



Rapporti Tecnici INAF INAF Technical Reports

Number	288
Publication Year	2023
Acceptance in OA@INAF	2023-12-29T14:40:24Z
Title	MISURE SORGENTI OAS
Authors	SCHIAVONE, Filomena
Affiliation of first author	OAS Bologna
Handle	http://hdl.handle.net/20.500.12386/34497 ; https://doi.org/10.20371/INAF/TechRep/288

MISURE SORGENTI OAS

Il laboratorio di Radiometria dell'Istituto di Scienze Marine (ISMAR) del CNR, sede di Bologna ha come obiettivo principale l'analisi di radionuclidi, sia naturali che artificiali, presenti nei sedimenti e nel materiale particellato. Lo scopo è quello di calcolare cronologie degli strati sedimentari, tassi di accumulo, flussi e velocità di processi marini attraverso l'uso di traccianti radioattivi. A tal fine si utilizzano sia radionuclidi gamma emettitori artificiali (^{137}Cs) e naturali (^7Be , ^{234}Th , ^{210}Pb) che radionuclidi alfa emettitori naturali (^{210}Po , ^{230}Th , ^{238}U).

Il laboratorio è dotato di 2 rivelatori gamma, di 8 rivelatori alfa e di 1 rivelatore beta. Il laboratorio funziona ininterrottamente 24 ore su 24, per 365 giorni l'anno.

Nel laboratorio di radiometria, la misura per spettrometria gamma è effettuata mediante due rivelatori: uno coassiale ORTEC EG&G al germanio intrinseco, modello GMX-20195 che permette di evidenziare emettitori di basse energie (da circa 40 keV), un secondo analogo rivelatore al germanio intrinseco, modello GEM-20200, che non risolvendo le basse energie, è impiegato principalmente per la determinazione di radionuclidi con emissione di radiazione gamma sopra i 200 keV, entrambi i rivelatori sono collegati ad un sistema di spettrometria gamma integrato Modello DSPEC - Ortec.

L'analisi e la successiva lettura e calibrazione degli spettri forniti come output dai due strumenti, è effettuata tramite software Gammavision - Ortec.

Nell'attività normale del laboratorio, l'efficienza dei rivelatori è calcolata utilizzando sedimento tracciato con soluzioni standard multipicco (QCY58) posto in capsule con geometrie standard (ml 5-10-15-20), l'accuratezza delle analisi è controllata periodicamente con un sedimento certificato (IAEA 300 Baltic Sea Sediment).

La precisione e l'accuratezza ottenute sono state verificate con la partecipazione del laboratorio di radiometria dell'ISMAR di Bologna ad intercalibrazioni a livello internazionale, in particolare con l'IAEA (International Atomic Energy Agency – Analytic Quality Control Service) con ottimi risultati, variano a seconda della composizione del campione.

- Utilizzo libreria ad hoc OAS.LIB basandosi sulle energie dei radionuclidi consigliate dalla I.A.E.A (Update of X ray and gamma ray decay data standards for detector calibration and other applications - Volume 1 - Recommended decay data, high energy gamma ray standards and angular correlation coefficients – 2007)

- Specifiche tecniche setup sperimentale rivelatori soglie...
- Ogni campione è stato contato con tempi di misura variabili (da 15” a 85.000”) a seconda dell’attività del campione.
- Per alcuni problemi tecnici è risultato impossibile calcolare attività campioni con elaborazione automatica dello spettro, per cui molti spettri sono stati calcolati “manualmente”.
- Non avendo a disposizione un’efficienza per sorgenti puntiforme come i campioni abbiamo utilizzato le efficienze normalmente utilizzate in laboratorio per avere un’indicazione approssimativa della reale attività dei campioni.
- Vengono riportati gli spettri di ogni singolo campione per entrambi i rivelatori.
- Problemi fondo per misure lunghe... confronti spettri con naturali

Note

Calcolo efficienza am-241 utilizzando camp. 03,

efficienza base (12 g sed.: 22.33%)

Setup strumentale: sorgenti a contatto non collimate

Fe-55 non determinabile in quanto beta puro

STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Rivelatori: * ORTEC GEM 45190 * ORTEC GMX 40220

Materiale: HPGe (P type)

Materiale: HPGe (N type)

Geometria: Coassiale

Geometria: Coassiale

Endcup: Al 1,5mm

Endcup: Be 0,5mm

Efficienza Relativa (NaI): 49%

Efficienza Relativa (NaI): 43%

FWHM (1332,5 keV): 1,80 keV

FWHM (1332,5 keV): 2,10 keV

Rapporto P-to-C: 73:1

Rapporto P-to-C: 53:1

Elettronica di acquisizione:

Sistema di spettrometria ORTEC 92X

Sistema di spettrometria ORTEC DSPEC jr 2.0

Sorgenti utilizzate per la taratura:

Standard

Materiale di riferimento utilizzato per la verifica in geometria equivalente e composizione chimica differente: Campione interconfronto IAEA-CU-2009-03 Sample 01 Moss-soil costituito da una miscela di marmo rosso e muschio in contenitore cilindrico 100 ml (densità 0,9 g/cm³).

I risultati sono riportati nelle varie tabelle per ogni singola sorgente ma i valori sono approssimativi, in quanto affetti dall'utilizzo di un'efficienza non reale per la tipologia della sorgente. Le efficienze utilizzate si riferiscono a campioni di sedimento di 12 ml, posti in contenitori cilindrici del diametro di 7cm (circa) uguale a quello del rivelatore, mentre le sorgenti sono quasi puntiformi con diametro di 1 mm.

Ciò nonostante i valori ottenuti sono molto vicini a quelli ipotizzati all'origine.

La maggior parte delle sorgenti sono state misurate su entrambi i rivelatori (GEM e GMX), con tempi variabili di misura in funzione del contenuto in attività.

Sorgente n. 7 risulta un po' più bassa, ma dato l'elevato numero di energie gamma emesse dal Ba-133, occorrerà approfondire...

Nelle sorgenti di Co-57 è risultato presente anche il Co-60, e nelle sorgenti 13 e 14 trovate anche tracce di Cs-137.

INAF - Elenco completo delle sorgenti radioattive solide sigillate detenute

Radionuclide	Bq	kBq	Cod-interno	DataRiferimento
Am-241	383748	384	01	31/12/1982
Co-60	16000	16	02	31/12/1982
Am-241	349608	350	03	01/05/1984
Cs-137	1570647	1571	04	15/10/1984
Cs-137	166520	167	05	30/11/1984
Fe-55	125771	126	06	30/05/1985
Ba-133	122193	122	07	11/05/1990
Na-22	2649	3	08	01/07/1992
Co-57	0,02	0,00	09	15/06/1997
Co-57	0,16	0,00	10	07/01/1999
Co-57	0,17	0,00	11	10/02/1999
Y-88	0,00	0,00	12	20/03/2000
Co-57	1,4	0,00	13	10/08/2000
Co-57 (*)	5,8	0,0	14	01/03/2002
Co-57 (*)	49,2	0,0	15	15/06/2004
Cd-109 (*)	21926,7	21,9	16	15/06/2004
Cd-109 (*)	37660712,6	37660,7	17	17/10/2017
Co-57 (*)	16908337,0	16908,3	18	22/02/2018

Attività al 24-9-19

(*) SORGENTI CON CERTIFICATI ORIGINE

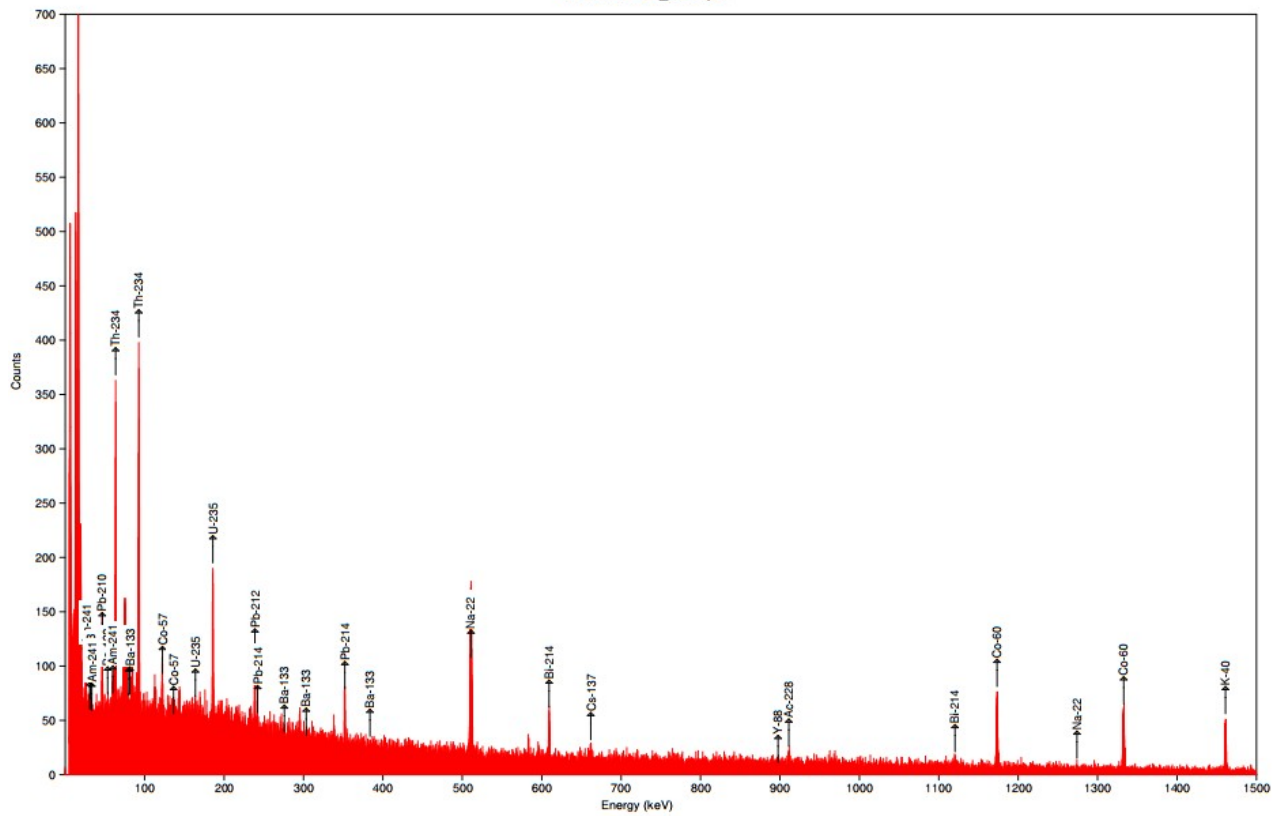
Sorgenti sigillate da smaltire

Radionuclide	Bq	Cod-interno
Co-60	16000	02
Co-57	0,02	09
Co-57	0,16	10
Co-57	0,17	11
Co-57	1,4	13
Co-57	5,8	14
Co-57	49,2	15
Y-88	0,00	12

Attività al 24-9-19

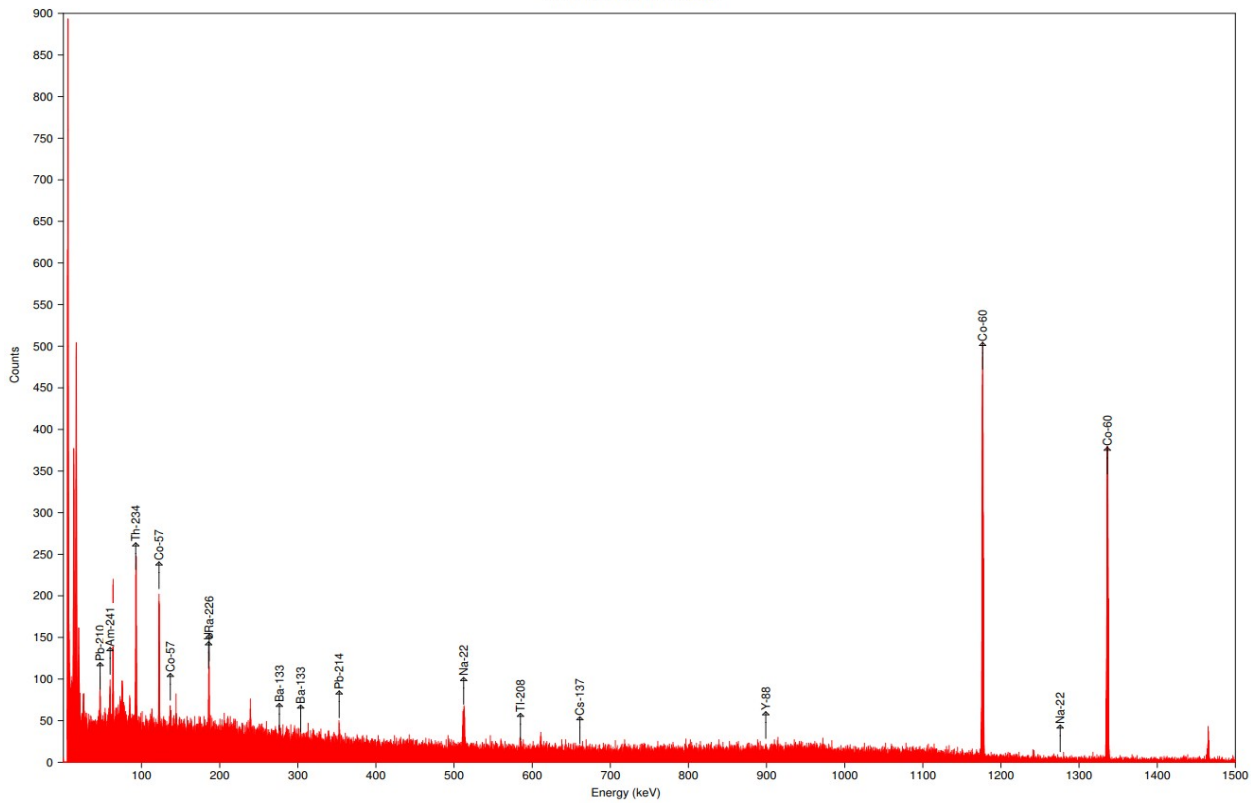
Cod. 09	Nuclide	Co-57	Bq	0,02 al	24/09/2019		
Data misura	rivelatore	sec"	dead%	Co-57	Co-60		
				Bq	+/-	Bq	+/-
18/10/2019	GMX	85000	0,2	0,024	0,007	0,47	0,02
19/10/2019	GMX	85000	0,2	0,028	0,006	0,43	0,02
20/10/2019	GMX	75216	0,2	0,026	0,007	0,37	0,03

GMX 2. Co-57_091.Spc.



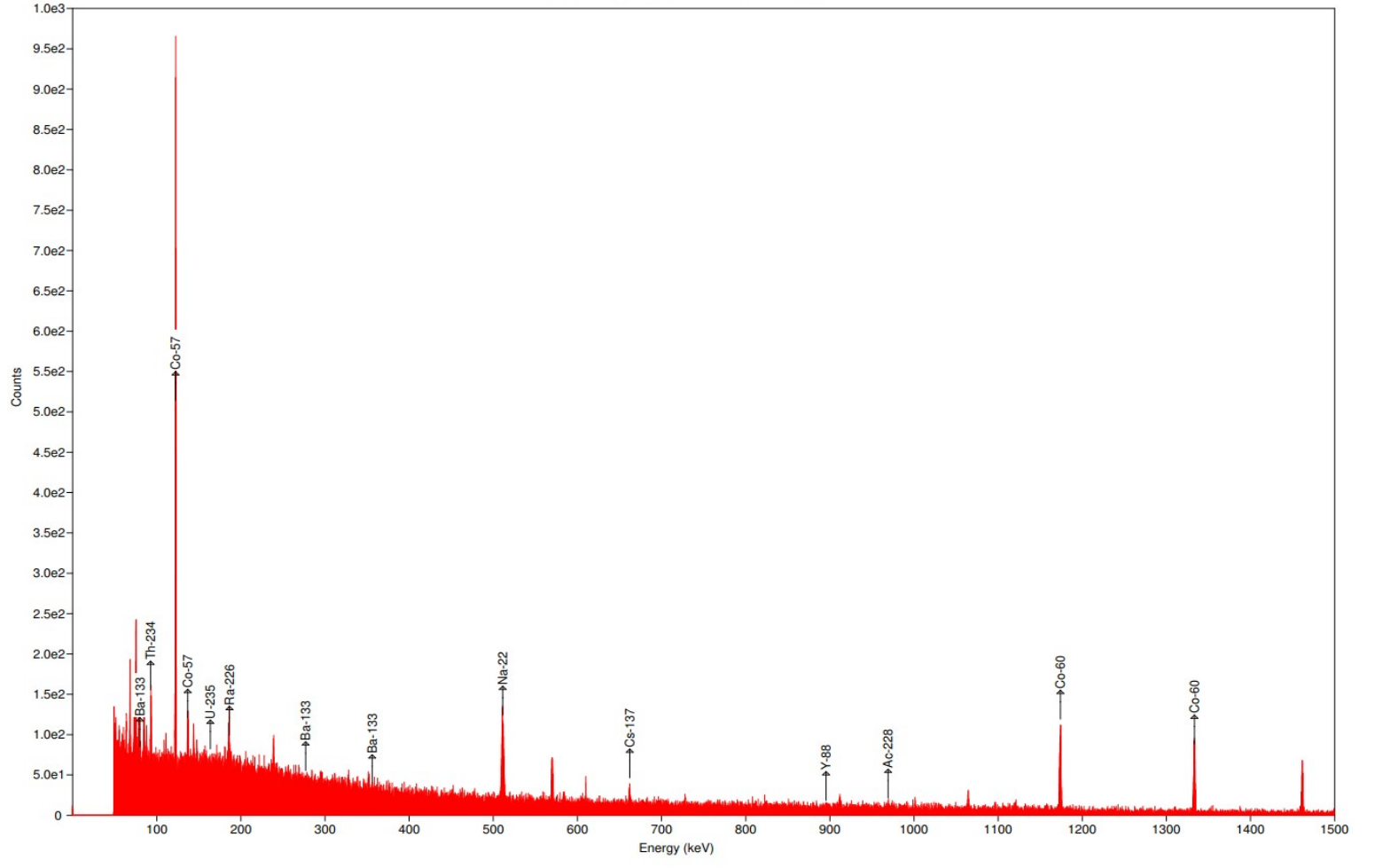
Cod. 10	Nuclide	Co-57	Bq	0,16 al	24/09/2019		
Data misura	rivelatore	sec"	dead%	Co-57	Co-60		
				Bq	+/-	Bq	+/-
17/10/2019	GMX	53.539	0,21	0,120	0,009	4,29	0,08

GMX 2. Co-57_10mix.Spc.



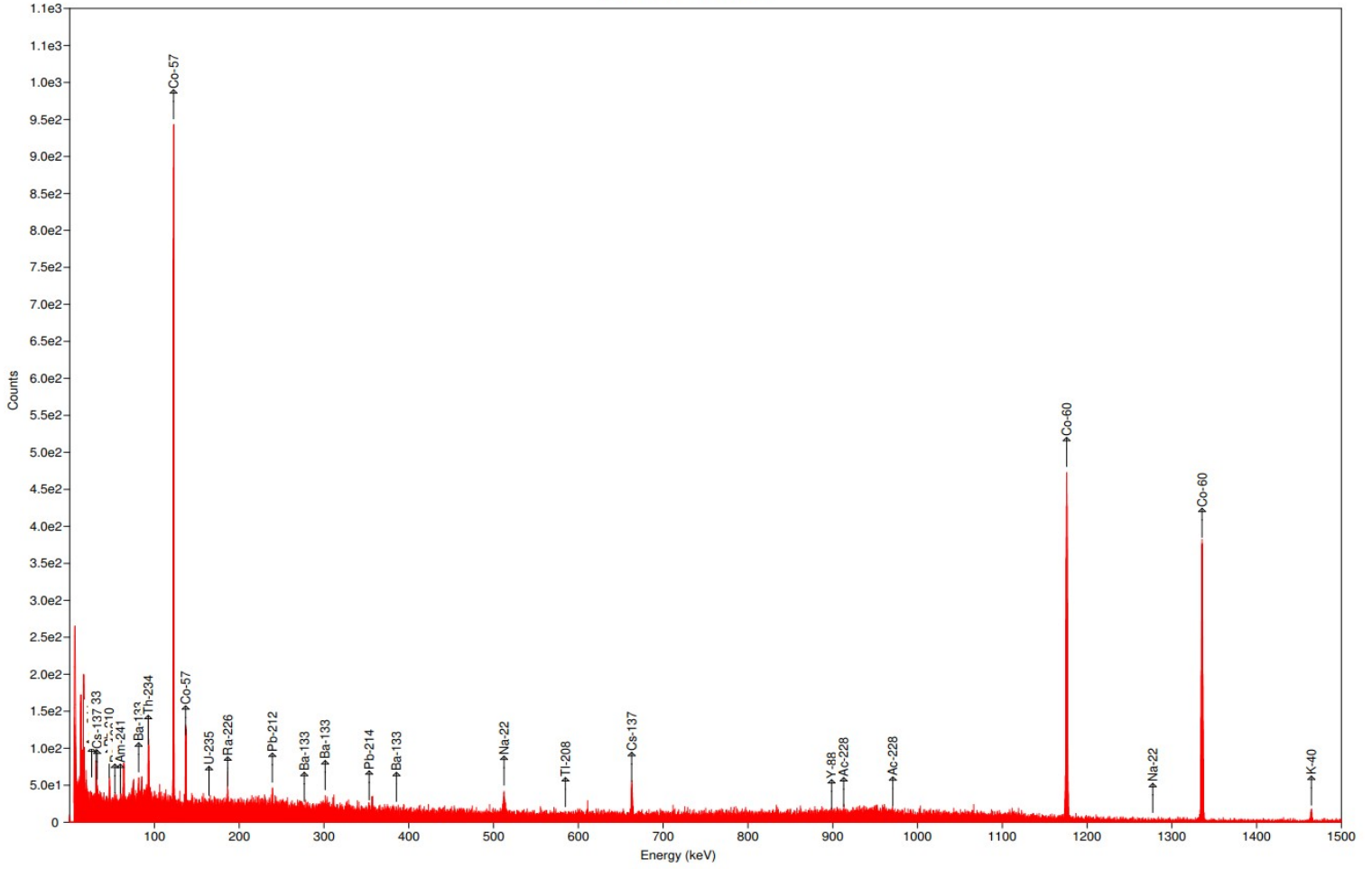
Cod. 11 + 12		Nuclide	Co-57 + Y-88	Bq 0,16 0,00		al 24/09/2019			
Data misura	rivelatore	sec"	dead%	Co-57		Co-60		Y-88	
				Bq	+/-	Bq	+/-	Bq	+/-
17/10/2019	GEM	76.786	0,18	0,07	0,01	0,66	0,04	0,04	0,02
18/10/2019	GEM	80.697	0,18	0,21	0,01	0,63	0,03	< 0,04	

GEM 1. GEM_Co-57_11-Y88_12-b.Spc.



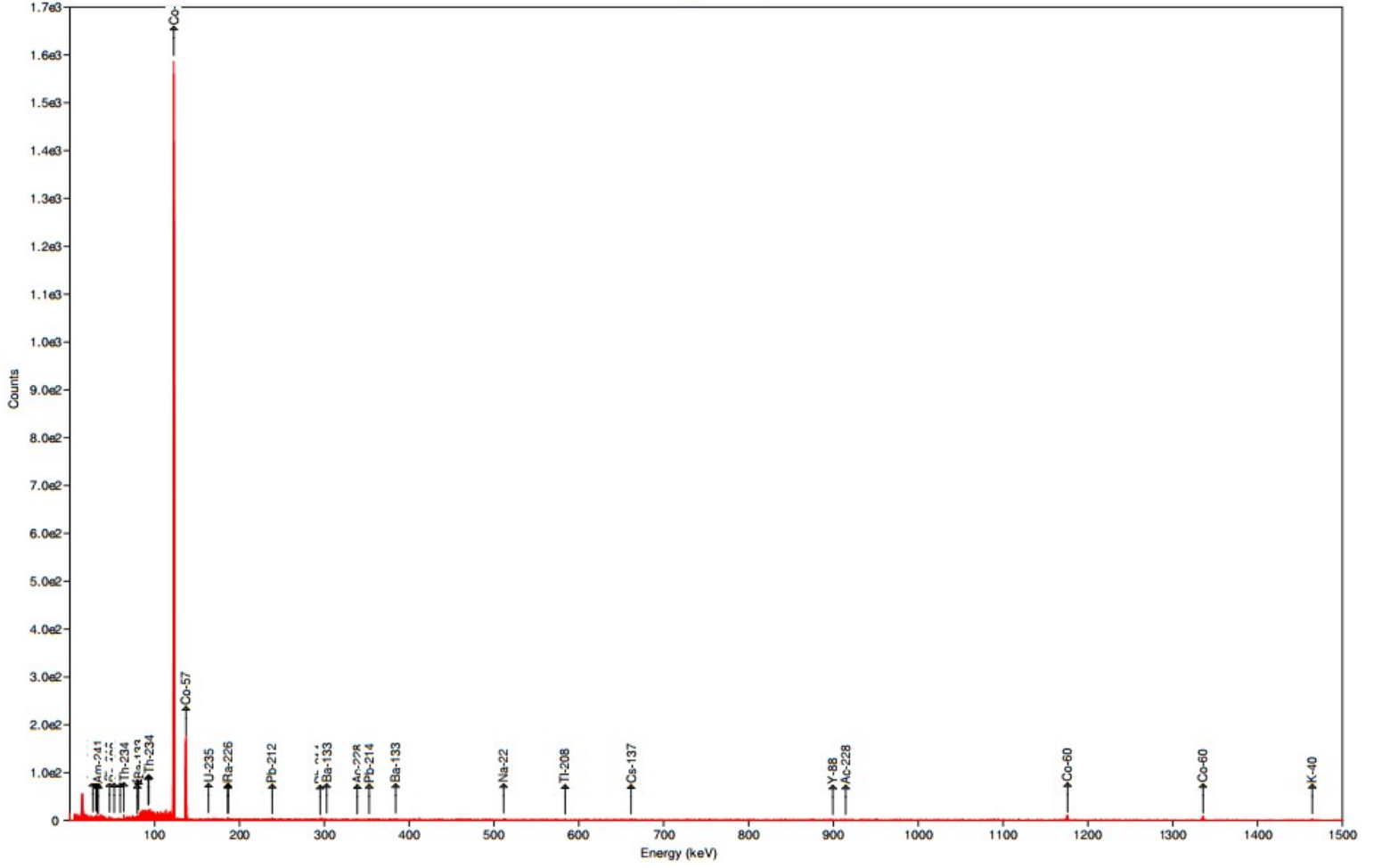
Cod. 13	Nuclide	Co-57	Bq	1,4	al	24/09/2019			
Data misura	rivelatore	sec"	dead%	Co-57	Co-60	Cs-137			
				Bq	+/-	Bq	+/-	Bq	+/-
17/10/2019	GMX	900	0,22	1,28	0,13	8,10	0,80		
18/10/2019	GMX	24.317	0,21	1,45	0,04	9,52	0,17	0,72	0,08

GMX 2. Co-57_13b.Spc.



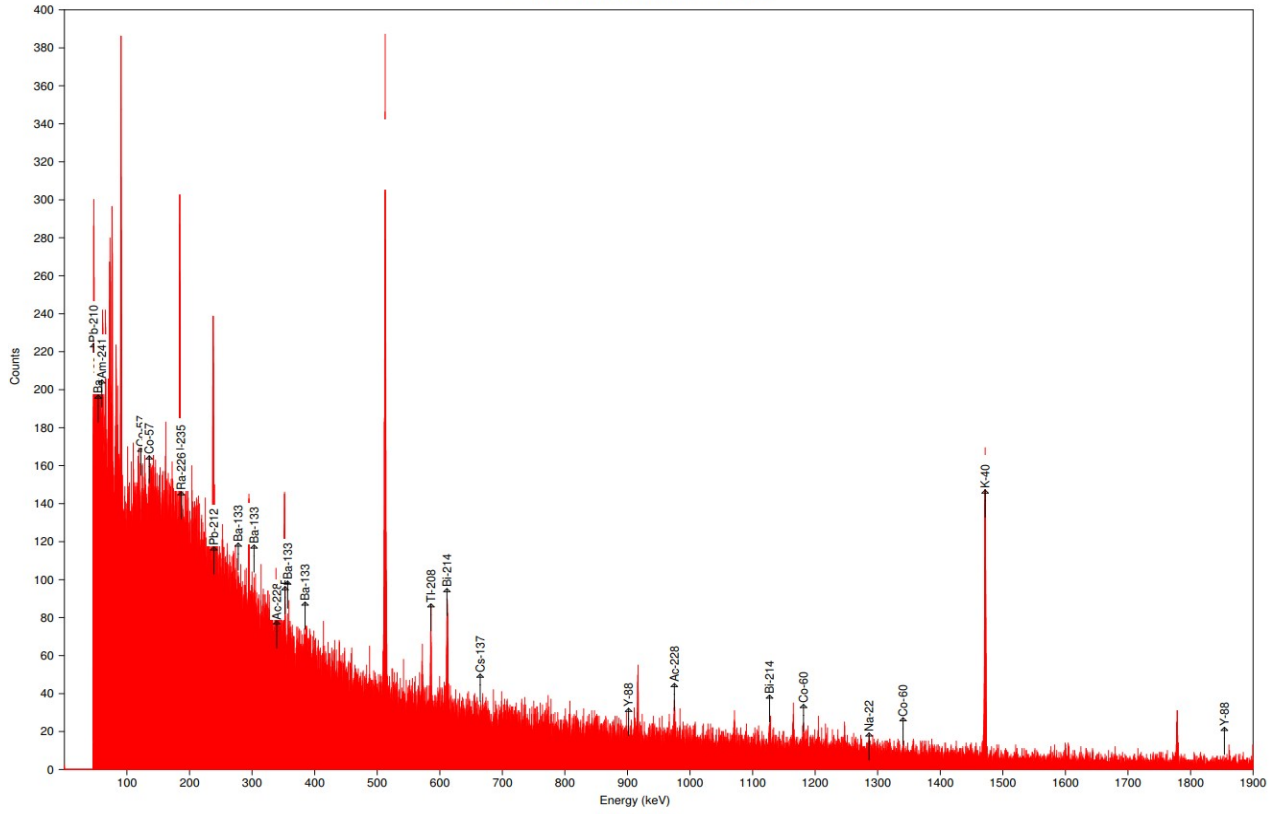
Cod. 15		Nuclide	Co-57	Bq	49,2	al	24/09/2019
Data misura	rivelatore	sec"	dead%	Co-57		Co-60	
				Bq	+/-	Bq	+/-
17/10/2019	GMX	1.500	0,24	38,83	0,30	2,70	0,40
17/10/2019	GMX	1.500	0,23	39,12	0,40	2,15	0,40
17/10/2019	GMX	1500	0,23	39,91	0,40	2,24	0,40

GMX 2. Co-57_15-020.Spc.



Cod. 12		Nuclide	Y-88	Bq	0,00 al	24/09/2019
Data misura	rivelatore	sec"	dead%	Y-88		
				Bq	+/-	
18/10/2019	GMX	180.000	0,18	< 0,014		
20/10/2019	GMX	63.666	0,18	< 0,024		

GEM 1. GEM_Y88_120SPETTRO.Spc.

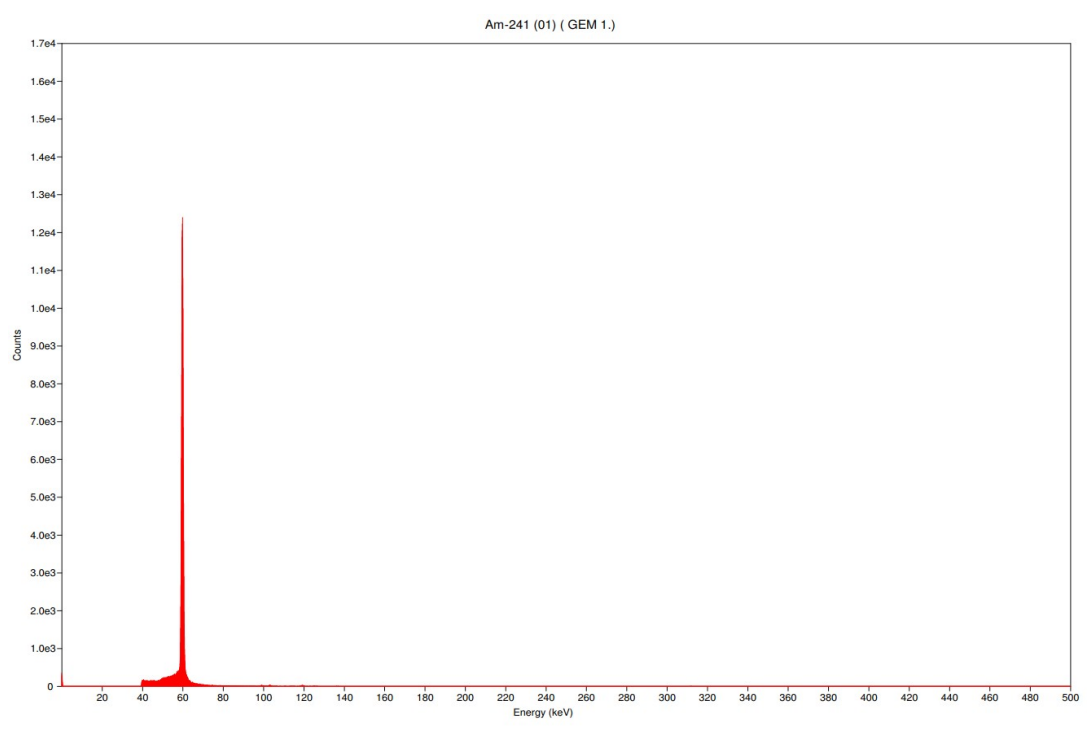
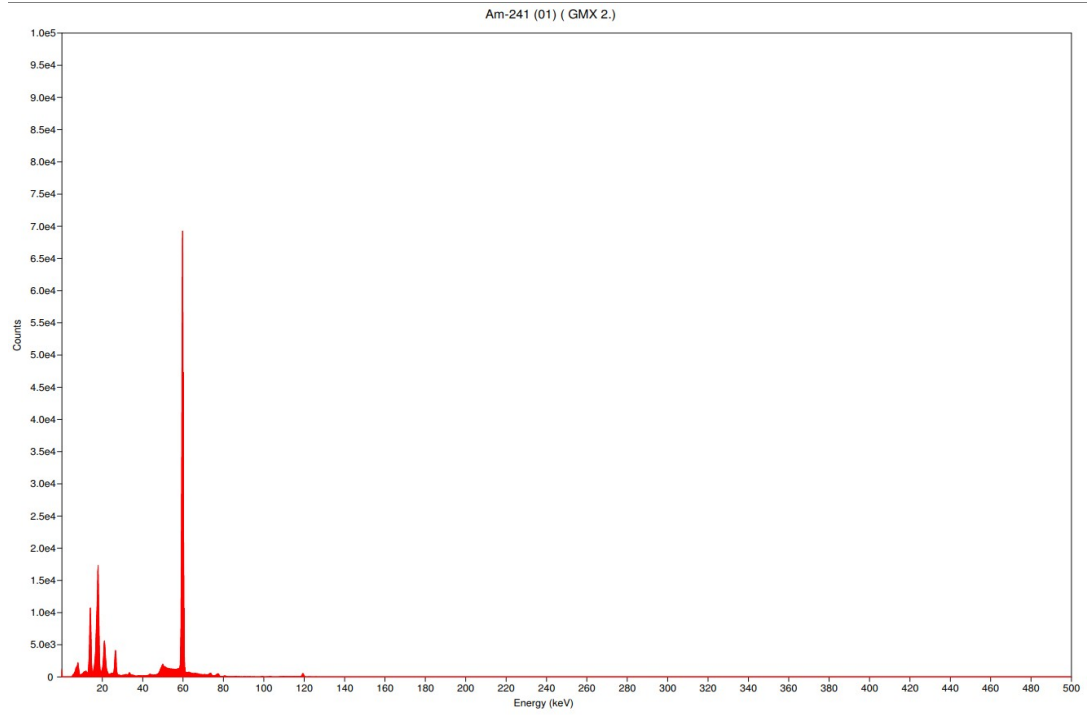


**Sorgenti solide sigillate da caratterizzare tramite
spettrometria gamma**

Radionuclide	Bq	kBq	Cod-interno
Am-241	383748	384	01
Am-241	349608	350	03
Ba-133	122193	122	07
Cs-137	1570647	1571	04
Cs-137	166520	167	05
Fe-55	125771	126	06
Na-22	2649	2,6	08

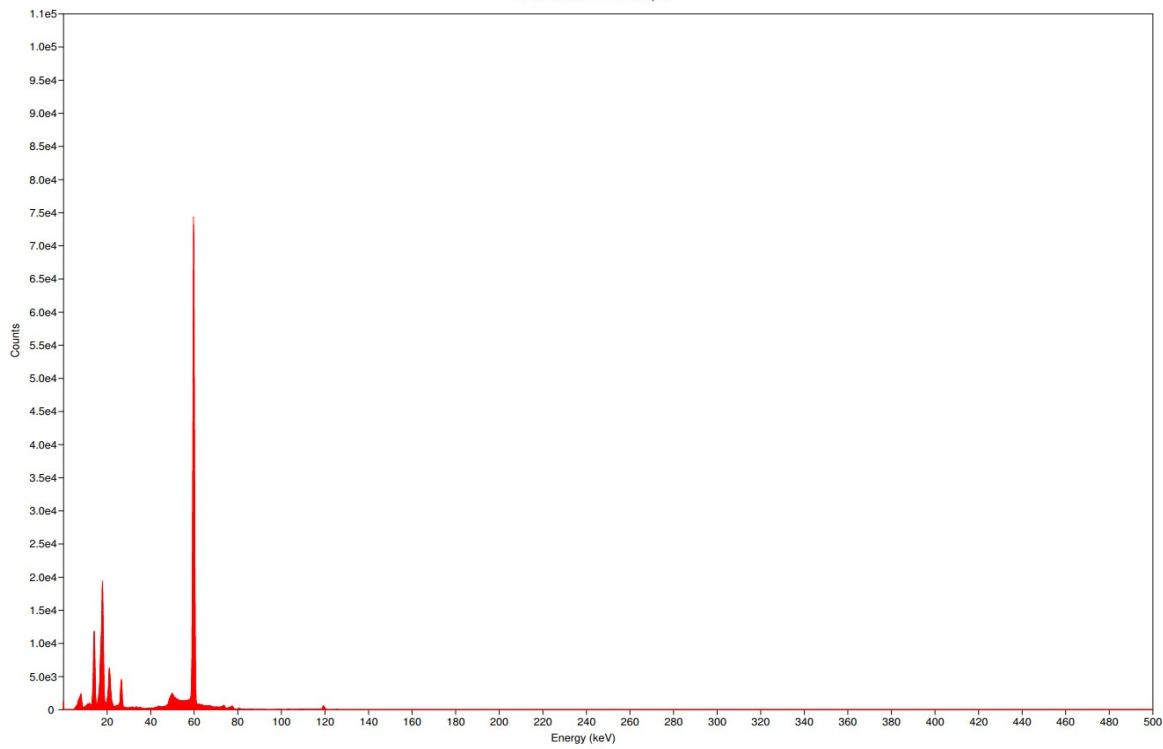
Attività riferite al 24-9-19

Cod. 01		Nuclide	Am-241		Bq	383.748	al	24/09/2019	
Data misura	rivelatore	sec"	cps	colpi	+/-	Bq	+/-	FWHM	dead%
21/10/2019	GMX	5,56	29.522	164.140	428	335.200	874	0,88	83,71
	GMX	8,24	22.740	187.381	457	258.200	630	0,88	83,65
	GMX	1,14	23.668	26.981	173	268.700	1.723	0,87	83,65
	GMX	12,88	25.284	325.652	604	287.100	532	0,89	83,65
	GMX	15	23.024	345.356	624	261.400	472	0,89	83,64
	GEM	15	4.305	64.848	290	217.351	972	0,99	32,55
	GEM	15	4.369	65.534	292	221.759	988	0,99	32,68

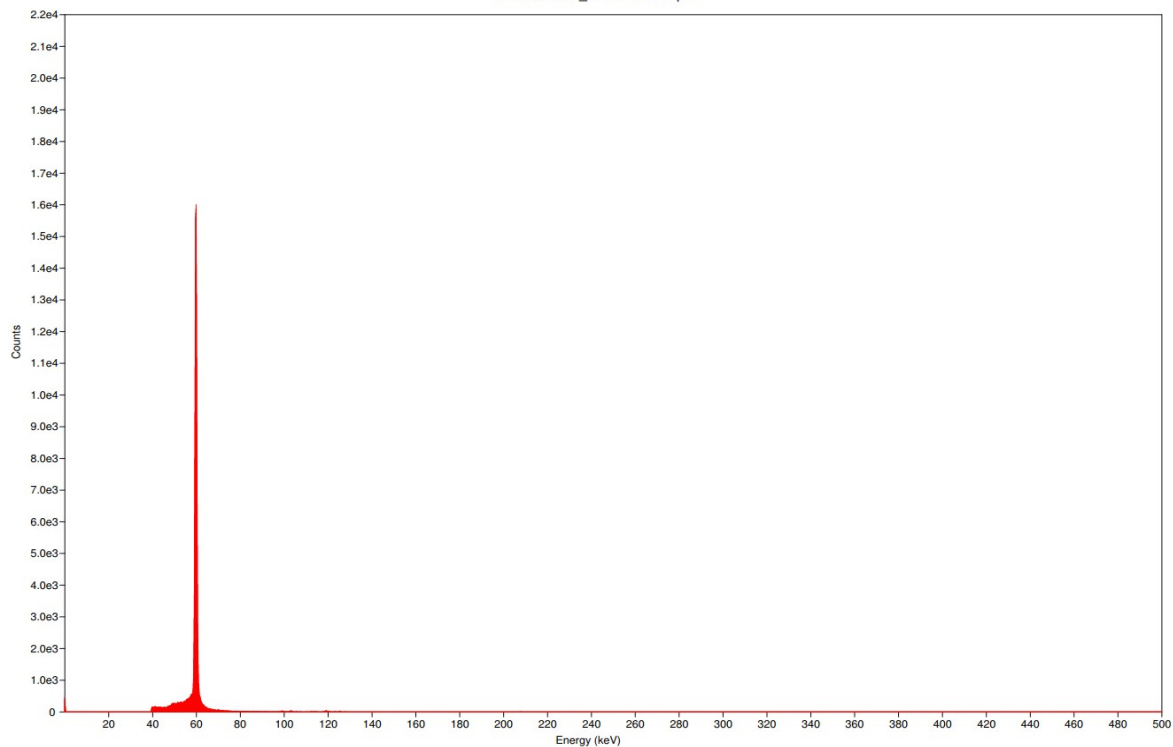


Cod. 03	Nuclide	Am-241	Bq	349.608	al	24/09/2019			
Data misura	rivelatore	sec"	cps	colpi	+/-	Bq	+/-	FWHM	dead%
21/10/2019	GMX	15	22.931	343.958	643	260.300	487	0,87	84,77
	GMX	15	22.906	343.593	622	260.100	471	0,87	84,74
	GEM	15	5.720	85.796	336	293.251	1.148	1,00	37,55
	GEM	15	5.761	86.414	336	291.878	1.135	1,00	37,60

GMX 2. Am-241-030.Spc.



GEM 1. GEM_Am-241-030.Spc.



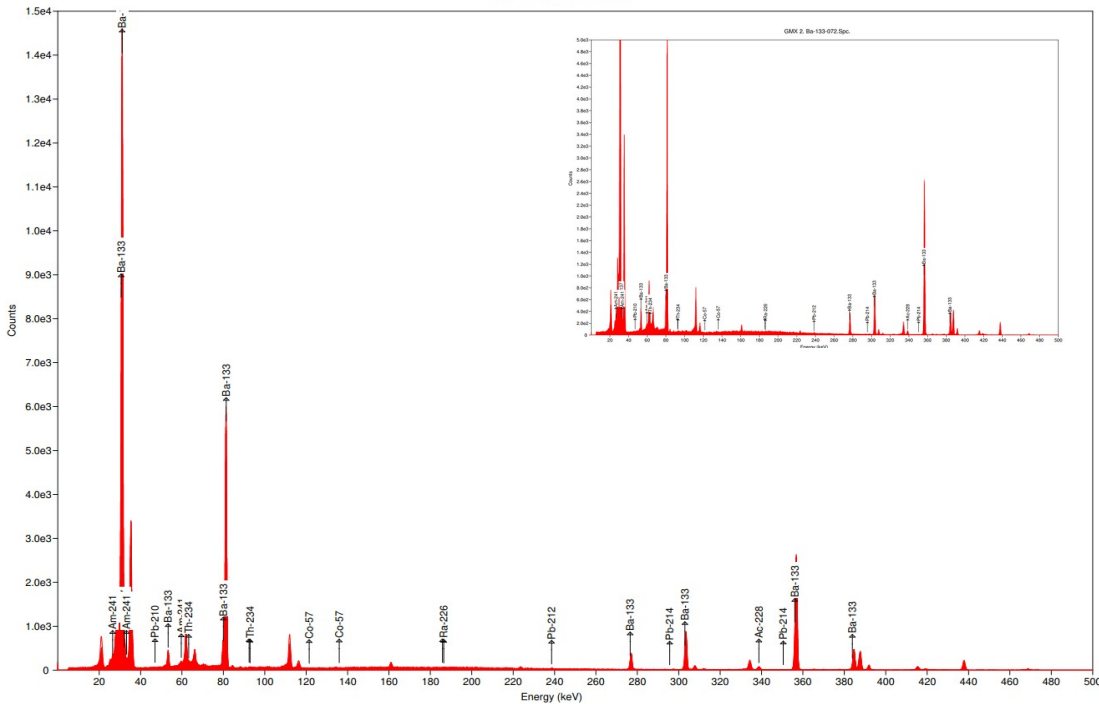
Cod. 07 Nuclide Ba-133 Bq 122.193 al 24/09/2019

80,9979 keV

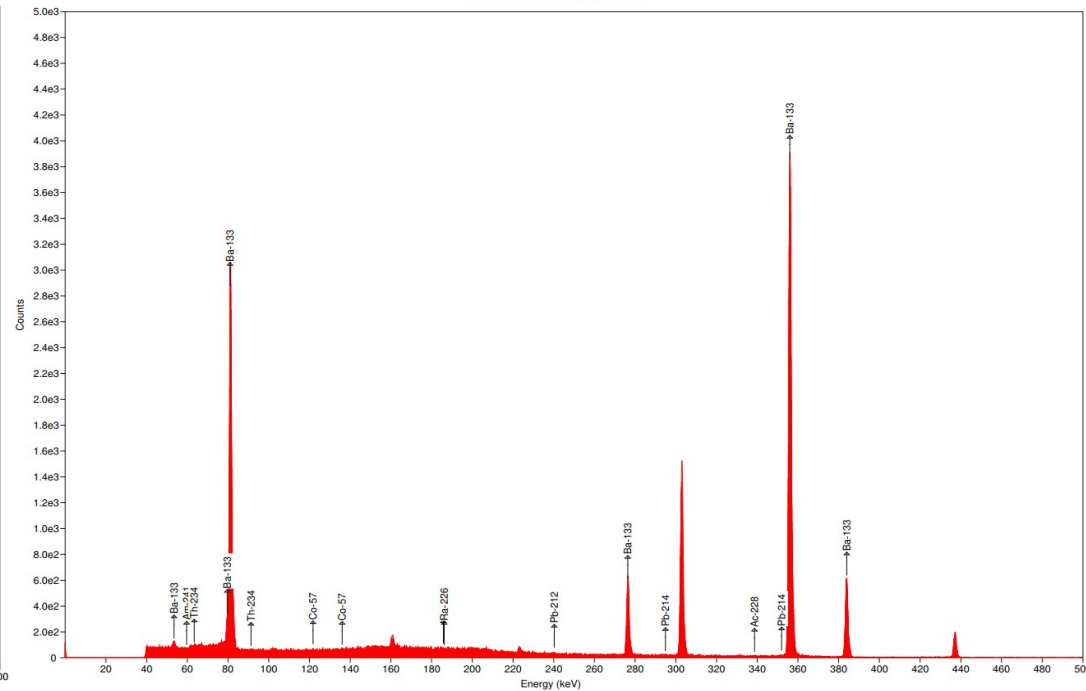
356,0129 keV

Data misura	rivelatore	sec"	dead%	cps	colpi	+/-	Bq	+/-	FWHM	cps	colpi	+/-	Bq	+/-	FWHM
21/10/2019	GMX	15	49,29	1.663	24.950	190	30.070	229	0,85	1.035	15.521	132	34.850	296	1,18
	GMX	15	49,29	1.673	25.095	190	30.250	229	0,87	1.049	15.728	132	35.320	296	1,13
	GMX	15	49,26	1.663	24.952	190	30.070	229	0,86	1.041	15.613	133	35.060	299	1,11
	GEM	15	39,47	1.109	16.641	178	36.720	393	1,15	1.979	29.689	185	56.993	355	1,39
	GEM	15	39,56	1.136	17.042	179	35.120	369	1,08	1.978	29.666	197	56.950	378	1,39
	GEM	15	39,47	1.222	18.330	183	37.780	377	1,13	1.984	29.755	196	57.120	376	1,41

GMX 2. Ba-133-072.Spc.

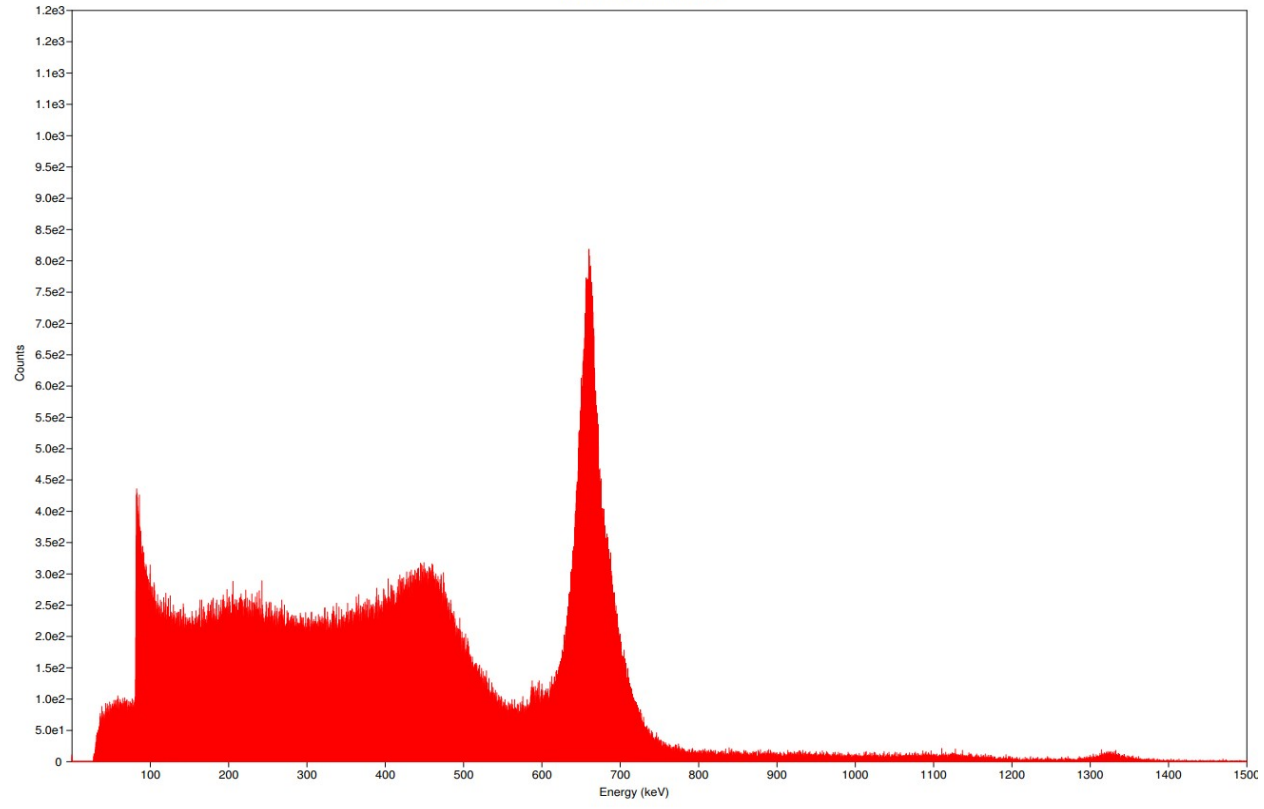


GEM 1. GEM_Ba-133-073.Spc.

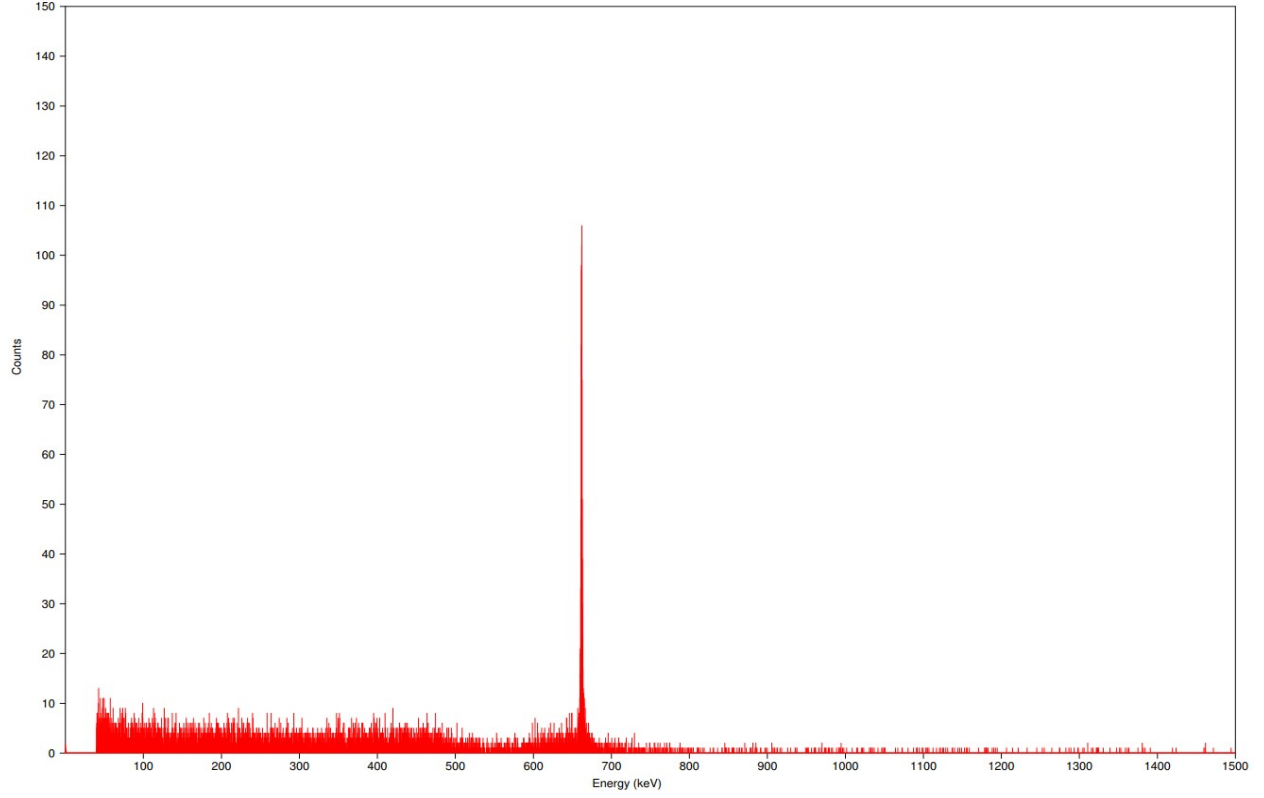


Cod. 04	Nuclide	Cs-137	Bq	1.570.647	al	24/09/2019			
Data misura	rivelatore	sec"	dead%	cps	colpi	+/-	Bq	+/-	FWHM
21/10/2019	GMX	0,86	99,82	4.551	39.174	1.296	2.313.000	76.521	27,89
	GMX	1,1	99,81	37.832	41.615	1.265	1.921.000	58.394	27,87
	GMX	3,08	99,78	42.184	129.927	2.188	2.142.000	36.072	29,76
	GEM	34	76,93	24	827	43	896	47	1,29

GMX 2. Cs-137-04c.Spc.

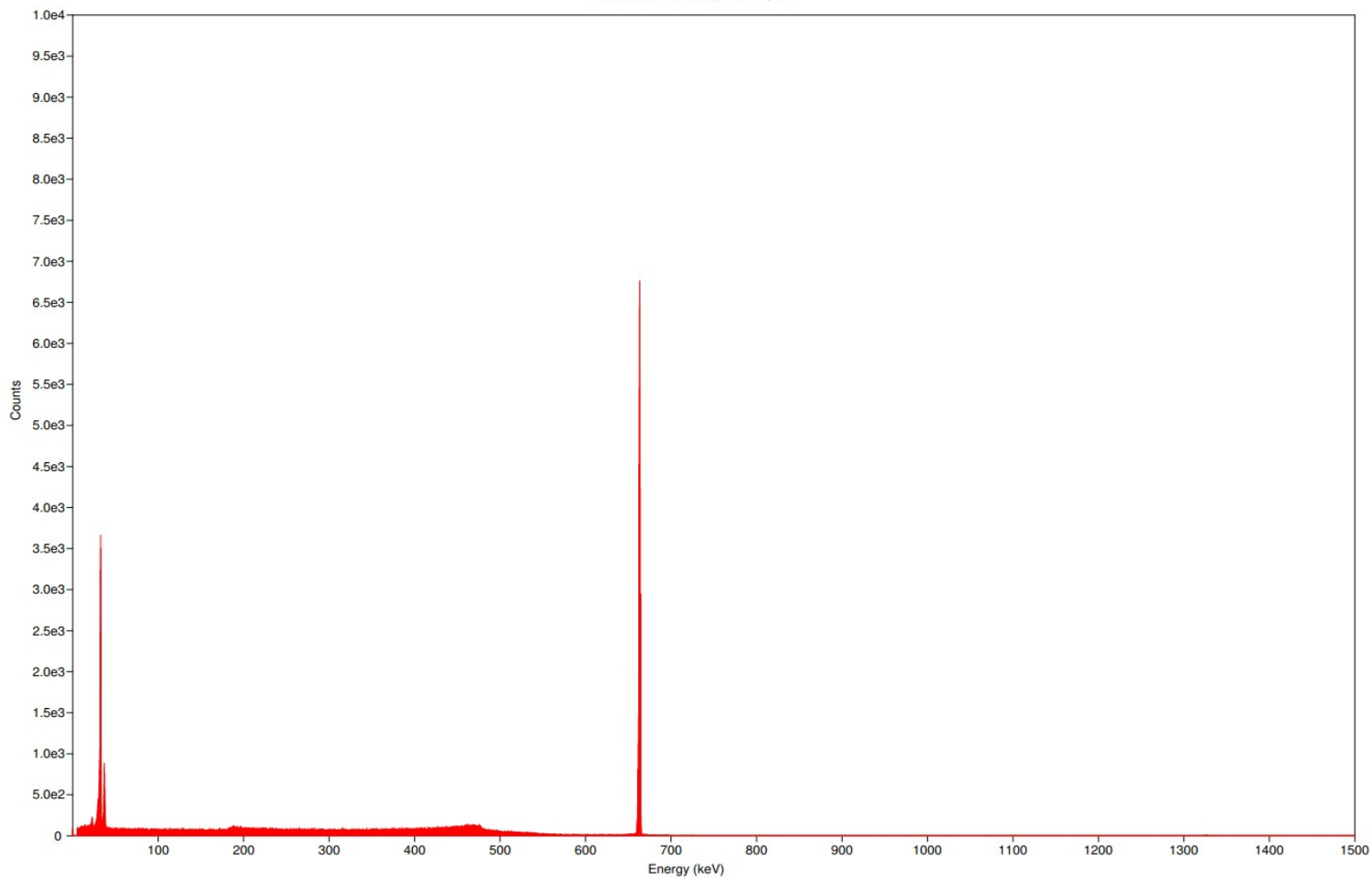


GEM 1. GEM_Cs-137(04)0.Spc.



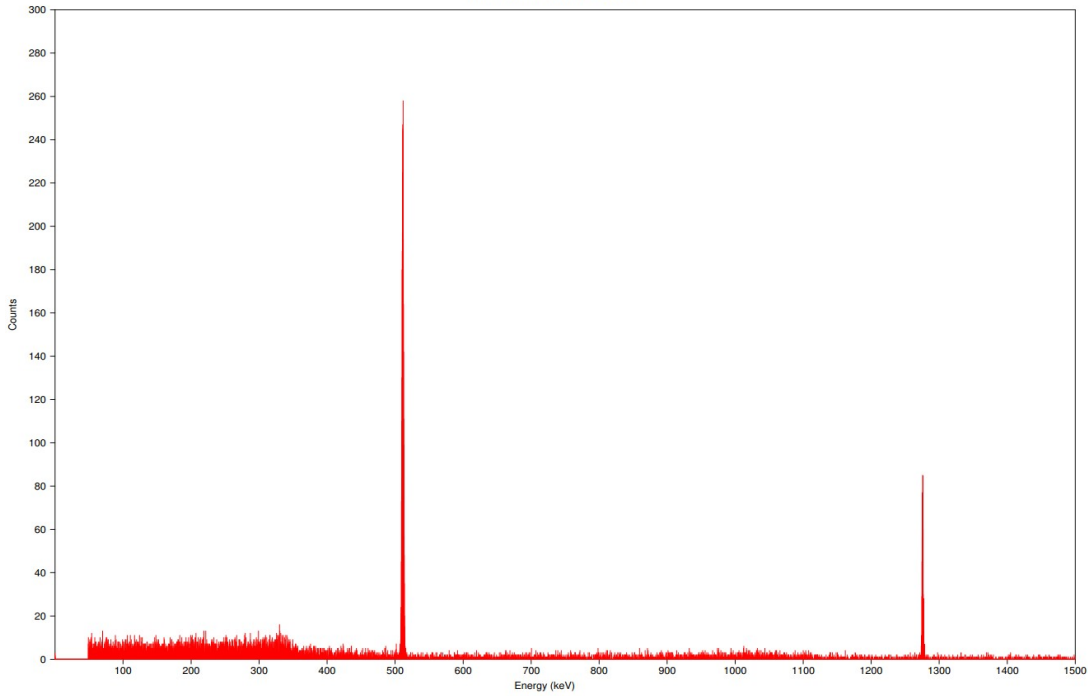
Cod. 05	Nuclide	Cs-137	Bq	166.520	al	24/09/2019			
Data misura	rivelatore	sec"	dead%	cps	colpi	+/-	Bq	+/-	FWHM
21/10/2019	GMX	25,78	53,68	3.657	94.274	350	185.700	689	1,51
	GMX	15	53,56	3.629	54.440	266	184.300	901	1,51
	GMX	15	53,56	3.648	54.727	268	185.300	907	1,56
	GMX	15	53,68	3.664	54.958	266	186.100	901	1,55
	GMX	15	53,53	2.935	44.019	306	149.000	1.036	1,39
	GMX	15	53,62	2.937	44.596	307	151.000	1.039	1,42

GMX 2. Cs-137(05)3.Spc.



Cod. 08	Nuclide	Na-22	Bq	2.649	al	24/09/2019										
							511 leV			1274,537 keV						
Data misura	rivelatore	sec"	dead%	cps	colpi	+/-	Bq	+/-	FWHM	cps	colpi	+/-	Bq	+/-	FWHM	
21/10/2019	GEM	15	7,41	192	2.866	61	2.586	55	2,71	40	603	29	2.921	140	1,85	
	GEM	15	7,41	198	2.975	59	2.684	53	2,72	40	581	26	2.882	129	1,68	
	GEM	15	7,52	198	2.984	64	2.692	58	2,65	37	562	26	2.698	125	1,69	
	GEM	15	7,52	193	2.654	60	3.561	81	2,55	42	626	27	3.032	131	1,97	
	GEM	15	7,41	203	3.047	61	2.749	55	2,71	40	595	27	2.877	131	1,80	
	GEM	15	7,29	193	2.902	60	2.618	54	2,67	39	598	24	2.834	114	1,93	

GEM 1. GEM_Na-22(08)3.Spc.



Logbook misure effettuate 17-18 Ottobre2019

Am-241-01b0.Spc	Co-57_15-023.Spc	Cs-137(05)2.Spc	GEM_Am-241-038.Spc	GEM_Na-22(08)0.An1
Am-241-01b1Spc.Spc	Co-57_15-024.An1	Cs-137(05)3.Spc	GEM_Am-241-039.Spc	GEM_Na-22(08)0.Spc
Am-241-01b2Spc.Spc	Co-57_15-024.Spc	Cs-137(05)4.Spc	GEM_Ba-133-070.Spc	GEM_Na-22(08)1.An1
Am-241-010.Spc	Co-57_15-025.An1	Cs-137(05)5.Spc	GEM_Ba-133-071.An1	GEM_Na-22(08)1.Spc
Am-241-011.Spc	Co-57_15-025.Spc	Cs-137-04.Spc	GEM_Ba-133-071.Spc	GEM_Na-22(08)2.An1
Am-241-030.Spc	Co-57_15-026.An1	Cs-137-04b.Spc	GEM_Ba-133-072.Spc	GEM_Na-22(08)2.Spc
Am-241-031.Spc	Co-57_15-026.Spc	Cs-137-04c.Spc	GEM_Ba-133-073.An1	GEM_Na-22(08)3.An1
Ba-133-070.An1	Co-57_15-027.An1	FONDO21-10-2019.Spc	GEM_Ba-133-073.Spc	GEM_Na-22(08)3.Spc
Ba-133-070.Spc	Co-57_15-027.Spc	FONDO21-10-2019-02.Spc	GEM_Co-57_11-Y-88_12.An1	GEM_Na-22(08)4.An1
Ba-133-071.Spc	Co-57_15-028.Spc	FONDO21-10-2019-03.Spc	GEM_Co-57_11-Y-88_12.Spc	GEM_Na-22(08)4.Spc
Ba-133-072.An1	Co-57_15-029.Spc	FONDO21-10-2019-04.Spc	GEM_Co-57_11-Y88_12-b.An1	GEM_Na-22(08)5.An1
Ba-133-072.Spc	Co-57_15-0210.Spc	GEM_Am-241-03b1.Spc	GEM_Co-57_11-Y88_12-b.Spc	GEM_Na-22(08)5.Spc
Ba-133-073.Spc	Co-57_090.An1	GEM_Am-241-010.An1	GEM_Co-57_14-01.An1	GEM_Y88_120.An1
Co-57_09.Spc	Co-57_090.Spc	GEM_Am-241-010.Spc	GEM_Co-57_14-01.Spc	GEM_Y88_120.Spc
Co-57_9-10-13.Spc	Co-57_091.An1	GEM_Am-241-011.An1	GEM_Co-57_14-020.An1	GEM_Y88_120SPETTRO.An1
Co-57_10.Spc	Co-57_091.Spc	GEM_Am-241-011.Spc	GEM_Co-57_14-020.Spc	GEM_Y88_120SPETTRO.Spc
Co-57_10mix.An1	Co-57_092.An1	GEM_Am-241-012.Spc	GEM_Co-57_14-021.An1	GEM_Y88_1201.An1
Co-57_10mix.Spc	Co-57_092.Spc	GEM_Am-241-013.Spc	GEM_Co-57_14-021.Spc	GEM_Y88_1201.Spc
Co-57_13.Spc	Co-60-02.An1	GEM_Am-241-014.Spc	GEM_Co-57_14-022.An1	GEM1-FONDO160000-2763.An1
Co-57_13b.An1	Co-60-02.Spc	GEM_Am-241-015.Spc	GEM_Co-57_14-022.Spc	GEM1-FONDO160000-2763.Spc
Co-57_13b.Spc	Co-60-020.Spc	GEM_Am-241-030.Spc	GEM_Co-57_14-023.Spc	GEM1-FONDO174697-2763.Spc
Co-57_15-01.An1	Co-60-021.Spc	GEM_Am-241-031.An1	GEM_Co-60(02)0.An1	GEM-FONDO21-10-2019.Spc
Co-57_15-01.Spc	Co-60-022.Spc	GEM_Am-241-031.Spc	GEM_Co-60(02)0.Spc	GEM-FONDO22-10-2019.An1
Co-57_15-020.An1	Co-60-023.An1	GEM_Am-241-032.An1	GEM_Co-60(02)1.An1	GEM-FONDO22-10-2019.Spc
Co-57_15-020.Spc	Co-60-023.Spc	GEM_Am-241-032.Spc	GEM_Co-60(02)1.Spc	GMX2-FONDO160000-267212.Spc
Co-57_15-021.An1	Co-60-024.Spc	GEM_Am-241-033.Spc	GEM_Co-60(02)2.An1	GMX2-FONDO174846-2673.Spc
Co-57_15-021.Spc	Cs-137(04).Spc	GEM_Am-241-034.Spc	GEM_Co-60(02)2.Spc	x-FONDO22-10-2019.An1
Co-57_15-022.An1	Cs-137(05).Spc	GEM_Am-241-035.Spc	GEM_Co-60(02)3.Spc	x-FONDO22-10-2019.Spc
Co-57_15-022.Spc	Cs-137(05)0.Spc	GEM_Am-241-036.Spc	GEM_Cs-137(04)0.Spc	
Co-57_15-023.An1	Cs-137(05)1.Spc	GEM_Am-241-037.Spc	GEM_Na-22(08).Spc	

Energy	Percent	Nuclide	Half Life	Uncertainty	NFlags	PFlags
26.34	2.4%	Am-241	432.2 Yrs.	0.1000	T-----	G-----
30.63	35.1%	Ba-133	10.51 Yrs.	0.1000	TF-----	-X-----
30.97	64.9%	Ba-133	10.51 Yrs.	0.1000	TF-----	-X-----
32.19	3.6%	Cs-137	30.07 Yrs.	0.1000	TFI-----	-X-----
33.20	0.126%	Am-241	432.2 Yrs.	0.1000	T-----	G-----
46.39	4.25%	Pb-210	22.3 Yrs.	0.1000	---N----	G-----
53.16	2.14%	Ba-133	10.51 Yrs.	0.1000	TF-----	G-----
59.54	35.78%	Am-241	432.2 Yrs.	0.1000	T-----	G-----
63.29	4.8%	Th-234	24.1 Days	0.1000	---N----	G-----
79.61	2.65%	Ba-133	10.51 Yrs.	0.1000	TF-----	G-----
81.00	32.9%	Ba-133	10.51 Yrs.	0.1000	TF-----	G-----
92.38	2.8%	Th-234	24.1 Days	0.1000	---N----	G-----
92.80	2.8%	Th-234	24.1 Days	0.1000	---N----	G-----
122.06	85.1%	Co-57	271.8 Days	0.1000	----PC--	G-----
136.47	10.71%	Co-57	271.8 Days	0.1000	----PC--	G-----
163.33	5.08%	U-235	7.038E+008 Yrs.	0.1000	---N----	G-----
185.71	57.2%	U-235	7.038E+008 Yrs.	0.1000	---N----	G-----
186.21	3.533%	Ra-226	1600 Yrs.	0.1000	---N----	G-----
238.63	43.6%	Pb-212	10.64 Hrs.	0.1000	---N----	G-----
242.00	7.19%	Pb-214	26.8 Min.	0.1000	---N----	G-----
276.40	7.164%	Ba-133	10.51 Yrs.	0.1000	TF-----	G-----
295.22	18.28%	Pb-214	26.8 Min.	0.1000	---N----	G-----
302.85	18.34%	Ba-133	10.51 Yrs.	0.1000	TF-----	G-----
338.32	11.3%	Ac-228	6.15 Hrs.	0.1000	---N----	G-----
351.93	35.34%	Pb-214	26.8 Min.	0.1000	---N----	G-----
356.02	62.05%	Ba-133	10.51 Yrs.	0.1000	TF-----	G-----
383.85	8.94%	Ba-133	10.51 Yrs.	0.1000	TF-----	G-----
511.00	179.79%	Na-22	2.602 Yrs.	0.1000	-F---C--	--P-----
583.19	30.5%	Tl-208	183.2 Sec.	0.1000	-F-N----	G-----
609.32	45.16%	Bi-214	19.9 Min.	0.1000	---N----	G-----
661.66	84.99%	Cs-137	30.07 Yrs.	0.1000	TFI-----	G-----
898.04	93.9%	Y-88	106.7 Days	0.1000	-F--PC--	G-----
911.21	26.6%	Ac-228	6.15 Hrs.	0.1000	---N----	G-----
968.97	16.2%	Ac-228	6.15 Hrs.	0.1000	---N----	G-----
1120.29	14.78%	Bi-214	19.9 Min.	0.1000	---N----	G-----
1173.24	99.85%	Co-60	5.271 Yrs.	0.1000	TF-----	G-----
1274.53	99.944%	Na-22	2.602 Yrs.	0.1000	-F---C--	G-----
1332.49	99.9856%	Co-60	5.271 Yrs.	0.1000	TF-----	G-----
1460.82	10.67%	K-40	1.277E+009 Yrs.	0.1000	---N----	G-----
1836.06	99.38%	Y-88	106.7 Days	0.1000	-F--PC--	G-----

Nuclide Flags

Peak Flags

```

-----
T = Thermal Neutron Activation      G = Gamma Ray
F = Fast Neutron Activation         X = X-Ray
I = Fission Product                P = Positron Decay
N = Naturally Occurring Isotope     S = Single-Escape
P = Photon Reaction                 D = Double-Escape
C = Charged Particle Reaction       K = Key Line
M = No MDA Calculation              A = Not In Average
A = Activity Not In Total
    
```