteggi HV=7.5	C.P.M.	Bq/m3	Ora
5	1	1	224	3.7	82.0	13:00
5	1	2	143	2.4	45.5	14:00
5	1	3	77	1.3	15.8	15:00
5	1	4	68	1.1	11.7	16:00
5	1	5	88	1.5	20.7	17:00
5	1	6	77	1.3	15.8	18:00
5	1	7	84	1.4	18.9	19:00
5	1	8	83	1.4	18.5	20:00
5	1	9	82	1.4	18.0	21:00
5	1	10	83	1.4	18.5	22:00
5	1	11	119	2.0	34.7	23:00
5	1	12	88	1.5	20.7	0:00
5	1	13	105	1.8	28.4	1:00
5	1	14	153	2.6	50.0	2:00
5	1	15	147	2.5	47.3	3:00
5	1	16	140	2.3	44.1	4:00
5	1	17	146	2.4	46.8	5:00
5	1	18	129	2.2	39.2	6:00
5	1	19	133	2.2	41.0	7:00
5	1	20	127	2.1	38.3	8:00
5	1	21	118	2.0	34.2	9:00
5	1	22	106	1.8	28.8	10:00
5	1	23	107	1.8	29.3	11:00
Media			114			
Dev.Standard			35.9			
Dev.Standard Percentuale			31.4			

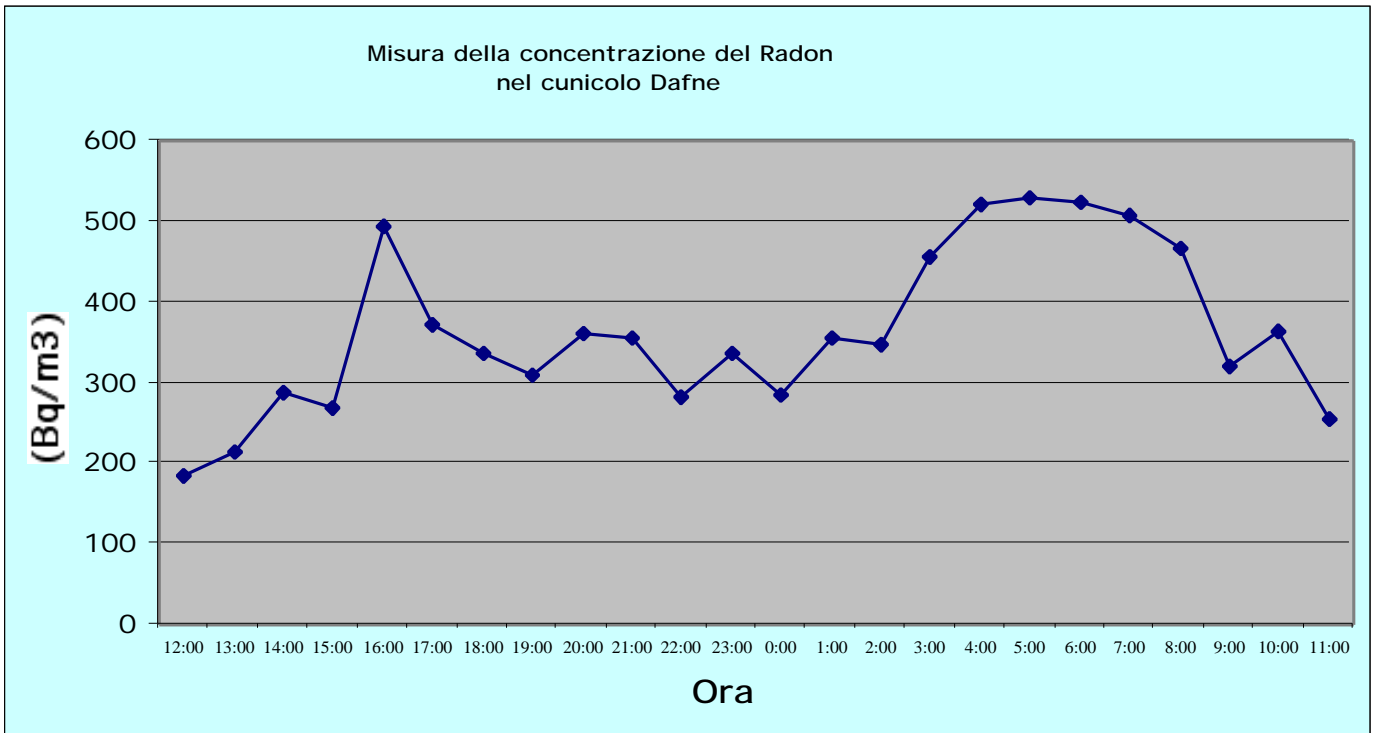


**Tab.5 Concentrazione Radon nel bagno  
uomini vicino Aula Magna**

Numero del Disc.	Int. di T. (h)	Misura (ctg)	Conteggi HV=7.5	C.P.M	Bq/m3	Ora
5	1	1	99	1.7	25.7	11:30
5	1	2	92	1.5	22.5	12:30
5	1	3	103	1.7	27.5	13:30
5	1	4	93	1.6	23.0	14:30
5	1	5	88	1.5	20.7	15:30
5	1	6	76	1.3	15.3	16:30
5	1	7	85	1.4	19.4	17:30
5	1	8	83	1.4	18.5	18:30
5	1	9	68	1.1	11.7	19:30
5	1	10	82	1.4	18.0	20:30
5	1	11	80	1.3	17.1	21:30
5	1	12	85	1.4	19.4	22:30
5	1	13	97	1.6	24.8	23:30
5	1	14	112	1.9	31.5	0:30
5	1	15	111	1.9	31.1	1:30
5	1	16	110	1.8	30.6	2:30
5	1	17	115	1.9	32.9	3:30
5	1	18	126	2.1	37.8	4:30
5	1	19	114	1.9	32.4	5:30
5	1	20	123	2.1	36.5	6:30
5	1	21	110	1.8	30.6	7:30
5	1	22	122	2.0	36.0	8:30
5	1	23	152	2.5	49.5	9:30
5	1	24	121	2.0	35.6	10:30
Media			102			
Dev.Standard			19.7			
Dev.Standard			19.4			
Percentuale						



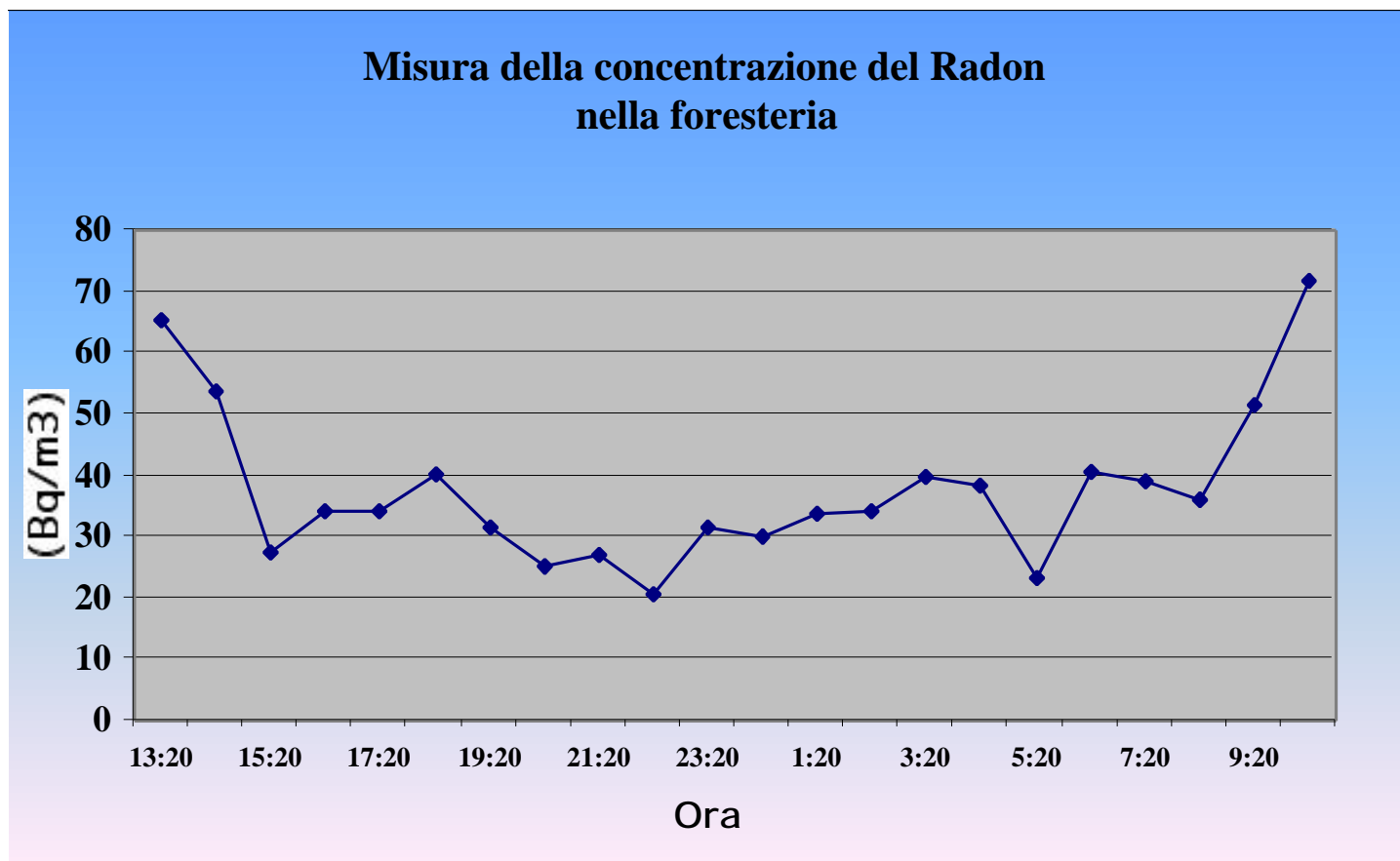
Figura6



**Tab.6 Concentrazione del Radon nel cunicolo Dafne**

Numero del Disc.	Int.di T. (h)	Misura (ctg)	Conteggi HV=7.5	C.P.M.	Bq/m3	Ora
5	1	1	450	7.5	183.8	12:00
5	1	2	516	8.6	213.5	13:00
5	1	3	682	11.4	288.3	14:00
5	1	4	637	10.6	268.0	15:00
5	1	5	1141	19.0	495.0	16:00
5	1	6	867	14.5	371.6	17:00
5	1	7	787	13.1	335.6	18:00
5	1	8	731	12.2	310.4	19:00
5	1	9	841	14.0	359.9	20:00
5	1	10	831	13.9	355.4	21:00
5	1	11	666	11.1	281.1	22:00
5	1	12	787	13.1	335.6	23:00
5	1	13	677	11.3	286.0	0:00
5	1	14	831	13.9	355.4	1:00
5	1	15	813	13.6	347.3	2:00
5	1	16	1056	17.6	456.8	3:00
5	1	17	1199	20.0	521.2	4:00
5	1	18	1215	20.3	528.4	5:00
5	1	19	1208	20.1	525.2	6:00
5	1	20	1167	19.5	506.8	7:00
5	1	21	1076	17.9	465.8	8:00
5	1	22	751	12.5	319.4	9:00
5	1	23	848	14.1	363.1	10:00
5	1	24	606	10.1	254.1	11:00
Media			849			
Dev. Standard			225.0			
Dev. Standard Percentuale			26.5			

Figura 7



## Concentrazione del Radon nella Foresteria

**Tab. 7**

Numero del Discr.	Int.di T. (h)	Misura (ctg)	Conteggi HV=7.5	C.P.M	Bq/m3	Ora
5	1	1	187	3.1	65.3	13:20
5	1	2	161	2.7	53.6	14:20
5	1	3	103	1.7	27.5	15:20
5	1	4	118	2.0	34.2	16:20
5	1	5	118	2.0	34.2	17:20
5	1	6	131	2.2	40.1	18:20
5	1	7	112	1.9	31.5	19:20
5	1	8	98	1.6	25.2	20:20
5	1	9	102	1.7	27.0	21:20
5	1	10	88	1.5	20.7	22:20
5	1	11	112	1.9	31.5	23:20
5	1	12	109	1.8	30.2	0:20
5	1	13	117	2.0	33.8	1:20
5	1	14	118	2.0	34.2	2:20
5	1	15	130	2.2	39.6	3:20
5	1	16	127	2.1	38.3	4:20
5	1	17	94	1.6	23.4	5:20
5	1	18	132	2.2	40.5	6:20
5	1	19	129	2.2	39.2	7:20
5	1	20	122	2.0	36.0	8:20
5	1	21	156	2.6	51.4	9:20
5	1	22	201	3.4	71.6	10:20
Media			127			
Dev. Standard			28.4			
Dev. Standard Percentuale			22.3			

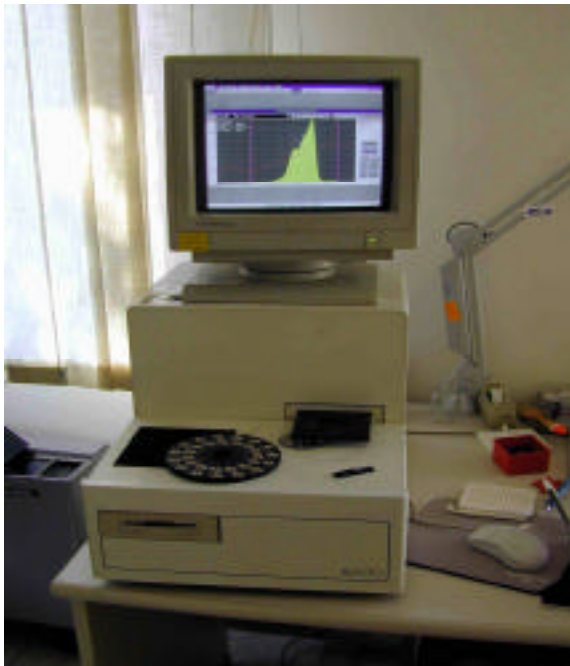
# Misure di dose a mezzo di dosimetri a termoluminescenza

## DESCRIZIONE:

La dosimetria e' l'insieme delle tecniche relative alla misura delle radiazioni ionizzanti (sia corpuscolari sia elettromagnetiche) emesse o assorbite dai diversi materiali. Nei rilevatori di radiazione la ionizzazione fornisce l'informazione su cui si basa la valutazione della dose assorbita, definita come l'energia ceduta alla materia dalle radiazioni ionizzanti per unita' di massa del materiale irradiato. L'unita' di misura e' il Gray (Gy) che corrisponde alla dose assorbita di qualsiasi radiazione ionizzante che cede un Joule di energia per ogni chilogrammo di materia. Tra i vari metodi di dosimetria dello stato solido, la termoluminescenza e' uno di quelli che presenta le proprieta' piu' interessanti per numerose applicazioni pratiche. Il fenomeno della termoluminescenza consiste nell'emissione di luce, a seguito di riscaldamento, da parte di alcune sostanze isolanti (cristalli) precedentemente irradiate. L'intensita' della luce emessa risulta proporzionale alla dose assorbita. Il riscaldamento della sostanza, cioe' la lettura del dosimetro, distrugge l'informazione.

## STRUMENTI UTILIZZATI:

- Lettore termoluminescenza Vinten modello Rialto.
- Lettore per termoluminescenza Harshaw modello 2000P.
- Pompetta da vuoto per manipolazione dosimetri.
- Dosimetri TLD700 (LiF).
- Dosimetri a bulbo Harshaw (CaF<sub>2</sub>) modello 4040.



Il Rialto della Vinten e' uno strumento semiautomatico per la lettura dei dosimetri a termoluminescenza, esso e' costituito da un piattello porta dosimetri e da un sistema di riscaldamento e di lettura della luce emessa dai dosimetri, il tutto collegato ad un computer per l'immagazzinamento e l'analisi dati. Il modello Harshaw 2000P e' omologo al precedente ma del tutto manuale.

**PER LO STUDIO DELLE CARATTERISTICHE DEI DOSIMETRI A TERMOLUMINESCENZA SONO STATE UTILIZZATE LE SEGUENTI SORGENTI RADIOATTIVE:**

Cs-137 matr. 3061 GN ; Co-60 matr. 1717 HD;

**FUNZIONAMENTO DEGLI STRUMENTI:**

Il Vinten e' un sistema che permette il riscaldamento controllato del materiale termoluminescente. Il materiale successivamente emette luce. La luce emessa e' misurata dal fotomoltiplicatore e relativo ADC. Tutto il sistema e' composto di due canali di misure identici gestiti da un unico sistema hardware e acquisizione dati. Si osservi che le camere di misura (il luogo dove il materiale TL viene riscaldato ) e' flussato con azoto al fine di eliminare fenomeni spuri (segnali di luce generati da aria che brucia alla temperatura di misura) e di raffreddare piu' rapidamente il sistema di riscaldamento prima della successiva misura ( si osservi che per quanto riguarda il LiF, il ciclo di lettura inizia a 80°C e termina a 300°C ).

Al fine di evitare qualsiasi contaminazione del materiale TL che potrebbe limitare la trasmissione della luce si usa manipolarlo con l'apposita pompa da vuoto.

**Misure effettuate**

Sono state effettuate misure di perdite di fascio lungo le linee di trasferimento degli elettroni e dei positroni negli anelli principali di DA NE (Fig1, Fig.1a, Fig.1b, Tab.1) mediante l'utilizzo di dosimetri a termoluminescenza TLD 700. Le misure hanno avuto lo scopo di identificare i punti sorgente di radiazione, allo scopo di predisporre schermi aggiuntivi nei punti di maggiore perdita e ridurre pertanto il contributo alle dosi all'esterno dell'impianto.

Preliminare a tali misure e' stata la verifica della qualita' dei gruppi di TLD utilizzati.

Per ciascun dosimetro e' stato determinato il fondo intrinseco e la risposta a una quantita' nota di radiazione. Nella Tab.2 sono riportati i risultati ottenuti e la relativa elaborazione statistica.

E' stato altresì effettuato un controllo del fondo intrinseco di un campione di dosimetri provenienti dal gruppo di dosimetri della rete ambientale di controllo radiologico verificando la non variazione dei valori nel tempo. In Tab. 3 e Fig. 3 sono riportati i risultati ottenuti. Detti fondi sono del tutto consistenti con quelli in uso.

Frascati 6/7/2001

Giuseppe De Angelis

Jacopo Traversi





Fig. 2a

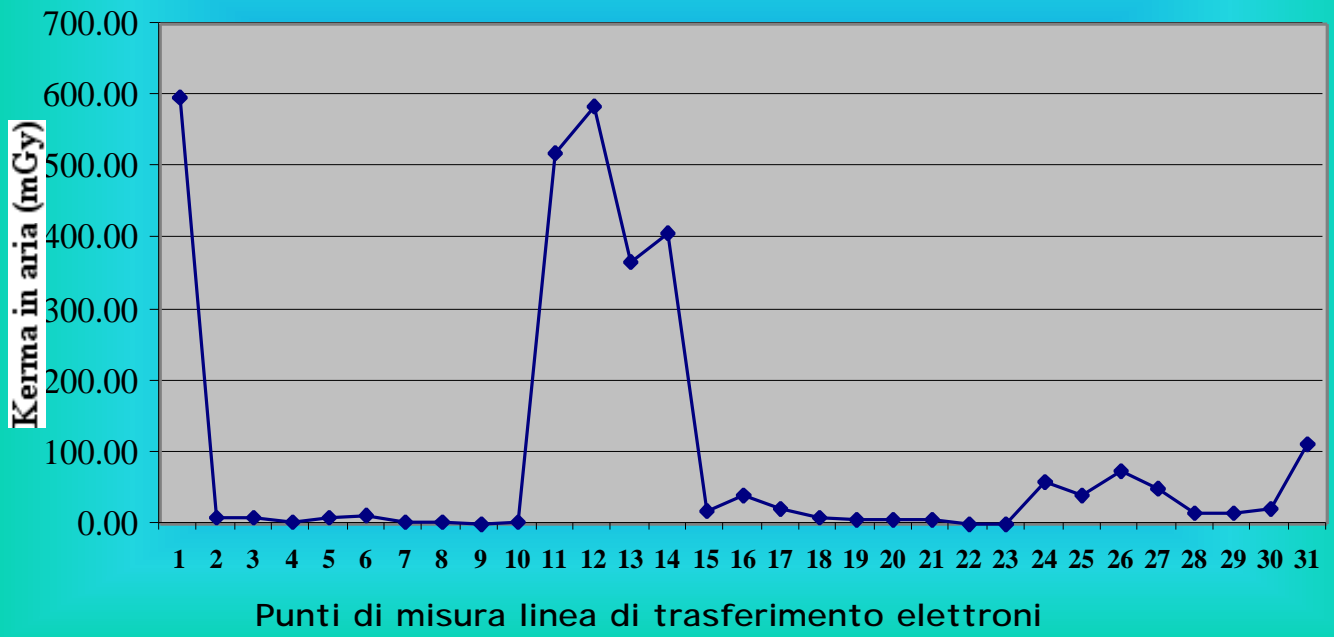
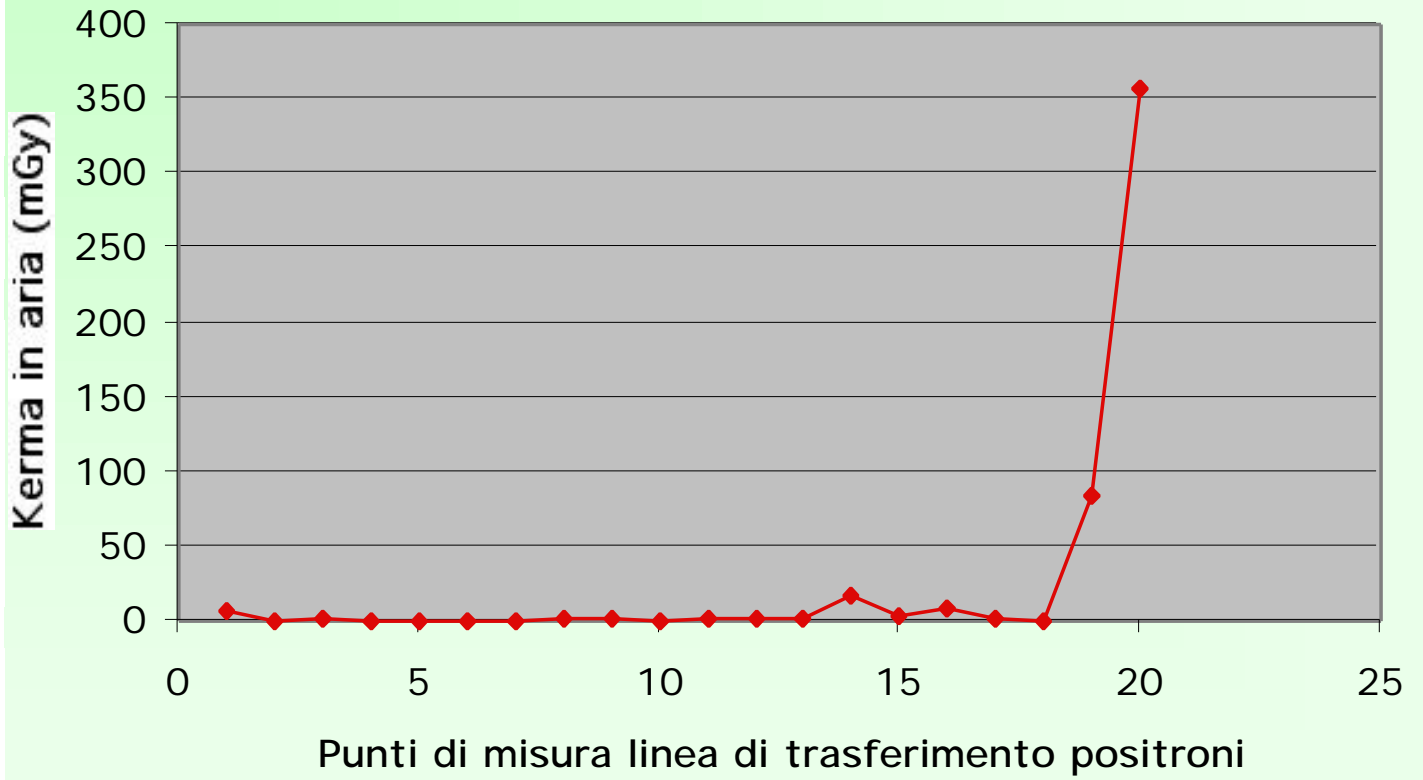


Fig. 2b



Gruppo TLD	Punto di misura	TLD 1 (ctg)	TLD 2 (ctg)	TLD 3 (ctg)	TLD 4 (ctg)	Media (ctg)	dev st. (ctg)	dev st %	Dose (mGy)	Dose netta (mGy)
4	1	4216600	2766700	2998200	3929500	3477750	703689.7257	20.23405149	597.24027	<b>597.1474556</b>
4	2	54632	49400	46562	55926	51630	4401.709668	8.525488413	8.866512871	<b>8.77986798</b>
4	3	70065	57585	60531	42609	57697.5	11382.13903	19.72726554	9.908495572	<b>9.821839755</b>
4	4	20777	14735	16805	23704	19005.25	4012.209896	21.11106087	3.263771583	<b>3.177219663</b>
4	5	69470	63351	55984	39729	57133.5	12846.32903	22.48475769	9.811535955	<b>9.724984035</b>
4	6	104850	64816	64781	83695	79535.5	19083.01427	23.99307765	13.65863142	<b>13.5720795</b>
4	7	15549	15143	13445	11645	13945.5	1784.004765	12.7926913	2.394860715	<b>2.308308795</b>
4	8	24202	31666	20988	23140	24999	4641.411423	18.56638835	4.29307827	<b>4.20652635</b>
4	9	9321	8374	10548	7115	8839.5	1453.891903	16.44767129	1.518007335	<b>1.431455415</b>
4	10	10925	12557	11330	11842	11663.5	703.990767	6.035844875	2.002972855	<b>1.916420935</b>
4	12	4628700	4206800	1420500	1869100	3031275	1620583.484	53.46210701	520.5608558	<b>520.4743038</b>
4	13	3669400	2974700	3498300	3497000	3409850	301186.6808	8.832842523	585.5735405	<b>585.4869886</b>
4	14	2545300	2055100	1815400	2153100	2142225	303860.2022	14.18432715	367.8842993	<b>367.7977473</b>
4	15	2149300	2979300	2200200	2190600	2379850	400242.9637	16.81799121	408.6916405	<b>408.6050886</b>
4	16	133020	125230	63977	104390	106654.25	30912.16458	28.98352816	18.31573435	<b>18.22918243</b>
4	17	288520	198720	205940	274550	241932.5	46177.47169	19.0869237	41.54706823	<b>41.46051631</b>
4	18	140600	134880	140700	111170	131837.5	14044.30697	10.65274066	22.64045388	<b>22.55390196</b>
4	19		57867	60632	52356	56951.6666	4213.243446	7.397928265	9.780309717	<b>9.693757797</b>
						7				
4	20	28640	32833	29034	28332	29709.75	2101.895077	7.074765279	5.102055368	<b>5.015503448</b>
4	21	27826	26621	30485	33276	29552	2961.334271	10.02075755	5.07496496	<b>4.98841304</b>
4	22	49178	39735	45116	46789	45204.5	4009.26448	8.869171166	7.762968785	<b>7.676416865</b>
5	23	1936	1809	1716	1118	1644.75	362.5588458	22.04340148	0.312338025	<b>0.227832525</b>
5	24	4453	7359	4913	4975	5425	1310.18879	24.15094545	1.0302075	<b>0.945702</b>
5	25	326830	308210	338900	280800	313685	25298.12971	8.06481971	59.5687815	<b>59.484276</b>
5	26	221770	215150	207100	238230	220562.5	13217.82477	5.99277972	41.88481875	<b>41.80031325</b>
5	27	419490	349240	426210	403030	399492.5	34888.16645	8.733121761	75.86362575	<b>75.77912025</b>
5	28	299890	347620	253730	178920	270040	71829.77424	26.59967939	51.280596	<b>51.1960905</b>
5	29	54671	74358	78895	102230	77538.5	19532.43799	25.19063173	14.72456115	<b>14.64005565</b>
5	30	73642	83992	71287	92810	80432.75	9926.792143	12.34172914	15.27417923	<b>15.18967373</b>
5	31	99100	125180	129820	99860	113490	16290.83587	14.35442406	21.551751	<b>21.4672455</b>
5	32	701240	471050	418150	751690	585532.5	165448.5665	28.25608596	111.1926218	<b>111.1081163</b>
5	34	30652	33061	39706	38524	35485.75	4331.51339	12.2063459	6.738743925	<b>6.654238425</b>
5	35	3154	3238	3237	4021	3412.5	407.5720795	11.94350416	0.64803375	<b>0.56352825</b>
5	36	8119	9475	7399	7531	8131	949.0879833	11.67246321	1.5440769	<b>1.4595714</b>
5	37	1607	1294	1503	1201	1401.25	186.4481608	13.30584555	0.266097375	<b>0.181591875</b>
5	38	3862		4948	5237	4682.33333	724.9760916	15.48322257	0.8891751	<b>0.8046696</b>
5	39	4036	2953	3293	2831	3278.25	541.6711025	16.5231786	0.622539675	<b>0.538034175</b>
5	40	2643	1680	2665	2351	2334.75	459.3635996	19.67506584	0.443369025	<b>0.358863525</b>
5	41	7439	6616	8026	11751	8458	2270.227448	26.84118525	1.6061742	<b>1.5216687</b>
5	42	15807	14581	12202	13091	13920.25	1595.457588	11.46141476	2.643455475	<b>2.558949975</b>
5	43	1941	1409	2120	1813	1820.75	301.9982064	16.58647296	0.345760425	<b>0.261254925</b>
5	44	7019	5500	5469	7516	6376	1049.297225	16.45698283	1.2108024	<b>1.1262969</b>
6	45	4594	7798	5624	6695	6177.75	1379.330846	22.32739826	1.71123675	<b>0.968508588</b>
6	46	5433	6137	7532	8155	6814.25	1248.905487	18.32784954	1.88754725	<b>1.145105513</b>
6	47	50931	69751	62452	71151	63571.25	9249.694783	14.55012255	17.60923625	<b>16.89233516</b>
6	48	18033	18652	17594	17330	17902.25	577.8433323	3.227769316	4.95892325	<b>4.221471113</b>
6	49	38593	41921	33803	30569	36221.5	5030.182601	13.88728407	10.0333555	<b>9.304147025</b>
6	50	4849	4965	3680	4341	4458.75	585.6337735	13.13448329	1.23507375	<b>0.491572038</b>
6	50b	4580	8003	9711	7006	7325	2143.942319	29.26883712	2.029025	<b>1.2868131</b>
6	50t	272600	180020	251920	108090	203157.5	74773.47051	36.8056658	56.2746275	<b>55.62054023</b>
6	51	3258	4601	6043	4428	4582.5	1141.865871	24.91796772	1.2693525	<b>0.525906475</b>
6	51b	2982	5194	4228	2904	3827	1094.751722	28.60600267	1.060079	<b>0.316293</b>
6	51t	380460	341750	305870	301610	332422.5	36738.03241	11.05160824	92.0810325	<b>91.48511448</b>
6	52	389480	190370	330310	318460	307155	83825.41162	27.29091554	85.081935	<b>84.4746466</b>
6	53	1244400	1693300	1428700	785960	1288090	382103.681	29.66436204	356.80093	<b>356.6350624</b>

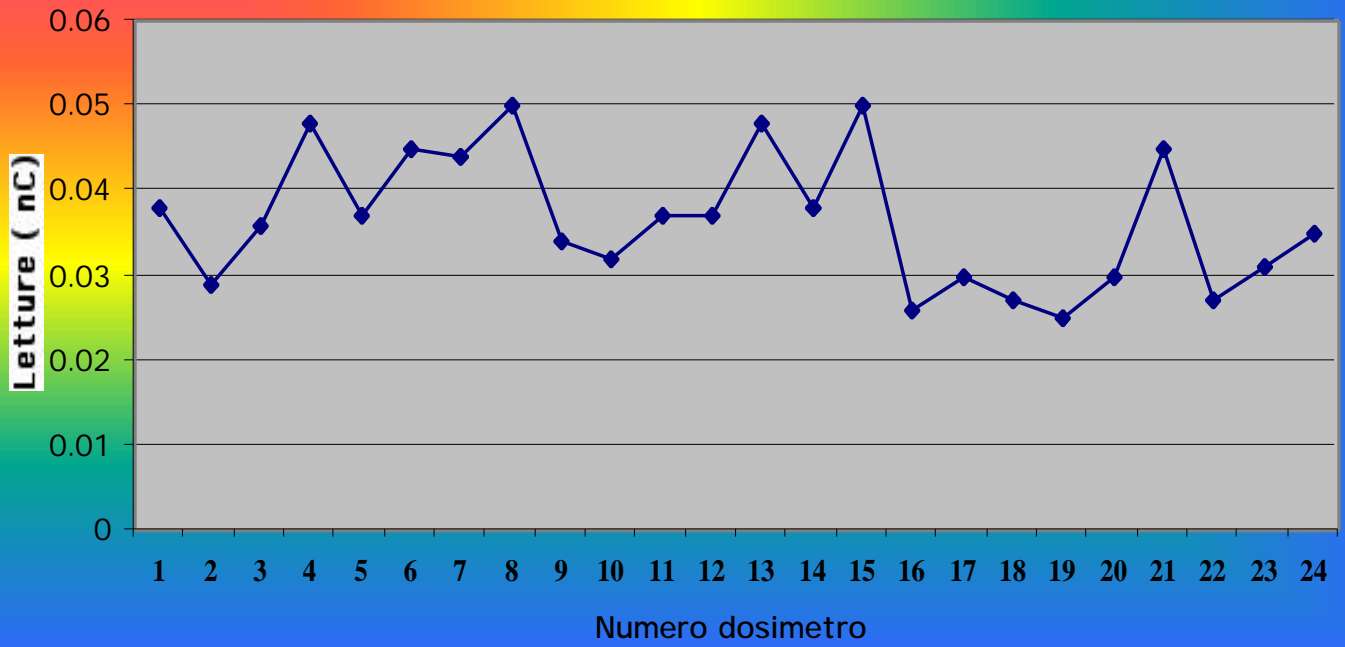
Segnale di	riferimento a 10 mGy			Segnali di	fondo		
	gruppo 4	gruppo 5	gruppo 6		gruppo 4	gruppo 5	gruppo 6
	63154	41527	35113				
	65807	56464	23606			284.17	
	57595	54715	35187		474.62	205.02	2267.7
	52857	52244	26479		498	340.34	2449.3
	57527	50360	31381		586.26	167.45	2569.8
	50882	45559	20032		354.03	463.93	2012.5
	55822	40676	37157		283.57	682.43	2678.6
	62777	56832	43114		364.33	986.72	2495.6
	58771	50794	49341		529.04	538.4	3694.8
	59715	57087	45669		268.43	564.86	2217.6
	47239	63790	36964		558.35	200.72	2255.1
	71072	50463	44389		614.12	439.65	2317.6
	62990	54746	40540		913.42	311.05	2535.4
	51611	52415	38260		520.97	617.19	3493.9
	55636	62219	33406		584.81	265.07	3948.3
MEDIA	58230.33333	52659.4	36042.53333	MEDIA	503.8423077	444.8330769	2687.4
D.STAND.	6286.633163	6585.243881	8233.926349	D. STAND.	169.2870344	234.2590782	616.5523322
D.STAND.	10.79614834	12.50535304	22.84502666	D.STAND.%	33.59920988	52.66224351	22.9423358
%							
FATT. Conv.	0.000171732	0.0001899	0.00027745	mGy/ctg			

Tab. 2 Misure di segnale di riferimento (10 mGy)

Detector ID	Canale dispari			Detector ID	Canale pari		
	Channel	ILS Reading	DC Reading		Channel	ILS Reading	DC Reading
2bkg 0823	2	12215.38	0.87	47614			
2bkg 0821	2	12207.68	0.83	52285	2bkg 0822	0.63	59537
2bkg 0819	2	12209.68	0.83	51684	2bkg 0820	0.6	53848
2bkg 0817	2	12205.68	0.83	49380	2bkg 0818	0.6	57055
2bkg 0815	2	12210.51	0.77	54752	2bkg 0816	0.6	56071
2bkg 0813	2	12213.65	0.8	50953	2bkg 0814	0.6	59229
2bkg 0811	2	12210.91	0.8	55448	2bkg 0812	0.6	55414
2bkg 08 9	2	12205.45	0.8	49869	2bkg 0810	0.57	51329
2bkg 08 7	2	12208.71	0.77	46528	2bkg 08 8	0.57	53932
2bkg 08 5	2	12200.61	0.77	46156	2bkg 08 6	0.53	56996
2bkg 08 3	2	12190.11	0.77	47665	2bkg 08 4	0.53	57959
2bkg 08 1	2	12180.05	0.77	56252	2bkg 08 2	0.53	58115
2bkg 0629	2	12188.95	1.07	52743	2bkg 0730	0.73	50597
2bkg 0627	2	12180.11	1.07	35987	2bkg 0728	0.73	64823
2bkg 0625	2	12170.91	1.07	41268	2bkg 0726	0.7	57932
2bkg 0623	2	12172.38	1.13	52213	2bkg 0724	0.67	62247
2bkg 0621	2	12174.55	1.13	50837	2bkg 0722	0.63	52499
2bkg 0619	2	12176.48	1.1	45114	2bkg 0720	0.6	49461
2bkg 0617	2	12178.15	1.07	48943	2bkg 0718	0.6	58198
2bkg 0615	2	12170.68	1.07	44194	2bkg 0716	0.67	56665
2bkg 0613	2	12165.45	1.07	41721	2bkg 0714	0.7	55469
2bkg 0611	2	12165.81	1.07	56146	2bkg 0712	0.7	57369
2bkg 06 9	2	12160.28	1.1	52144	2bkg 0710	0.7	56236
2bkg 06 7	2	12152.55	1.03	50624	2bkg 07 8	0.7	44290
2bkg 06 5	2	12150.45	1.03	57952	2bkg 07 6	0.73	62633
2bkg 06 3	2	12146.31	1	50781	2bkg 07 4	0.73	55760
2bkg 06 1	2	12150.38	1	56936	2bkg 07 2	0.7	54370
2bkg 0529	2	12180.51	1.2	50477	2bkg 0630	0.8	53039
2bkg 0527	2	12180.05	1.27	56980	2bkg 0628	0.77	53659
2bkg 0525	2	12172.21	1.27	47786	2bkg 0626	0.77	62296
2bkg 0523	2	12161.21	1.23	57487	2bkg 0624	0.77	60127
2bkg 0521	2	12165.55	1.23	61540	2bkg 0622	0.73	55604
2bkg 0519	2	12156.61	1.23	50690	2bkg 0620	0.73	51423
2bkg 0517	2	12157.31	1.17	59961	2bkg 0618	0.67	51781
2bkg 0515	2	12166.25	1.17	52917	2bkg 0616	0.63	57233
2bkg 0513	2	12172.55	1.13	56510	2bkg 0614	0.63	52141
2bkg 0511	2	12169.25	1.1	44389	2bkg 0612	0.63	57075
2bkg 05 9	2	12167.48	1.1	54781	2bkg 0610	0.63	58573
2bkg 05 7	2	12167.75	1.03	47271	2bkg 06 8	0.63	64015
2bkg 05 5	2	12163.71	1	54214	2bkg 06 6	0.63	61631
2bkg 05 3	2	12165.85	1	55294	2bkg 06 4	0.63	55675
2bkg 05 1	2	12172.71	1	61795	2bkg 06 2	0.63	57654
2bkg 0429	2	12182.01	1.03	52885	2bkg 0530	0.7	55001
2bkg 0427	2	12189.41	1.03	50360	2bkg 0528	0.73	63129
2bkg 0425	2	12199.25	1	54170	2bkg 0526	0.73	55033
2bkg 0423	2	12203.61	1	52228	2bkg 0524	0.77	63368
2bkg 0421	2	12207.75	1	50626	2bkg 0522	0.73	47598
2bkg 0419	2	12209.55	1	51729	2bkg 0520	0.73	58756
2bkg 0417	2	12207.45	1.03	49855	2bkg 0518	0.7	57308
2bkg 0415	2	12190.11	1.07	48885	2bkg 0516	0.7	53915
2bkg 0413	2	12185.65	1.03	52233	2bkg 0514	0.73	48642
2bkg 0411	2	12179.58	1.03	51297	2bkg 0512	0.73	57559
2bkg 04 9	2	12180.85	1.03	51574	2bkg 0510	0.73	50762
2bkg 04 7	2	12174.48	1.03	51816	2bkg 05 8	0.7	52172
2bkg 04 5	2	12178.21	1.03	56524	2bkg 05 6	0.7	64395
2bkg 04 3	2	12175.98	1.03	49005	2bkg 05 4	0.67	57351
2bkg 04 1	2	12170.71	1.03	62685	2bkg 05 2	0.7	51941
2bkg 0329	2	12170.91	1.23	54776	2bkg 0430	0.63	62638
2bkg 0327	2	12178.91	1.2	45921	2bkg 0428	0.63	31754
2bkg 0325	2	12185.25	1.2	53266	2bkg 0426	0.63	46878
2bkg 0323	2	12189.68	1.17	49625	2bkg 0424	0.63	60611
2bkg 0321	2	12191.41	1.17	50286	2bkg 0422	0.63	57502

2bkg 0319	2	12195.21	1.1	48665 2bkg 0420	4	10388.91	0.6	53762
2bkg 0317	2	12193.95	1.07	51216 2bkg 0418	4	10388.07	0.63	62794
2bkg 0315	2	12185.05	1.1	56882 2bkg 0416	4	10370.94	0.67	64580
2bkg 0313	2	12186.41	1	50248 2bkg 0414	4	10370.54	0.67	56666
2bkg 0311	2	12181.61	0.97	53415 2bkg 0412	4	10368.77	0.67	52439
2bkg 03 9	2	12174.91	0.9	53542 2bkg 0410	4	10369.64	0.67	46843
2bkg 03 7	2	12172.55	0.93	33185 2bkg 04 8	4	10369.21	0.67	56108
2bkg 03 5	2	12175.41	0.93	58255 2bkg 04 6	4	10384.51	0.67	55920
2bkg 03 3	2	12166.39	0.93	29435 2bkg 04 4	4	10378.91	0.67	58889
2bkg 03 1	2	12161.54	0.93	51992 2bkg 04 2	4	10369.07	0.63	55118
2bkg 0229	2	12030.55	1.03	50884 2bkg 0330	4	10356.27	0.83	56390
2bkg 0227	2	12028.98	1.07	47330 2bkg 0328	4	10365.11	0.83	63674
2bkg 0225	2	12009.85	1.07	56947 2bkg 0326	4	10370.84	0.83	60068
2bkg 0223	2	12000.52	1.03	48722 2bkg 0324	4	10370.71	0.87	61344
2bkg 0221	2	11987.62	1.03	33753 2bkg 0322	4	10358.41	0.83	54976
2bkg 0219	2	11979.02	1.03	44462 2bkg 0320	4	10364.61	0.77	50111
2bkg 0217	2	11971.15	1.03	45159 2bkg 0318	4	10362.47	0.73	54126
2bkg 0215	2	11977.58	1.03	57644 2bkg 0316	4	10362.91	0.73	52040
2bkg 0213	2	11969.88	1	58510 2bkg 0314	4	10370.87	0.73	61261
2bkg 0211	2	11972.48	1.03	32230 2bkg 0312	4	10361.94	0.67	60314
2bkg 02 9	2	11974.82	1.03	58454 2bkg 0310	4	10354.57	0.63	54053
2bkg 02 7	2	11969.98	0.97	48405 2bkg 03 8	4	10348.31	0.63	58706
2bkg 02 5	2	11964.02	1.03	56724 2bkg 03 6	4	10339.4	0.63	56187
2bkg 02 3	2	11963.58	1	55731 2bkg 03 4	4	10339.31	0.6	55881
2bkg 02 1	2	11974.05	1.03	61061 2bkg 03 2	4	10343.84	0.6	58858
2bkg 0129	2	12010.85	0.97	51646 2bkg 0230	4	10233.78	0.7	60399
2bkg 0127	2	12010.35	0.93	50055 2bkg 0228	4	10243.98	0.73	69167
2bkg 0125	2	11999.95	0.93	50994 2bkg 0226	4	10224.78	0.73	40682
2bkg 0123	2	12004.08	0.9	50502 2bkg 0224	4	10233.91	0.73	51704
2bkg 0121	2	11992.45	0.9	55193 2bkg 0222	4	10239.81	0.73	58637
2bkg 0119	2	11988.78	0.93	51047 2bkg 0220	4	10229.01	0.73	56376
2bkg 0117	2	11986.72	0.9	51335 2bkg 0218	4	10215.41	0.73	57417
2bkg 0115	2	11984.88	0.9	51034 2bkg 0216	4	10227.51	0.73	54820
2bkg 0113	2	11975.12	0.87	51832 2bkg 0214	4	10227.18	0.73	53539
2bkg 0111	2	11976.75	0.9	58895 2bkg 0212	4	10229.84	0.7	49741
2bkg 01 9	2	11975.22	0.9	56155 2bkg 0210	4	10246.54	0.7	42857
2bkg 01 7	2	11970.92	0.87	45805 2bkg 02 8	4	10252.04	0.7	64140
2bkg 01 5	2	11956.48	0.87	38777 2bkg 02 6	4	10251.74	0.63	62257
2bkg 01 3	2	11956.38	0.9	50441 2bkg 02 4	4	10245.61	0.7	58299
2bkg 01 1	2	11949.72	0.9	60009 2bkg 02 2	4	10250.24	0.7	60812
<b>Media</b>				<b>51124 Media</b>				<b>56121</b>
<b>Dev.st.</b>				<b>6190 Dev.st.</b>				<b>5543</b>
<b>Dev. st. %</b>				<b>12.11 Dev. st. %</b>				<b>9.88</b>

# Lettura fondo dosimetri harshaw 4040



**Tab.3****LETTURE DEI DOSIMETRI A FLUORURO DI CALCIO (CaF<sub>2</sub>) HARSHAW MODELLO 4040**

I valori sono espressi in nC

N. ident. Dosimetr o	N. Dosimetr o	Prima	Seconda	Terza	Quarta	Quinta	MEDIA
16033	1	0.054	0.028	0.028	0.039	0.042	0.038
16034	2	0.023	0.027	0.028	0.027	0.038	0.029
16036	3	0.032	0.028	0.032	0.045	0.044	0.036
16037	4	0.039	0.044	0.035	0.056	0.065	0.048
16038	5	0.036	0.032	0.036	0.041	0.038	0.037
16039	6	0.034	0.062	0.035	0.039	0.048	0.045
16040	7	0.061	0.042	0.025	0.056	0.036	0.044
16041	8	0.047	0.036	0.040	0.062	0.065	0.050
16042	9	0.025	0.031	0.029	0.040	0.046	0.034
16043	10	0.024	0.027	0.024	0.042	0.044	0.032
16044	11	0.034	0.033	0.033	0.048	0.040	0.037
16045	12	0.023	0.061	0.042	0.025	0.047	0.037
16046	13	0.037	0.052	0.041	0.046	0.065	0.048
16048	14	0.031	0.032	0.043	0.037	0.047	0.038
16049	15	0.041	0.054	0.039	0.064	0.053	0.050
E21678	16	0.019	0.036	0.028	0.026	0.025	0.026
E21690	17	0.017	0.032	0.028	0.041	0.032	0.030
E21697	18	0.020	0.027	0.032	0.023	0.033	0.027
E21699	19	0.018	0.032	0.027	0.023	0.028	0.025
E22484	20	0.059	0.025	0.020	0.020	0.027	0.030
E22107	21	0.024	0.041	0.029	0.028	0.035	0.045
E22791	22	0.024	0.025	0.029	0.030	0.031	0.027
E22805	23	0.021	0.026	0.030	0.038	0.044	0.031
E22899	24	0.025	0.033	0.049	0.031	0.036	0.035