

La gestione di un incidente con una sorgente radioattiva nel laboratorio radiometrico dell'ARPA Valle d'Aosta

Massimo Faure Ragani,

Sezione Agenti Fisici
Area Operativa Radioattività Ambientale

Giovanni Agnesod

Direttore Generale

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Valle di Aosta

m.faureragani@arpa.vda.it



Il contesto

- Misure di gas radon tramite spettrometria gamma
- Tarature in efficienza di HpGe con contenitori a tenuta radon
- Sorgente multigamma tradizionale (QCY48) che contiene radionuclidi con emissioni gamma da 60 keV a 1836 keV: Am241, Cd109, Co57, Ce139, Hg203, Sn113, Sr85, Cs137, Y88, Co60.

Questa sorgente è in soluzione di HCl 4M



*Beaker di Marinelli a tenuta stagna in alluminio e coperchio in ferro con rivestimento interno in **materiale plastico resistente agli acidi.***

Locale spettrometri. Sono presenti due spettrometri HpGe



L'incidente

- **10 marzo 2015 - mattino:** preparazione del beaker con la sorgente multigamma e posizionamento in vasca di contenimento per controllo perdite (6 ore).
- **10 marzo 2015 - pomeriggio:** inserimento su HpGe
- **11 marzo 2015:** constatazione della fuoriuscita della sorgente durante la notte (dopo 5 ore dall'inizio della misura) → Marinelli vuoto e asciutto



Assenza di tracce della soluzione sulle superfici

IPOTESI:

Contaminazione di:

- pozzetto,
- testata dello strumento,
- dewar,
- lastra di ferro di distribuzione del peso posta sotto lo spettrometro,
- pavimento nelle vicinanze dello strumento

L'incidente

Sulla testata dello spettrometro

◦ Sul dewar

Sulla lastra

Sul pavimento

Sulla copertura in rame e stagno
dell'interno del pozzetto

} **non** visibili segni di presenza o
passaggio della soluzione acida

} **evidenti** zone di corrosione

La testata dello strumento era protetto da due strati di parafilm che non è risultato danneggiato dalla soluzione

L'area presumibilmente contaminata è stata **delimitata** e **l'accesso** al locale degli spettrometri è stato immediatamente **interdetto** ai colleghi dell'Agenzia ed agli operatori esterni (ditte di manutenzione e pulizia), consentendo l'ingresso solamente al tecnico dell'area operativa Radioattività Ambientale e al Direttore Generale

Le operazioni di ripristino

- Immediata pulizia delle zone presumibilmente contaminate
 - mediante carta assorbente, acqua e detersivo decontaminante (RBS IND 470)
- Bloccata azione dell'acido sul pozzetto mediante bicarbonato



Lo spettrometro risultava non funzionante ed è stato inviato alla casa madre per la riparazione

- Smear test
 - carta assorbente utilizzata per la pulizia
- Analisi con seconda linea strumentale



Contaminazione su:

- **Lastra** sotto il pozzetto
- **Pavimento** nelle immediate vicinanze

*Dagli smear test effettuati non risultava **nessuna** contaminazione sulla parte interna della schermatura in piombo*

Nuclide	Attività (Bq/cm ²)
Am241	$1.07 \cdot 10^{-2}$
Cd109	$2.50 \cdot 10^{-2}$
Co57	$9.10 \cdot 10^{-5}$
Cs137	$1.75 \cdot 10^{-4}$
Co60	$2.61 \cdot 10^{-4}$

Le operazioni di ripristino

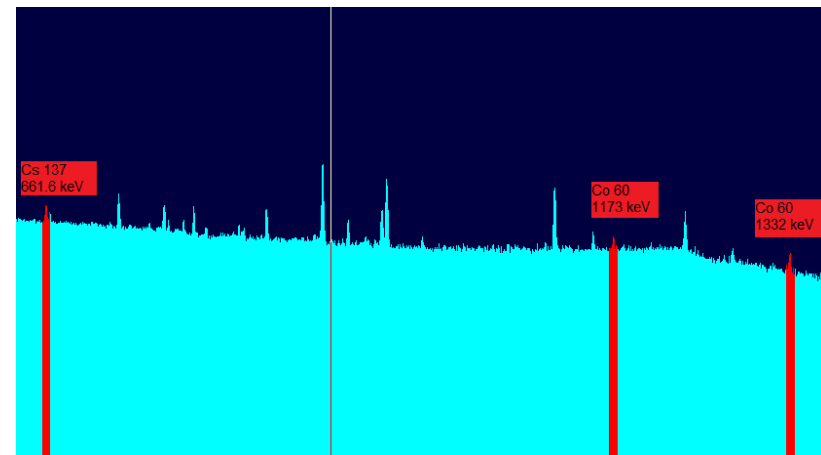
Misure del fondo ambientale con la **seconda linea spettrometrica**

all'interno del pozzetto schermante

estratta dal pozzetto schermante

Gli spettri di fondo acquisiti **non** hanno evidenziato differenze tra prima e dopo lo sversamento.

Possibilità di effettuare le misure con la seconda linea



Determinazioni positive di Cs137 e Co60

persistenza di contaminazione ai piedi del pozzetto

Le operazioni di ripristino

Decisione di **spostare il pozzetto schermante** per effettuare una pulizia più approfondita del pavimento e della lastra



Le operazioni di ripristino

Pulizia del pavimento e della lastra sotto lo spettrometro



- La presenza di **ruggine** sul pavimento è dovuta all'azione di corrosione operata dalla soluzione acida sulla lastra in ferro parzialmente arrugginita dai piccoli sversamenti di azoto liquido che accadono durante le fasi travaso nel dewar.
- **accurata pulizia del pavimento e della lastra,**



smear test



esito negativo

Le operazioni di ripristino

Ripristino della configurazione di misura dello spettrometro



prime misure di fondo con il pozzetto di schermatura



persistenza di contaminazione residua di Cs137 e Co60

ipotizzato che ci fosse della **contaminazione sullo strumento** (in particolare nell'elettronica sotto il cristallo la cui copertura in alluminio non era coperta dal parafilm nel momento dello sversamento della soluzione) e/o sul collare del dewar



Ripetute le misure → persiste evidenza positiva di Cs137 e Co60

Le operazioni di ripristino

Che ordine di grandezza aveva la contaminazione ?



*fallout (rosso), in geometria
cilindrica da 10cc*

*latte (rosso) in
geometria di Marinelli
1000 cc.*

Analogamente i cps dei picchi a 1173 keV e 1332 keV del Co60 dovuti alla contaminazione erano pari **0.01**

Le operazioni di ripristino

Dove era la contaminazione ?

Effettuate misure senza schermatura in piombo



Rilevato **solo** Cs137



Ripetute misure in diversi punti del laboratorio



Rilevato **sempre** Cs137



Presenza di matrici ambientali contenenti Cs137 all'interno del laboratorio

Effettuate misure con schermatura in piombo della seconda linea spettrometrica



Nessuna rilevazione



Contaminazione all'interno del pozzetto in piombo anche se gli smear test davano esito negativo

Le operazioni di ripristino

Come eliminare la contaminazione ?

- **IOTESI:** la soluzione ha attaccato il piombo ed è penetrata nel primo strato della superficie interna della parte cilindrica del pozzetto

SOLUZIONE: asportazione di uno strato interno del piombo



Superficie interna del pozzetto lavorata in carpenteria prima della verniciatura.



Acquisizione di uno spettro di fondo in carpenteria dopo l'asportazione di 1 mm di superficie interna.

Le operazioni di ripristino



Strumento e pozzetto dopo la riparazione, nella collocazione originale

Considerazioni dosimetriche

Attività sorgente di taratura
alla data dell'incidente

Nuclide	Attività (Bq) al 10/03/2015
Am-241	$1.91 \cdot 10^3$
Cd-109	$1.44 \cdot 10^4$
Co-57	$2.06 \cdot 10^2$
Ce-139	$1.01 \cdot 10^2$
Hg-203	$3.23 \cdot 10^0$
Sn-113	$1.15 \cdot 10^2$
Sr-85	$1.87 \cdot 10^1$
Cs-137	$7.14 \cdot 10^2$
Y-88	$1.57 \cdot 10^2$
Co-60	$1.04 \cdot 10^3$

Valutazioni dosimetriche effettuate
assieme all' Esperto Qualificato
dell'Arpa Valle d'Aosta
(dott. Ivo Riccardi)

	mSv
Dose per inalazione	$3.44 \cdot 10^{-4}$
Dose per ingestione	$9.90 \cdot 10^{-5}$
Dose esterna	$1.71 \cdot 10^{-4}$



impatto bassissimo sulla dose al lavoratore

Conclusioni

Lo sversamento della sorgente radioattiva durante una operazione di taratura di uno spettrometro gamma è stato un **problema notevole** che ha avuto **rilevanti ripercussioni**:

- La linea di misura gamma-spettrometrica interessata dallo sversamento è stata **ferma o inutilizzabile per 10 mesi**
- Le operazioni di ripristino hanno causato un **secondo incidente** (la caduta del pozzetto durante lo spostamento) che ha provocato un infortunio alla mano del tecnico del laboratorio per cui si è reso necessario un **periodo di assenza dal lavoro di 4 mesi**.
- Le operazioni di **indagine** per capire come eliminare la contaminazione, l'asportazione di quest'ultima e il ciclo di tarature che si è reso necessario hanno impegnato il laboratorio per **molte settimane**
- I **costi vivi**: tra la riparazione dello spettrometro, il ripristino dopo la caduta e la lavorazione del pozzetto si sono spesi **8500 euro**

Grazie per l'attenzione