



# Notiziario di Radioprotezione dell'Esperto Qualificato - 2.0

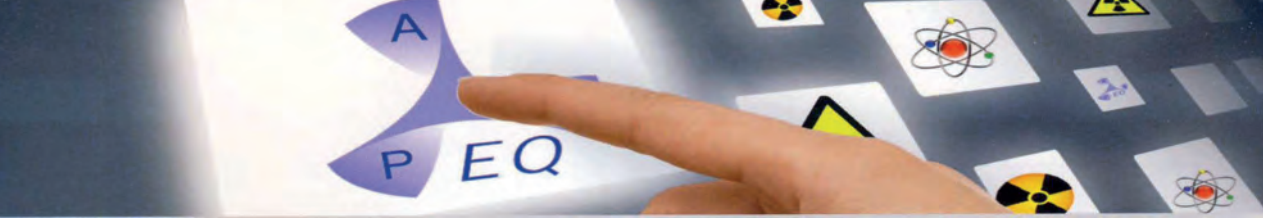
**A rigà'...  
... era ora  
che scriveveno  
sto' notiziario...**



# DA 40 ANNI AL VOSTRO FIANCO



[www.mitambiente.it](http://www.mitambiente.it)



Anno XLIV - N. 18/2.0

Gennaio – Aprile 2024

Quadrimestrale

## SOMMARIO

EDITORIALE .....	4
NEW ENTRY .....	7
RELAZIONE DELLA PRESIDENTE ANPEQ, ALL'ASSEMBLEA DEGLI ASSOCIATI DEL 27 APRILE 2023.....	9
DEPOSITO NAZIONALE E PARCO TECNOLOGICO: UN'OPERA STRATEGICA E NECESSARIA PER IL PAESE .....	13
IL RISCHIO RADON: VANTAGGI DELLE AZIONI PREVENTIVE .....	18
CARATTERIZZAZIONE DI SORGENTI RADIOATTIVE IN CENTRI DI RECUPERO METALLI: CONFRONTO OPERATIVO FRA MISURE E MODELLI DI CALCOLO .....	24
IL PIANO DI RISANAMENTO: CONSIDERAZIONI TECNICHE E NORMATIVE .....	46
I LAVORATORI AUTONOMI NEL D.LGS. 101/2020 () .....	56
UTILITA' - COMUNICAZIONI DI EVENTI INCIDENTALI.....	64
UTILITA' - PUBBLICAZIONI.....	69
MISURA DELLA CONCENTRAZIONE IN ARIA DEI PRODOTTI DI DECADIMENTO DELLE CATENE NATURALI MEDIANTE CONTEGGIO ALFA SU FILTRI .....	75
FIDEJUSSIONI PER SORGENTI. FACCIAMO UN PUNTO A TRE ANNI DALL'ENTRATA IN VIGORE DEL 101.....	81
LA PREVENZIONE DEI RISCHI DI INCIDENTI NUCLEARI O DI EMERGENZE RADIOLOGICHE GRAZIE ALLA TECNOLOGIA.....	84
MISURE IN CAMPO SU TERRENI CONTAMINATI PER VALUTAZIONE DI POSSIBILE ALLONTANAMENTO .....	98
Nucleare, l'emendamento al dl Energia che trasforma ISIN in autorità.....	112

*Immagine di copertina: Alexander Deineka - Donna che legge*





## *Notiziario ANPEQ*

### **Presidente**

Luisa BIAZZI

### **Vice Presidente**

Alessandro SARANDREA

### **Tesoriere**

PierBattista FINAZZI

### **Segretario**

Samantha CORNACCHIA

### **Consiglieri**

Angelo CAPRIOTTI

Annamaria SEGALINI

### **Past President**

PierBattista FINAZZI

Anno XLIV – N. 18/2.0

Gennaio – Aprile 2024

Quadrimestrale

ISSN 1970-9234

### **Direttore Responsabile**

Federico MOLINA

### **Vice Direttore**

Gabriella GUARINO

### **Capo Redattore**

Franco CIOCE

### **Comitato di Redazione**

Cristina Elena GHIGNONE

Daniele NUCCI

Francesco PASTREMOLI

### **Stampa**

Tipografia Tip.Le.Co. snc

di Bragalini P. e Barbieri S. & C.

Via Salotti, 37 (San Bonico)

29122 Piacenza - Italy

Reg. Trib. Bologna n. 4861 del 22-01-1981

Pubblicazione periodica quadrimestrale



# Active Radsys



## AFFIDABILITÀ

Soluzioni professionali per i controlli ripetibili di qualità nella radiodiagnostica, radioterapia e medicina nucleare

## TECNOLOGIA

Monitoraggio delle radiazioni, su scala nazionale, per allerta precoce e inequivocabile in caso di incidente nucleare o radiologico



## INNOVAZIONE

La tecnologia al servizio della diagnostica e della terapia metabolica, con misura e localizzazione dei radiofarmaci marcati per i linfonodi SLNB in wireless

## EDITORIALE

*del Direttore Responsabile*



Colleghe e Colleghi, Lettrici e Lettori

Ho accettato questo incarico con riconoscenza ed emozione.

Arrivo da lontano: sono un ingegnere, un Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione, e ritrovo qui persone e temi che quotidianamente si intersecano con il mio lavoro.

Sono quindi grato a tutti i colleghi che mi hanno accolto in redazione, incoraggiandomi a consolidare il prestigio della testata.

Questa pubblicazione, che da sempre ha il pregio di concentrare in poche pagine temi di rilevanza tecnica e giuridica a volta di non facile trattazione, esiste grazie alla capacità di tutti Voi di “fare sistema”, accordando le diverse voci che concorrono ai temi trattati, moltiplicando le chiavi di lettura dei singoli argomenti, facendo sintesi dei dibattiti sulle interpretazioni di leggi e orientamenti.

A questa rivista è affidato il compito e l’auspicio di essere responsabilmente in prima fila per diffondere il sapere specialistico: è un compito che richiede partecipazione, anche da parte di chi forse non crede che la propria esperienza possa essere rilevante. In un momento dove sembra aumentare la complessità, ogni esperienza e ogni contributo sono preziosi per costruire coerenza e chiarezza, che spesso difettano in altre fonti.

Ne sono convinto in prima persona: leggere e rileggere un numero di questa rivista, anche a distanza di mesi o anni, non è scavare fra i ricordi, ma ripercorrere i percorsi che hanno accompagnato ciascuno di noi in un cammino professionale che, spesso, ha dovuto spianarsi la via fra difficoltà e dubbi interpretativi.

Spero che molti fra Voi vorranno partecipare e sostenere i molti approfondimenti che si rendono necessari, in un progetto editoriale ampio e curioso: ringrazio fin d’ora chi vorrà contribuire con il proprio impegno a consolidare la rivista, mettendo a disposizione le esperienze maturate nei propri contesti professionali.

Dal canto mio, sono certo di poter contare, in questo mio nuovo incarico, sulla vicinanza di tanti maestri, alcuni dei quali già incontrati, altri che spero di incontrare presto.

Spero di conoscervi sulle nostre pagine.



## la soluzione per la registrazione a norma dei dati ai sensi dell'art. 168/D.L. 101/2020 per gli Studi Dentisti

Gentile Esperto di Radioprotezione,

come sa Il DECRETO LEGISLATIVO 31 luglio 2020 n. 101, all'art. 168, comma 4. Indica che:

“L'esercente, il responsabile dell'impianto radiologico, il medico specialista, il tecnico sanitario di radiologia medica e lo specialista in fisica medica, per quanto di competenza, provvedono affinché le indagini, i trattamenti con radiazioni ionizzanti e i principali parametri tecnici a essi relativi siano registrati singolarmente su supporto informatico” secondo le linee guida fornite dall'Agenzia per l'Italia digitale (AGID) evidenziato nell'art.2.

A far data 19 dicembre 2023 in Gazzetta Ufficiale n. 295 è stato pubblicato il “Decreto 3 novembre 2023” del Ministero della Salute: “Determinazione dei dati che gli esercenti provvedono a trasmettere alla regione o alla provincia autonoma di competenza per la valutazione dell'entità e la variabilità delle esposizioni a radiazioni ionizzanti a scopo medico della popolazione residente”. Tale articolo conferma che (art. 1) che le figure responsabili provvedano alla registrazione degli indicatori dosimetrici su supporto informatico ai fini della loro trasmissione alle autorità competenti (Regioni e Province Autonome) e al controllo dei livelli diagnostici di riferimento.

Infine è stato stabilito che la raccolta dei dati per **le TAC CBCT**, ai fini della trasmissione, debba iniziare il **31 dicembre 2023** ed a seguire anche tutti gli altri dati per i trattamenti con radiazioni ionizzanti (quali endorali e panoramiche).

Pertanto, tutti i dati sensibili dei pazienti dovranno essere criptati e archiviati in modo conforme alla legislazione, garantendo il pieno rispetto della normativa e della sicurezza dei dati sensibili.

Radiodent è la soluzione software per gli studi dentisti per la registrazione dei principali parametri tecnici Art 168 DL 101/2020, accessibile via Web da qualsiasi piattaforma che consente al Titolare di Studio Dentistico, al Radiologo o sui collaboratori, la raccolta informatizzata e la registrazione dei parametri tecnici e dei dati dosimetrici delle prestazioni erogate per singolo paziente, andando a creare una sorta di Cartella Dosimetrica personale degli esami svolti.

Le informazioni sono acquisite in modo estremamente semplice ed intuitivo, per non appesantire l'attività di routine svolta. Il Modulo è nativamente dotato di strumenti che consentiranno la trasmissione dei dati archiviati e la modalità di invio degli stessi tramite l'interazione con registri istituzionali (Regioni o Province Autonome di competenza), non appena chiarito dalla normativa vigente.

Infine RadioDent consente di importare e registrare tutti i dati archiviati su formato Excel, consentendo agli studi dentisti di diventare conformi all'attuale decreto legislativo in pochi semplici click, anche per gli esami effettuati negli anni passati.

Per maggiori informazioni vi invitiamo visitare il nostro sito [www.radiodent.it](http://www.radiodent.it) e scrivendo a [info@radiodent.it](mailto:info@radiodent.it) oppure chiamando direttamente il nostro Team al **3206560194**



Rieccoci: il notiziario ANPEQ ritorna.

Un nuovo direttore responsabile (che già vi ha salutato) e un nuovo CdR: comitato di redazione.

Ma è un CdR a tempo: il tempo (quattro numeri del notiziario) necessario per traghettare il nuovo direttore verso l'autonomia redazionale, con le sue idee di creatività e con quelli che costituiranno il suo nuovo CdR.

Nel frattempo, con la stessa formula di prima, apprezzata da molti di voi sia per forma che per contenuti, cerchiamo di offrire visibilità ai nuovi e giovani colleghi attraverso questo che cerca di essere un manuale operativo.

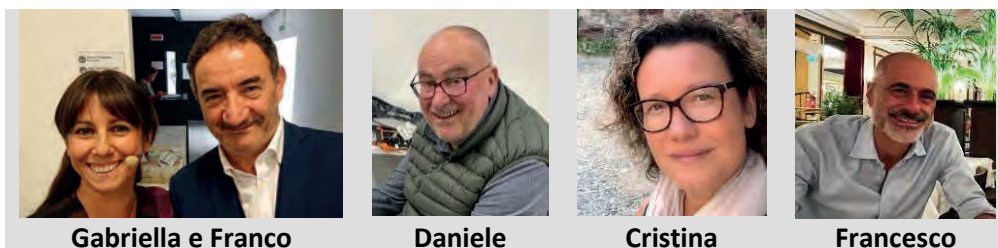
Tanta è l'ambizione del nostro notiziario.

Manterremo la stessa tipografia che si è sempre distinta per qualità del lavoro e per la puntualità nella spedizione delle copie del Notiziario.

Ma ciò che ci aspettiamo con forza e con insistenza è la fattiva partecipazione di tutti coloro che sono destinatari del notiziario stesso. Il Notiziario non si scrive da solo e vuole l'aiuto, le idee, le proposte e l'impegno di tutti.

Contiamo su tutti voi.

In questo numero ospiteremo interessanti interventi di autorevoli colleghi che hanno accettato di alimentare questo "Manuale operativo". Grazie



Dal nostro nuovo componente del CdR riceviamo e condividiamo coi soci:

### **Francesco PASTREMOLI**

Laureatosi in Ingegneria meccanica, ho lavorato alcuni anni nel settore degli impianti petrochimici, acquisendo esperienza di gestione delle problematiche di coordinamento e sicurezza in cantieri nazionali ed esteri.

Ho acquisito l'abilitazione di Esperto Qualificato nel 1993, ottenendo in seguito anche l'abilitazione di terzo grado, scelta perpetrata certamente grazie alla professione di mio padre Alfredo, a quel tempo Primario di Radiologia all'Ospedale Maggiore di Bologna, che mi ha appassionato allo studio delle Radiazioni ionizzanti e al relativo utilizzo in campo medico e, successivamente, grazie al mio titolo di studio ed esperienza in cantiere, alle loro applicazioni in campo industriale.



Devo moltissimo all'aiuto, sostegno, assistenza ed insegnamento ricevuti fin dall'inizio della mia attività di Esperto Qualificato, da colleghi molto esperti e competenti che, in modalità totalmente gratuita, hanno condiviso con me il loro sapere e la loro esperienza, rendendomi sempre di più appassionato alla materia e al mio lavoro.

Ringrazio l'amico Franco Ciocce per avermi chiesto di prendere parte al comitato di redazione del notiziario, indispensabile strumento per la condivisione di aspetti tecnici e professionali nell'ambito della radioprotezione.



We work with Energy  
in Radiation Technology

dal 1990 al vostro fianco con strumentazione di alta qualità ed affidabilità per  
Fisica Medica, Radiodiagnostica, Medicina Nucleare, Radioprotezione e Radioterapia

CONTAMINAMETRI

$\alpha\beta\gamma$



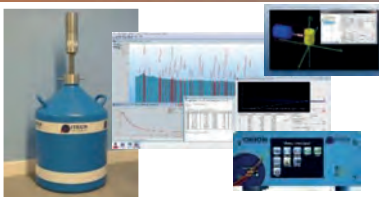
SPETTROMETRI PORTATILI



PORTALI PER VEICOLI



SPETTROMETRIA FISSA



SPETTROMETRI CZT



MULTIMETRI DIGITALI



INDEPENDENT X-RAY  
QUALITY ASSURANCE



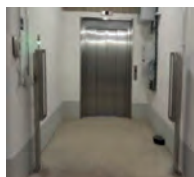
Leeds Test Objects  
medical imaging phantoms

## PRODUZIONE ELSE SOLUTIONS

PORTE BUNKER



PORTALI  
OSPEDALIERI



MONITOR PER RIFUTI  
CON BILANCIA



CELLE ISOLATORI



MONITORAGGIO  
AMBIENTALE



**ELSE Solutions S.r.l**

Via Carlo Goldoni, 18, 20090 Trezzano sul Naviglio (MI)

Tel: +39 (0)2 48409290 info@elsesolutions.com www.elsesolutions.com



# RELAZIONE DELLA PRESIDENTE ANPEQ, ALL'ASSEMBLEA DEGLI ASSOCIATI DEL 27 APRILE 2023

*di Luisa BIAZZI*

Care socie e cari soci,

siamo usciti a fatica da un periodo di pandemia che ci ha costretti al distanziamento fisico ma non di aggiornamento formativo che ha caratterizzato sia il 2021 (quando è stato eletto questo Consiglio Direttivo-CD) che il 2022.

Ora siamo a metà mandato pronti a presentarvi il bilancio sia economico annuale, come previsto dallo statuto, sia dell'attività fin qui svolta.

## Aspetti professionali, culturali e sindacali

In questi anni l'associazione si è impegnata molto per supportare le professionalità dei soci, le loro aspettative, difendere sia gli aspetti culturali di aggiornamento formativo che quelli sindacali-professionali.

Infatti ANPEQ ha una duplice funzione data dallo statuto: una culturale attraverso corsi e convegni e una sindacale con interventi presso le Commissioni parlamentari e ministeriali per difendere la figura dell'ERP dalle spinte normative che tendono a ridimensionare se non a ridurre la funzione di pubblica utilità dell'ERP verso i cittadini e verso il territorio.

Purtroppo negli ultimi due anni alcuni soci, taluni di antica affezione all'ANPEQ, hanno ritenuto di dover fondare un'altra associazione per tutelare gli aspetti, dicono, puramente sindacali che ANPEQ avrebbe trascurato.

Questo non è vero. Innanzitutto perché ANPEQ ha con forza rivendicato e strenuamente difeso il ruolo degli EQ prima e degli ERP poi con interventi sindacali di tutela della professione e della valorizzazione della figura professionale dell'EQ/ERP finalizzati alla sicurezza dei cittadini e alla tutela della loro salute dai rischi delle radiazioni. In secondo luogo perché ANPEQ ha costantemente curato anche l'aggiornamento professionale dei suoi associati con corsi ed eventi di buon se non eccellente livello, non solo per rispondere a precisi obblighi di legge ma anche, quando la formazione professionale specifica non era prevista come obbligo di legge, per creare una figura di alto profilo e autorevolezza nella società nonostante le difficoltà che si sono presentate.

Questi due caposaldi dell'associazione (accrescimento culturale e valorizzazione sindacale) devono rappresentare una consapevolezza dei soci chiamati a sostenere e seguire le iniziative dell'associazione, credendo in essa e contribuendo di persona alla crescita della stessa con il loro impegno e il loro appoggio perché da questi caposaldi dipende la crescita di ciascun professionista socio ANPEQ e della sua comunità.

## ANPEQ e ATECA

E ora torniamo all'associazione recentemente costituitasi come una costola di ANPEQ, vicina a parole ma disgiunta nei fatti: ATECA che si proclama associazione sindacale dei professionisti della radioprotezione.

Mi chiedo come un'associazione che abbia in pratica gli stessi obiettivi di ANPEQ (che per statuto è associazione sindacale e culturale) proclami la collaborazione, possa poi in concreto attra-

verso le sue figure apicali esprimersi spesso così duramente contro l'ANPEQ, la sua politica, i membri del suo CD liberamente votati nella tornata elettorale del marzo 2021 dai soci e non trovi inconsueto quando non improprio che figure apicali del suo Consiglio Direttivo (CD) siedano senza problemi nel CD ANPEQ e nel Consiglio dei Probiviri (CdP) ANPEQ di fatto bloccando ogni iniziativa e inchiodando le riunioni del CD su questioni di futili dinamiche interne di scarso interesse per i soci.

Io credo che in nessuna associazione sindacale il Segretario Generale di un sindacato faccia il probiviro per un'altra associazione simile perché ciò sarebbe foriero di confusione: che imparzialità potrebbe avere chi, facendo parte del CD ATECA e ritenga che ANPEQ e il suo CD non facciano correttamente il loro lavoro, continui ad appartenere a quello stesso CD ovvero al CdP che biasima? Ciò vale tanto per il presidente ATECA (che è membro del CD ANPEQ dal 2021) quanto per il Segretario Generale ATECA (che è membro del Consiglio dei Probiviri ANPEQ dal 2021).

Le due associazioni hanno di fatto gli stessi obiettivi. Infatti ATECA, come ANPEQ, non è solo un'associazione sindacale, come proclama, ma anche culturale, esattamente come ANPEQ in quanto organizza eventi culturali come ANPEQ il cui statuto prevede la tutela anche sindacale dei propri soci. Quindi entrambe le associazioni hanno gli stessi scopi. Ciò non è vietato, certo. Ma perché due associazioni di fatto simili con uguali obiettivi sindacali e culturali non trovano momenti di confronto finalizzati a iniziative comuni?

Tutto ciò si riverbera in pratica in azioni di disturbo sui social media da parte di alcune figure apicali di ATECA. ANPEQ volutamente non ha mai considerato di prenderle in considerazione ritenendole futili. Tuttavia queste azioni creano sconcerto, malumori e disagio nei soci di entrambe le associazioni che difficilmente comprendono, se non attraverso la lettura dei verbali ANPEQ pubblicati sul sito, quale sia il senso e l'utilità delle polemiche e perché non si possa camminare insieme rafforzando la figura professionale dell'ERP piuttosto che indebolirla attraverso azioni di contrasto.

Il CD ANPEQ si riunisce ogni mese da molti mesi dalle ore 17-18 alle 20-21 per intraprendere iniziative a beneficio dei soci perché molte sono le sfide che ci attendono sul piano normativo, tecnico, sindacale e non è tempo per disperdere le forze dividendosi ma piuttosto associandosi per rafforzare la massa critica degli interventi e delle professionalità a favore della categoria.

La collaborazione tra ATECA e ANPEQ, che finora non c'è stata, resta un mio forte auspicio ancora oggi, proprio per gli obiettivi che ci accomunano ma bisogna fare chiarezza tra le due associazioni a partire dalle figure apicali che per onestà intellettuale, come dicevo prima, non possono stare nel CD e nel CdP dell'una e dell'altra creando confusione di ruoli e iniziative concorrenti. Non lo chiede lo statuto ANPEQ, è pur vero, ma è una questione di opportunità, di correttezza, di chiarezza di ruoli, di comportamento etico, tanto più quando ci sono incomprensioni non tra i soci ma tra alcune delle figure apicali delle due associazioni.

Quindi chiedo in primo luogo ai colleghi di ATECA di rientrare o restare in ANPEQ con fiducia ed entusiasmo mettendo a disposizione, come più volte io stessa ho chiesto, le loro capacità e le loro istanze a favore di tutti i soci riuniti nuovamente sotto lo stesso antico logo per operare insieme su obiettivi comuni: un azzardo per un futuro possibile a breve di nuovo tutti insieme? In CD ANPEQ lo auspichiamo vivamente.

In seconda istanza, se l'auspicio non fosse a breve termine, chiedo di considerare la necessità, non statutaria ma morale, che figure apicali, ossia del CD e del CdP di ANPEQ, non ricoprano funzioni analoghe in altre associazioni che perseguono gli stessi fini, per evitare confusione di ruoli, chiarire gli obiettivi e migliorare la collaborazione per un accrescimento del valore profes-

sionale della figura dell'ERP e in vista di una riunificazione che, sono certa, i soci di entrambe le associazioni e questa assemblea auspicano.

Quindi collaborazione tra le due associazioni sì ma con CD e CdP disgiunti.

Forte del sostegno che mi auguro esca da un dibattito proficuo tra i soci non solo oggi ma nel futuro prossimo, il CD ANPEQ svilupperà una linea di condotta chiara da seguire per decidere le azioni da intraprendere nell'immediato e lavorare senza interferenze e senza ostacoli ricordando sempre che ANPEQ dal 1979 riunisce gli EQ di ieri e gli ERP di oggi in tutte le regioni ed è chiamata dai soci a rappresentarli in tutte le sedi opportune.

#### La tutela sindacale e professionale dell'ERP

Riguardo a questo aspetto ricordo che i soci ANPEQ godono della consulenza di un commercialista e di un legale entrambi molto competenti e prestigiosi nonché, inclusa nella quota associativa annuale, di un'assicurazione RC di grande vantaggio per i soci sia estesa alla radioprotezione sia, opzionale e con premi e massimali diversificati, rivolta a nuovi settori e nuovi incarichi professionali, ad es. consulente per la sicurezza del lavoro ovvero incarico di RSPP ovvero valutatore dei rischi da campi elettromagnetici, radiazioni ottiche incoerenti, laser ai sensi del D.lgs.81/2008. Riteniamo infatti che gli ERP con la loro preparazione di base possano, se lo desiderano, fare propri questi aspetti in quanto facenti parte del loro bagaglio culturale e tecnico. Tutto ciò senza perdere le peculiarità riguardo al settore delle radiazioni ionizzanti che rappresenta il principale settore di competenza dell'ERP e che ne fa una professione importante, normata dalla legge e unica.

Questa è la missione della nostra associazione indicata dallo statuto e questo cerchiamo di fare durante il nostro mandato secondo le indicazioni dei soci che ci hanno eletto.

Tra i vantaggi dell'assicurazione ANPEQ ricordo, come molti soci hanno chiesto, anche la tutela per danni alle cose oggetto dell'attività di lavoro che generalmente nessuna assicurazione garantisce e fino a poco tempo fa non era possibile ottenere.

Da ultimo ricordo le molte iniziative formative per i soci dell'ANPEQ nell'anno 2022 e quelle in corso e in programma nel 2023 (v. slides).

Con riconoscenza a voi tutti soci che ci avete accordato la vostra fiducia e per la quale ci impegniamo con entusiasmo, la vostra presidente insieme al CD ANPEQ che ha condiviso questa mia relazione.

Luisa.





Sede legale: Corso Vittorio Emanuele II, 12 - Lodi (LO)

Deposito: Via Vittime del Terrorismo, 19 - Sant'Angelo Lodigiano (LO)

[www.bkswaste.eu](http://www.bkswaste.eu) – tel. 339/8881387

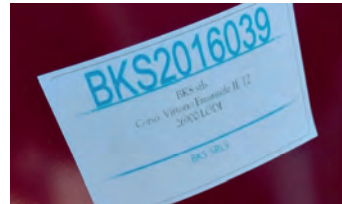
BKS ha un deposito autorizzato per la detenzione e la manipolazione di rifiuti radioattivi, per la detenzione, a scopo di commercio, di sorgenti e sostanze radioattive e per lo smaltimento in ambiente di materiale radioattivo decaduto o con debole attività specifica.

BKS offre servizi di:

- ✓ raccolta e smaltimento di rifiuti radioattivi;
- ✓ detenzione e manipolazione di rifiuti radioattivi;
- ✓ detenzione di sorgenti destinate alla vendita;
- ✓ decommissioning di siti e impianti contaminati;

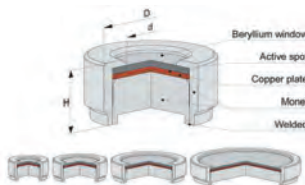


- ✓ bonifica siti e strutture contaminati;
- ✓ radioprotezione in ambito industriale, di ricerca ed ospedaliero;
- ✓ formazione e consulenza in materia di trasporto di merci pericolose.



BKS importa e distribuisce un'ampia gamma di sorgenti radioattive "standard" o prodotte su misura, in funzione delle esigenze del cliente, per usi Scientifici, Industriali, per Calibrazione e per applicazioni in Medicina Nucleare.

Sorgenti Mössbauer, Sorgenti Gamma, sorgenti Beta, sorgenti standard e test, Marinelli, Pen Point marker, soluzioni.



BKS commercializza anche svariate sorgenti esenti, prevalentemente in geometria a disco. Le sorgenti sono utili per il controllo di numerosi strumenti di misura, quali i sistemi a portale ed al fine di elaborare le carte di controllo di cui alla Norma UNI 10897: 2016.

# DEPOSITO NAZIONALE E PARCO TECNOLOGICO: UN'OPERA STRATEGICA E NECESSARIA PER IL PAESE

di Annafrancesca MARIANI

*Direttore Deposito Nazionale e Parco Tecnologico Sogin SpA*

## **Le novità sull'iter di localizzazione del Deposito Nazionale e Parco Tecnologico**

Sogin, incaricata tramite il Decreto Legislativo n. 31 del 2010 della localizzazione, progettazione, realizzazione ed esercizio del Deposito Nazionale e Parco Tecnologico (DNPT), nel gennaio 2021 ha pubblicato sul proprio sito [www.depositonazionale.it](http://www.depositonazionale.it) la Carta delle Aree Potenzialmente Idonee (CNAPI) ad ospitare l'opera, unitamente al Progetto Preliminare e ad alcuni documenti fondamentali sui rifiuti e la sicurezza.

A valle della consultazione pubblica durata più di un anno, che ha incluso lo svolgimento del Seminario Nazionale <sup>1</sup>, Sogin ha predisposto la proposta di Carta Nazionale delle Aree Idonee (CNAI), che ha trasmesso al MASE entro i termini previsti, sulla base della disamina dei contributi tecnici delle osservazioni pervenute e dell'analisi degli aggiornamenti degli oltre cento database di riferimento,

Il 9 dicembre 2023 è stato pubblicato sulla G.U.R.I. n° 287 il Decreto Legge n. 181 che modifica parzialmente quanto previsto dal Decreto Legislativo n. 31 del 2010. Il 13 dicembre il MASE ha pubblicato sul proprio sito istituzionale la lista delle aree presenti nella proposta di CNAI

[https://www.mase.gov.it/sites/default/files/Archivio\\_Energia/Sostenibilita/Energia\\_Nucleare/Rifiuti\\_Radioattivi\\_Combustibile\\_Nucleare\\_Esaurito/elenco\\_publicazione\\_aree\\_CNAI.pdf](https://www.mase.gov.it/sites/default/files/Archivio_Energia/Sostenibilita/Energia_Nucleare/Rifiuti_Radioattivi_Combustibile_Nucleare_Esaurito/elenco_publicazione_aree_CNAI.pdf)

Entro trenta giorni dalla data di pubblicazione della lista delle aree, ogni ente territoriale italiano, sia incluso nella CNAI che non incluso, potrà inviare al MASE e a Sogin la propria autocandidatura ad ospitare il Deposito Nazionale e Parco Tecnologico.

L'autocandidatura degli enti territoriali le cui aree non sono comprese nella CNAI sarà vincolata alla richiesta di una rivalutazione dell'idoneità, sulla base di un riesame dell'area che utilizzi i dati più aggiornati per l'applicazione dei criteri

---

<sup>1</sup> (<https://www.seminariodepositonazionale.it>),

di sicurezza dell'ISIN (GT n.29). La stessa opportunità è offerta alle strutture militari che, per il tramite del Ministero della Difesa, potranno presentare la loro autocandidatura.

Dopo aver effettuato le eventuali necessarie rivalutazioni, previo parere dell'ISIN, Sogin elaborerà la proposta di Carta Nazionale delle Aree Autocandidate (CNAA).

Sulle aree autocandidata, il MASE avvierà la procedura di Valutazione Ambientale Strategica (VAS), o nel caso di un'eventuale assenza di autocandidature, sulla CNAI, svolgendo un'azione preventiva di tutela e integrazione ambientale che arricchisce l'iter sancito dal Dlgs. n. 31 del 2010.

La procedura di VAS permetterà, quindi, di affiancare le analisi di *siting* per la verifica dell'idoneità delle aree CNAA o CNAI, con ulteriori valutazioni volte a valorizzare lo sviluppo sostenibile dei territori in cui esse si trovano in termini ambientali, sociali ed economici.

La VAS è condotta, in qualità di Autorità Competente (AC), dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - Dipartimento sviluppo sostenibile, Direzione Valutazioni Ambientali (DiSS/VA) d'intesa con il Ministero della cultura e con il Ministero degli affari esteri e della cooperazione internazionale, cui compete l'elaborazione del parere motivato. Il supporto tecnico-scientifico è svolto dalla Commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale - VIA e VAS, e in fase istruttoria, qualora richiesto, dall'ISPRA.

L'iter di localizzazione del Deposito Nazionale e Parco Tecnologico, con l'introduzione della VAS, prosegue il percorso verso una decisione partecipata e condivisa, grazie a un processo che accompagna l'adozione/approvazione della proposta di CNAA/CNAI e si estende anche alle fasi di attuazione e gestione, con la previsione e realizzazione del programma di monitoraggio.

### **Caratteristiche del Deposito Nazionale e Parco Tecnologico**

Il complesso del Deposito Nazionale e Parco Tecnologico occuperà un'area di circa 150 ettari, di cui 110 dedicati al Deposito Nazionale e 40 al Parco Tecnologico. All'interno dei 110 ettari del Deposito Nazionale, in un'area di circa 10 ettari, sarà collocato il settore di smaltimento per i rifiuti radioattivi a molto bassa e bassa attività, e in un'area di circa 10 ettari vi saranno i quattro edifici di stoccaggio per i rifiuti radioattivi a media e alta attività. I rimanenti 90 ettari sono destinati alle aree di rispetto, agli impianti per la produzione delle celle e dei

moduli, all'impianto per il confezionamento dei moduli, agli edifici per il controllo qualità, analisi radiochimiche e per i servizi a supporto delle attività.

Nel Deposito Nazionale verranno sistemati definitivamente e in sicurezza circa 78.000 metri cubi di rifiuti radioattivi a molto bassa e bassa attività, la cui radioattività decade a valori trascurabili al massimo entro 300 anni.

Di questi rifiuti, circa 50.000 metri cubi derivano dall'esercizio e dallo smantellamento degli impianti nucleari per la produzione di energia elettrica, 28.000 dagli impianti nucleari di ricerca, dai settori della medicina nucleare e dell'industria.

Inoltre, nell'area del Deposito Nazionale sarà realizzato anche il **Complesso Stoccaggio Alta attività (CSA)**, per lo stoccaggio di lungo periodo di circa 17.000 metri cubi di rifiuti a media e alta attività. Una minima parte di questi ultimi, circa 400 metri cubi, è costituita dai residui del riprocessamento del combustibile effettuato all'estero e dal combustibile non riprocessabile.

I rifiuti radioattivi conferiti al Deposito Nazionale saranno rispondenti a criteri di accettazione che ne garantiranno l'omogeneità di gestione in sicurezza, in strutture e con modalità univocamente standardizzate e quindi ottimali anche dal punto di vista dell'economicità del processo nel suo insieme.

Il sistema multi-barriera progettato specificatamente per lo smaltimento di molto bassa e bassa attività garantirà l'isolamento dei rifiuti dall'ambiente per tutto il periodo di esercizio (40 anni) e per quello successivo di controllo istituzionale (300 anni), fino al loro decadimento a livelli tali da risultare trascurabili per la salute dell'uomo e l'ambiente.

Le barriere ingegneristiche saranno realizzate con materiali speciali garantiti per confinare la radioattività dei rifiuti per il tempo necessario al suo decadimento:

- Prima barriera (manufatto) - i rifiuti radioattivi, condizionati con matrice cementizia in contenitori metallici, sono trasferiti al Deposito Nazionale.
- Seconda barriera (moduli) - i manufatti sono inseriti e cementati in moduli di calcestruzzo speciale (3 m x 2 m x 1,7 m), progettati per resistere 350 anni.
- Terza barriera (cella) - i moduli sono inseriti in celle di cemento armato (27 m x 15,5 m x 10 m), progettate per resistere 350 anni.

- Quarta barriera (collina multistrato) - la collina multistrato è una struttura artificiale disposta a copertura delle celle, costituita dall'insieme delle celle, fondate su platea di calcestruzzo armato, ricoperte con più strati di materiale terroso specificatamente classato, allo scopo di prevenire infiltrazioni d'acqua.



- 1 - manufatti di rifiuto condizionato
- 2 - Modulo in cemento armato
- 3 - Celle in cemento armato
- 4 - Celle sigillate e coperte dalla collina multistrato

La collina artificiale, inoltre, realizzata con materiali inerti e impermeabili, armonizzerà anche visivamente il Deposito con l'ambiente circostante, mediante un manto erboso.

La messa in esercizio del Deposito Nazionale consentirà di completare il decommissioning degli impianti nucleari italiani, restituendo all'ambiente i siti ancora occupati, nonché di gestire i rifiuti radioattivi italiani, compresi quelli generati dalle attività di medicina nucleare, industriale e di ricerca.

Oltre che di un'opera necessaria ed improcrastinabile, si tratta di uno dei più importanti progetti infrastrutturali finanziati, previsti in Italia nei prossimi anni.

Inoltre, la collaborazione con enti di ricerca, università, associazioni professionali e operatori industriali, sia nazionali che esteri, permetterà una reale integrazione con il sistema economico e di ricerca, contribuendo ulteriormente allo sviluppo sostenibile del territorio nel quale verrà realizzato, insieme al Deposito Nazionale, il Parco Tecnologico.



# RadTech srl

distribuisce e supporta una vasta gamma di strumentazione per misure nell'ambito della Fisica Ambientale, della Fisica Medica e della Radioprotezione.

## LSC per Analisi Acque D.Lgs 28/16



## Dosimetria $\beta, \gamma$ e neutroni



## Misure Radiologiche



## Spettrometria e rivelazione $\beta, \gamma$ e n portatile



## Spettrometria e rivelazione $\beta, \gamma$ fissa



## Camere Ionizzazione Monitoraggio Trizio



## Misure di Radioprotezione



**RadTech**

Strumentazione per Analisi  
di Fisica Ambientale e Medica



0415515 Intertek

RadTech srl, Via Correggio, 19—20149 MILANO  
Tel. +39 02 46.92.865 - Fax +39 02 48.51.63.70  
info@radtech.it [www.radtech.it](http://www.radtech.it)

# IL RISCHIO RADON: VANTAGGI DELLE AZIONI PREVENTIVE

di Elia BRAGGIO\*, Lorenzo ISOLAN\*\*

\* Esperto in Interventi di Risanamento Radon - TECNORAD srl, Verona .

\*\* Esperto di Radioprotezione III°

Nella valutazione del rischio per l'agente fisico-chimico Radon-222, diamo poco spazio in questo articolo ad una quantificazione esatta dei costi, in quanto estremamente variabili per i tanti fattori concorrenti e per il fatto che la stessa variabilità dei costi caratterizza gli interventi di mitigazione e prevenzione.

I criteri di valutazione elencati consentono di aiutare l' esercente o il proprietario di un immobile a trovare un compromesso tra investimento ed entità del rischio in relazione alla propria propensione al rischio (risk appetite).

## Rischi correlati e parziale quantificazione dei costi

### Analisi del rischio – approccio induttivo

1. Conseguenze, ovvero danni, derivanti dalla mancata misurazione **Art. 12 D.lgs. 101/2020:**

- Art. 205 comma 1 (apparato sanzionatorio): arresto da 1 a 6 mesi dell' esercente che non effettua le misurazioni + ammenda da 2k a 15k€
- Art. 205 comma 2 (apparato sanzionatorio): arresto da 6 a 12 mesi dell' esercente che non si avvale dell'esperto in interventi di risanamento radon + ammenda da 5k a 20k€

2. Protratto danno alla salute:

- del personale esposto
- dell' esercente

**Altri costi:** da considerare in base al particolare contesto dell' esercizio preso in considerazione.

- Costi per interventi di bonifica; in particolare per: ristrutturazione edilizia, installazione di impianti di estrazione, analisi su campioni di terreno o materiale di costruzione, consulenze professionali.
- Costi organizzativi, p.e. accesso limitato a locali «sporchi», trasferimento di reparti o sedi.
- Costi legati alla nomina di EIRR (Esperto in Interventi di Risanamento Radon) e/o EdR (Esperto di Radioprotezione)
- Costi per ulteriori campagne di misura ex Art. 17 comma 3

Per completare la vostra analisi, le singole fonti di rischio andranno pesate secondo i parametri:

1. impatto (economico)
2. probabilità: che il rischio si concretizzi, valutato sulla base dell'esperienza o di dati oggettivi p.e. da fonti statistiche
3. rilevabilità: non è un fattore particolarmente complesso da valutare con una opportuna campagna di misura

### **Strategie di intervento**

Per contrastare e ridurre il rischio radon, a seconda dei casi, abbiamo la possibilità di bilanciare le nostre risorse in modo da mitigare o prevenire il rischio:

Difesa (mitigazione):

- restauro con tecniche di isolamento dal terreno e materiali a bassa emanazione
- adozione di sistemi di ventilazione «a norma di legge» con ricambi adeguati
- scelta e logistica degli ambienti di lavoro
- misura con rivelatori lenti CR-39

Attacco (prevenzione):

- **misura con rivelatori veloci**
- progettazione con adozione di tecniche mirate all'abbattimento del rischio (scelta dei materiali, scelta degli isolanti, verifiche in corso d'opera della corretta posa e installazione dei materiali)
- adozione del principio ALARA (as low as reasonably achievable).

Le due strategie sono complementari e consentono di abbattere drasticamente il rischio di dover affrontare ricadute penali o sanzioni amministrative per la presenza di livelli di radon non adeguati con i limiti Art. 12 imposti dal D.lgs. 101/2020 e incompatibili con la presenza di lavoratori o di persone più in generale.

### **Rivelatori di radon**

Semplifichiamo suddividendo le tecniche di rivelazione in due categorie: rivelatori lenti e veloci.



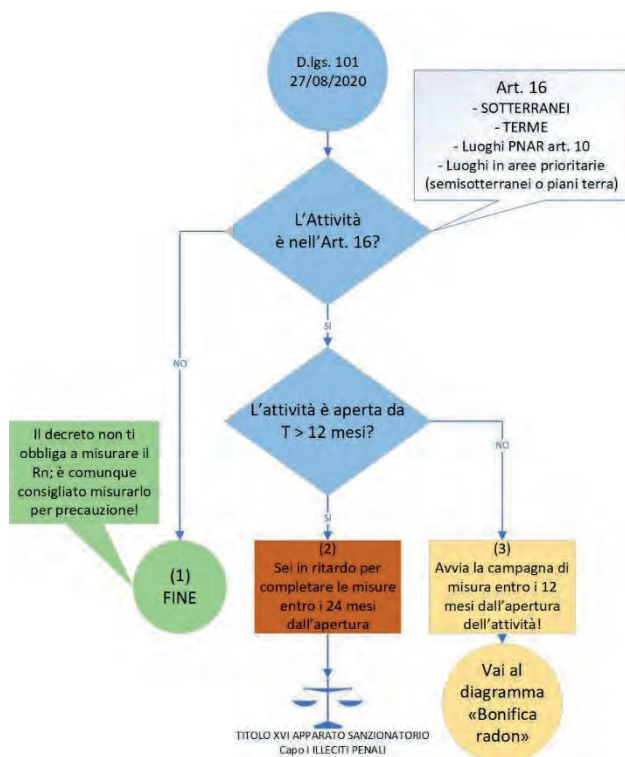
Lenti: rivelatori che permettono di ottenere una misura in più di 15 giorni: il CR-39 è forse la metodica più diffusa, molto economico e preciso per misure di più mesi, viene comunemente adottato per la misura annuale in due semestri.



Veloci: rivelatori che consentono di ottenere una misura tra le poche ore e i 15 giorni. In questo caso possiamo scegliere tra rivelatori attivi, ovvero provvisti di sensori ed elettronica, che consentono una lettura diretta e in tempo reale, oppure Elettrete<sup>2</sup>, un sistema proprietario basato sulla scarica di un disco in teflon in una camera di ionizzazione.

Nella maggior parte dei casi, come mappatura preventiva veloce, si consiglia l'uso dell'Elettrete:

- ogni punto di misura con questa metodica, comporta un costo del supporto che è di uno o due ordini di grandezza inferiore al costo di qualunque strumento elettronico tarato,
- l'analisi del rischio (furto, atto vandalico, incidente) suggerisce di non utilizzare strumentazione costosa laddove non sia garantita l'installazione in sicurezza.



### La misura

Allo scopo di lasciare al lettore qualche utile suggerimento in materia, vogliamo analizzare l'importanza di una buona strategia di attacco mediante Elettrete.

Il tema non è particolarmente complesso, ma alcune premesse sono necessarie per contestualizzare correttamente il problema.

Si intravedono, nel caso di misura non ancora avviata, due possibilità:

- Ottemperare pedissequamente all'obbligo di legge avviando la **misura annuale**. Nella maggior parte dei casi si inizia in ritardo o quasi, il primo ciclo di mi-

surazioni obbligatorio ex Art. 17. È quindi frequente una certa ansia per essersi trovati nel rettangolo rosso del diagramma di fig. 1.

<sup>2</sup> © Rad Elec Inc. All rights reserved, Maryland 21704 U.S.A.

2. All'obbligo di legge, aggiungere contemporaneamente la misura preventiva veloce con Elettreti.

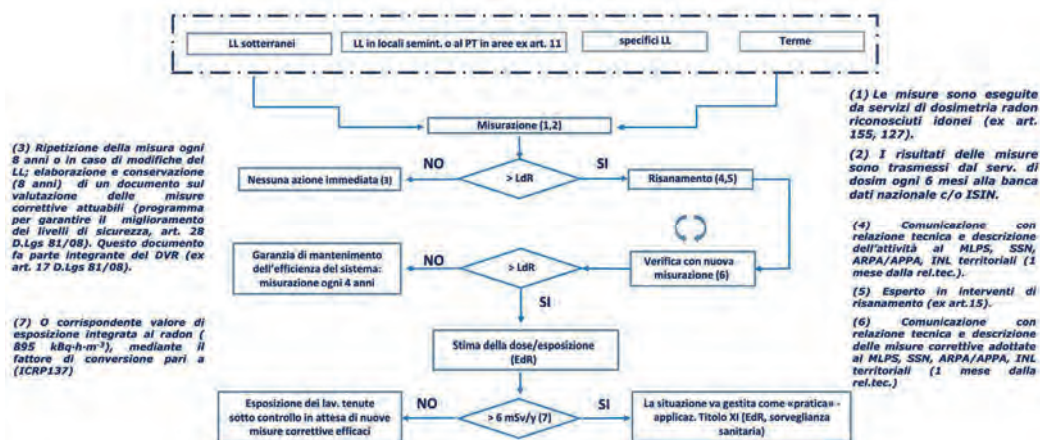


Figura 1: Bonifica Radon, schematizzazione del processo. Gli adempimenti diventano più onerosi man mano che ci si sposta verso il basso e a destra. Fonte: Ing. Marco Martellucci 2023 per Consiglio Nazionale degli Ingegneri, corso "Introduzione ai rischi da gas radon e principi di protezione".

In fig. 2 vengono rappresentati tre possibili scenari. La misura preventiva con Elettreti è una soluzione valida per tutti e tre:

1: in verde il caso più semplice da trattare. Se l' esercente non è per legge tenuto ad effettuare la campagna di misura radon, quest'ultima potrebbe essere comunque un utile strumento per garantire la salubrità a sé stesso, e ai propri collaboratori, degli spazi in cui lavorano.

Inoltre, non è improbabile che l'attuazione del PNAR<sup>3</sup> o l'inclusione nelle aree prioritarie<sup>4</sup> possano renderla obbligatoria entro pochi anni. Nei panni dell' esercente, viste i mille e mille obblighi nell'ambito della sicurezza dei lavoratori a cui deve adempiere, preferirei non rischiare di tralasciarne uno di tale rilevanza sulla salute e con tali ricadute in caso di inadempienza.

2 e 3: Le due situazioni dal punto di vista normativo sono di fatto analoghe; ad oggi non ci è dato sapere se siano già state emesse sentenze in applicazione dell'Art. 205, tuttavia l'entità del danno sembra giustificare l'azione correttiva / preventiva.

In tutti e tre i casi, è consigliabile anticipare le tempistiche legislative avviando campagne preventive.

<sup>3</sup> Piano Nazionale d'Azione per il Radon ex Art. 10 D.lgs. 101/2020

<sup>4</sup> Individuazione delle aree prioritarie ex Art. 11 D.lgs. 101/2020



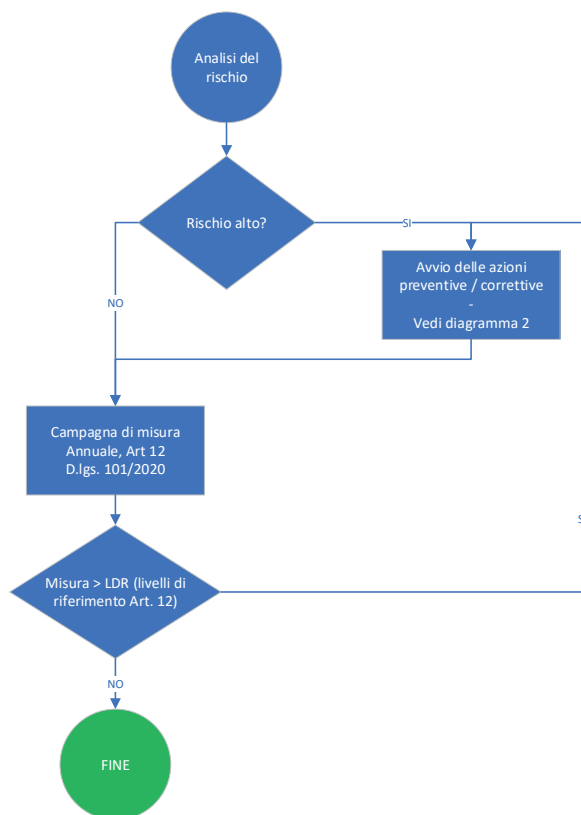


Figura 2: si suggerisce di: 1. far partire le azioni preventive contemporaneamente a quelle correttive. Nel caso le misure veloci non evidenzino criticità, non sarà necessario proseguire con altre attività preventive. 2. Misurare anche se non si ricade nelle casistiche elencate all'Art. 16.

I benefici di tale approccio sono evidenti - considerando il fatto che il costo della campagna di misura è assai contenuto rispetto al costo di qualunque pratica o intervento edilizio, di eventuali contese legali o sanzioni, della ricaduta sanitaria sui lavoratori eventualmente esposti.

Sconfitto questo nemico, come per gli antichi romani *Graecia capta ferum victorem cepit*, se desiderate approfondire ulteriormente le caratteristiche di questo silenzioso nemico vi invitiamo a leggere tutte le nostre pubblicazioni nella sezione Academy del nostro sito.

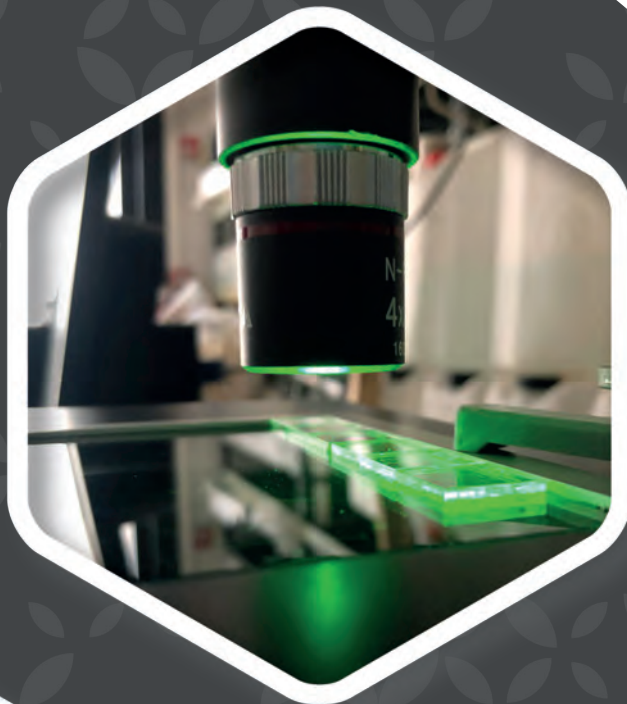


# PROTEX ITALIA

45  
year ANNIVERSARY

## SERVIZIO DI DOSIMETRIA e ORGANISMO DI MISURA

Ex art 155 D Lgs 101/2020 e ss.mm.ii  
Laboratorio di Fisica e Radiochimica  
"Antonio Corberi"  
Lab. N° 1619L UNI EN ISO 17025:2018



## INTERVENTI e GESTIONE IN EMERGENZA RADIOLOGICA

PROTEX ITALIA S.R.L.

Via Cartesio, 30 - 47122 Forlì (FC) - Tel. +39 0543 724747 - [protex@protexgroup.com](mailto:protex@protexgroup.com)  
[www.protexgroup.com](http://www.protexgroup.com)

# CARATTERIZZAZIONE DI SORGENTI RADIOATTIVE IN CENTRI DI RECUPERO METALLI: CONFRONTO OPERATIVO FRA MISURE E MODELLI DI CALCOLO

di Lorenzo ISOLAN <sup>(1,2,3)</sup>, Marco SUMINI <sup>(1,2,3)</sup>, Francesco PASTREMOLI <sup>(1)</sup>

- 1) *Associazione Nazionale Professionale Esperti Qualificati Radioprotezione (ANPEQ)*
- 2) *Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Bologna, Italia*
- 3) *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), Sezione di Bologna, Italia*

## Sommario

Nonostante esista uno standard normativo per la corretta esecuzione della sorveglianza radiometrica presso i centri di recupero metalli, si evidenzia la mancanza di un corrispondente criterio per la caratterizzazione delle sorgenti radioattive rinvenute, sottolineando l'importanza di sviluppare approcci specifici. L'uso di codici di calcolo validati a livello internazionale emerge come elemento chiave in questo contesto, conferendo ai risultati una sorta di "certificazione di garanzia di qualità". Attraverso l'integrazione di strumentazione radiometrica, monitori di diversa tipologia, spettrometri e modelli numerici-matematici, la metodologia proposta offre un'analisi dettagliata, garantendo una valutazione certificata del rischio di esposizione. Questo approccio avanzato nella caratterizzazione delle sorgenti radioattive, non solo promuove la sicurezza operativa, ma stabilisce nuovi standard di eccellenza nel rispetto delle normative e delle regolamentazioni nazionali ed internazionali. L'esempio di caratterizzazione di una sorgente Radio-226 fornisce uno schema completo e affidabile per gestire sorgenti radioattive nei centri di recupero metalli. Integrando dati ufficiali, misure sperimentali e valutazioni numeriche con RESRAD-BUILD, l'approccio offre precisione, identificazione accurata del nuclide e dettagli sul rischio, servendo da guida per professionisti nella gestione sicura e conforme delle sorgenti radioattive. La filiera di processo coinvolgente codici di calcolo certificati è estendibile a differenti settori industriali e medicali in cui l'Esperto di Radioprotezione è chiamato a valutare il rischio di esposizione dovuto alla normale operatività ed in caso di incidenti radiologici o situazioni di contaminazione ambientale.

## Introduzione

L'industria del recupero e della fusione dei metalli, cruciale per una gestione sostenibile delle risorse, affronta sfide uniche legate alla potenziale presenza di sorgenti radioattive che possono derivare da prodotti industriali obsoleti, errate procedure di smaltimento o da azioni illecite. Questa complessità richiede una caratterizzazione accurata delle sorgenti rinvenute non solo per garantire la sicurezza operativa, ma anche per rispettare le normative vigenti. In tale contesto, la necessità di proteggere la salute dei lavoratori e del pubblico, conformemente all'art. 72 del D. Lgs. 101/2020 e s.m.i. ed al D. L. n. 17 del 01/03/2022, emerge come prioritaria.

L'industria è chiamata a bilanciare la sua funzione di fornitrice di materiali con la responsabilità di preservare la sicurezza dei lavoratori e dell'ambiente circostante e pertanto le procedure redatte dall'Esperto di Radioprotezione, di concerto con il Legale Rappresentante, mirano a definire le modalità operative per le misure di controllo radiometrico dei carichi contenenti rottami metallici o altri materiali di risulta (nonché degli altri materiali per i quali la normativa vigente prevede il controllo radiometrico). La salvaguardia della salute dei lavoratori, la riduzione dei rischi di irradiazione e contaminazione, unita alla tutela dell'ambiente e della popolazione, sono obiettivi primari. In conformità con le normative vigenti, le procedure stabiliscono le linee guida operative, ma è importante riconoscere che, data la natura stessa dei carichi, non esiste una tecnologia che possa garantire l'assoluta certezza di evitare episodi di contaminazione. La difficoltà tecnica nell'individuare sorgenti o materiali contaminati all'interno di un carico è nota, data la presenza di schermature indotte o intrinseche. Tuttavia, grazie a sistemi adeguati, come strumentazione di alta sensibilità ed una operatività ben definita, il rischio può essere ridotto a livelli minimi, sebbene mai azzerato completamente. Tuttavia, nonostante esistano atti normativi, procedure e linee guida nazionali ed internazionali per quanto riguarda la sorveglianza radiometrica (UNI 10896:2016), si evidenzia una lacuna significativa: la mancanza di uno standard specifico per la caratterizzazione delle sorgenti radioattive rinvenute e l'avvenuta esposizione di operatori e popolazione nel periodo di tempo in cui queste sono sfuggite ai controlli. Questo vuoto normativo sottolinea l'urgenza di sviluppare approcci specifici che vanno al di là della mera identificazione delle sorgenti.

L'adozione di approcci innovativi, inclusa l'applicazione di codici di calcolo internazionalmente validati, emerge come cruciale per garantire una valutazione accurata delle sorgenti radioattive rinvenute. Questo non solo contribuisce alla sicurezza operativa, ma offre anche una sorta di "certificazione di garanzia di qualità", fondamentale per instaurare fiducia presso le Autorità competenti ed il pubblico.

Questo approccio permette una comparazione diretta dei risultati su scala nazionale, eliminando le variabili legate ai diversi metodi di calcolo utilizzati e alle fonti dei dati da cui sono derivati i coefficienti di dose o le costanti gamma specifiche. L'utilizzo di un metodo numerico, in particolare l'applicazione di un codice validato a livello internazionale, emerge come soluzione chiave per superare queste problematiche.

Un beneficio significativo derivante dall'impiego di un codice numerico è la possibilità di preparare dati e file di input, facilitando lo scambio di informazioni tra diversi professionisti per valutazioni incrociate. Inoltre, questi dati possono essere inviati alle autorità di vigilanza, consentendo loro di verificare direttamente i calcoli effettuati, proporre correzioni e suggerire nuove procedure di approccio alle valutazioni dei rischi.

L'uso di un codice numerico non solo promuove la trasparenza e l'efficienza nella condivisione di informazioni tra esperti del settore, ma rafforza anche la possibilità per le autorità di vigilanza di esercitare un controllo diretto sui processi di caratterizzazione delle sorgenti radioattive. Questo approccio contribuisce a garantire un quadro normativo più robusto e una gestione più sicura delle sorgenti radioattive nei centri di recu-

però metalli, migliorando la collaborazione tra professionisti del settore e le autorità competenti.

Oltre alle possibili applicazioni presso i centri di recupero metalli e fonderie, gli stessi codici di calcolo possono essere adattati e utilizzati in diversi settori industriali e medicali. Ciò consentirebbe di estendere l'approccio consolidato della radioprotezione a scenari vari, garantendo un approccio coerente e basato su standard elevati in tutte le applicazioni che coinvolgono materiali radioattivi. In questo modo, si promuoverebbe la condivisione di conoscenze e metodologie tra gli Esperti di Radioprotezione a livello nazionale ed internazionale, contribuendo a mantenere aggiornate le pratiche di calcolo ed incorporando le ultime scoperte scientifiche.

### **PROBLEMATICHE nella caratterizzazione delle sorgenti radioattive**

Diversi fattori contribuiscono a rendere difficile sia la determinazione del radionuclide rinvenuto che la stima dell'attività dello stesso. Innanzitutto, la geometria della sorgente può variare notevolmente. La presenza di schermature, la disposizione dei materiali e la forma fisica dell'oggetto contenente la sorgente possono influenzare significativamente la distribuzione del campo di radiazioni. Questa variabilità nella geometria complica la misura, poiché la strumentazione deve adattarsi a condizioni non standardizzate, aumentando la complessità dell'analisi.

In un contesto di campo aperto, la presenza del fondo naturale di radiazioni può interferire con le misurazioni, richiedendo una correzione accurata per isolare il contributo della sorgente di interesse ed inoltre la variabilità delle condizioni ambientali può influenzare a monte la precisione delle misurazioni radiometriche.

Un ulteriore aspetto critico è che la natura della sorgente spesso è del tutto sconosciuta.

### **I CODICI DELLA FAMIGLIA RESRAD: Un Approccio Efficace per la Standardizzazione dei Calcoli nelle Valutazioni di Esposizione Radioattiva nei Contesti Industriali e Sanitari**

Il problema della mancata standardizzazione dei calcoli non è limitato esclusivamente alla caratterizzazione delle sorgenti radioattive nei centri di recupero metalli, ma si estende anche alle valutazioni di esposizione in contesti industriali e sanitari diversificati. Le valutazioni di esposizione (interna ed esterna) e di schermature o di impatto ambientale (normale impiego, contaminazione, incidente radiologico) in contesti industriali possono comprendere scenari complessi (come la gammagrafia industriale in campo aperto o l'utilizzo di bunker, di sorgenti sigillate di alta o bassa attività, di sorgenti non sigillate, sorgenti liquide o gassose, radon e altre fonti naturali), mentre il settore medico si confronta normalmente con sfide legate all'impiego di altri contesti correlati (sorgenti sigillate per applicazioni brachi-radio-terapiche, nonché sorgenti non sigillate in medicina nucleare). In entrambi i casi, la mancanza di omogeneità dei calcoli e delle misure implica una varietà di approcci e metodologie utilizzate, aumentando la complessità e riducendo la comparabilità tra le valutazioni.



L'impiego di codici di tipo Monte Carlo rappresenta una soluzione avanzata per valutazioni specifiche, ma richiede elevate competenze specifiche e, in molti casi, tempi di calcolo considerevoli. Inoltre, l'accesso a codici considerati "certificati" (come MCNP©) è spesso soggetto a restrizioni sulle licenze di utilizzo, rendendone quasi impraticabile l'impiego per singoli professionisti. D'altra parte, alcuni codici open-source, sebbene affidabili e sviluppati da comunità scientifiche qualificate, non sempre adottano rigorose pratiche di garanzia della qualità. Inoltre, l'utilizzo di codici Monte Carlo richiede un elevato grado di addestramento specifico, di avere a disposizione una grande potenza computazionale e, generalmente, lunghi tempi di preparazione dei files di input e di calcolo (se l'utente non si affida a particolari tecniche di riduzione della varianza – ad esempio basate sulla soluzione dell'equazione del trasporto aggiunto - ovvero strategie utilizzate per migliorare l'efficienza computazionale del calcolo riducendo la variabilità statistica dei risultati senza dover aumentare notevolmente il numero di eventi simulati – ma questo richiede competenze ancor più elevate).

I codici della suite di calcolo RESRAD sviluppata ad Argonne (ANL), emergono come una soluzione adatta per valutazioni più o meno rapide, efficaci, affidabili e riconosciute come standard a livello internazionale. I codici della famiglia RESRAD offrono un equilibrio ottimale tra affidabilità nelle valutazioni e facilità di utilizzo, contribuendo a colmare la lacuna tra la complessità delle valutazioni di esposizione e la necessità di standardizzazione nei calcoli. La loro adozione offre una via per garantire una gestione sicura delle sorgenti radioattive in una varietà di contesti molto ampio, facilitando la comparabilità dei risultati e fornendo una base affidabile per le decisioni normative e operative.

Tra le soluzioni proposte:

- RESRAD-ONSITE: per valutare l'esposizione alle radiazioni di un recettore umano situato sopra suoli contaminati da materiali radioattivi;
- RESRAD-OFFSITE: per valutare l'esposizione alle radiazioni di un recettore umano situato sopra o a una certa distanza da suoli contaminati da materiali radioattivi;
- RESRAD-BUILD: per valutare l'esposizione alle radiazioni di un recettore umano in un edificio contaminato o in un edificio che ospita mobili/arredi o attrezzature contaminate;
- RESRAD-RDD: per la valutazione dell'esposizione umana alle radiazioni durante la fase iniziale, intermedia o tardiva della risposta dopo un incidente con un dispositivo di dispersione radiologica (RDD);
- RESRAD-BIOTA: per valutare l'esposizione alle radiazioni di "biota" non umano, compresa la flora e la fauna, in un ecosistema terrestre o acquatico.

I codici RESRAD sono strumenti importanti che sono ampiamente utilizzati dal Dipartimento dell'Energia americano, da altre agenzie federali (come l'EPA, Environmental Protection Agency) e dall'industria nucleare commerciale, nonché da organizzazioni internazionali e imprese impegnate nella bonifica di aree contaminate da materiali radioattivi e costituiscono un riferimento anche dal punto di vista della valutazione del rischio radiologico.



Figura 3. Il pacchetto di codici della famiglia RESRAD. <https://resrad.evs.anl.gov>

## OBIETTIVO

Ci si pone come obiettivo la valutazione sperimentale e numerica di una sorgente radioattiva rinvenuta in un centro di recupero metalli, costituita da un misuratore di rugiada contenente Radio-226 in una camera a nebbia. Sfruttando l'occasione di avere a disposizione parametri quali geometria, tipologia e caratteristiche della sorgente grazie ai dati di targa, viene effettuata una comparazione tra i medesimi sia con le valutazioni sperimentali in campo e sia con quelle numeriche effettuate con RESRAD-BUILD, così da verificarne l'efficacia in un contesto di sorveglianza radiometrica straordinaria.

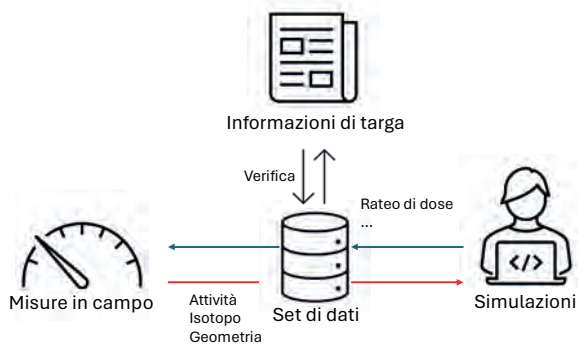


Figura 4. Schema di gestione dello scambio delle informazioni e della inter-comparazione dei dati. Le misure ed i dati di targa servono a fornire ai codici di calcolo le informazioni per validare a ritroso le misure stesse, effettuate in ambiente operativo.

## Materiali e Metodi

### PANORAMICA DELLA PROCEDURA DI SORVEGLIANZA RADIOMETRICA

Il materiale soggetto a controllo radiometrico, una volta introdotto nell'azienda, è sottoposto a misurazioni radiometriche sulle singole unità con strumentazione fissa o portatile. L'operatore della pesa verifica il risultato del controllo radiometrico all'esterno di ogni carico in entrata e uscita (per i quali è previsto). In caso di:

- Esito negativo (nessun allarme segnalato dal portale): il materiale può essere accettato e inviato alla normale zona di scarico in ingresso o alla destinazione finale in uscita; in assenza di misure che indichino anomalie radiometriche, il carico viene avviato allo scarico. L'ispezione visiva assume, a questo punto, un'importanza fondamentale nell'individuare eventuali sorgenti che possano

essere sfuggite al controllo strumentale in ingresso. L'addetto deve prestare particolare attenzione a contenitori per trasporto di sorgenti radioattive; dispositivi industriali contenenti sorgenti; casseforti o contenitori che possono essere state utilizzate per contenimento o deposito di materiali radioattivi; simboli e grafici che indicano sorgenti; nomi dei più comuni fornitori di sorgenti; simboli di radionuclidi; termini tipici dell'industria nucleare (attività, sorgente, et cetera). Nel caso di ritrovamento di sorgenti radioattive, la zona deve essere delimitata e segnalata e deve essere avvisato immediatamente il referente aziendale per i controlli radiometrici, il responsabile aziendale e l'esperto di Radioprotezione.

- Esito positivo: il veicolo deve essere posizionato nell'area di sosta controllata, escludendo la possibilità di essere respinto una volta entrato nel perimetro aziendale.

In caso di allarme confermato, è obbligatorio avvertire immediatamente il Responsabile Aziendale, il Referente Aziendale per i controlli radiometrici, il Responsabile della sicurezza e l'Esperto di Radioprotezione. Il Responsabile Aziendale provvederà al trasferimento del carico nell'Area di isolamento designata e adotterà azioni immediate. Ciò include l'evacuazione dell'area nelle immediate vicinanze, delimitata da paletti e/o nastri di divieto di accesso, al fine di impedire l'ingresso a personale non autorizzato. Sarà esposta la segnaletica di "divieto di accesso" e "pericolo radiazioni ionizzanti", mentre si raccoglieranno tutte le informazioni relative al mezzo coinvolto, come provenienza e fornitore. Le misure adottate e i risultati delle misurazioni saranno comunicati tempestivamente all'Esperto di Radioprotezione, che interverrà per il successivo controllo e verifica dell'unità. L'Esperto di Radioprotezione, basandosi sui rilievi effettuati, stabilirà le procedure da seguire. Inoltre, per identificare la natura della sorgente radioattiva, potrà effettuare misure in campo o consultare un laboratorio specializzato in spettrometria. Qualora emergano sorgenti o livelli anomali di radioattività, saranno implementate azioni precauzionali per evitare il rischio di esposizione alle persone. Allo stesso tempo, sarà comunicato immediatamente l'incidente alle autorità competenti, comprese la Pubblica Sicurezza, il Prefetto, le ASL, il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco, la Regione e l'ARPA territorialmente competente. Le operazioni di ricerca e isolamento della sorgente all'interno del mezzo avverranno esclusivamente in presenza dell'Esperto di Radioprotezione, salvo eventuali disposizioni degli Enti di Vigilanza. Sulla base delle misure e della valutazione specifica, procederà alla valutazione delle dosi ricevute dal personale coinvolto e dall'individuo rappresentativo della popolazione.

## **L'AMBIENTE DI LAVORO**

L'ambiente di lavoro in una industria di recupero metalli od in una fonderia è notoriamente complesso e presenta diverse sfide legate alla gestione di materiali eterogenei, alla presenza di sorgenti potenzialmente pericolose e alla necessità di rispettare normative rigide in materia di sicurezza e protezione ambientale. Il piazzale in cui i rottami sono stoccati costituisce una parte critica di questo ambiente, caratterizzato da diverse

peculiarità, poiché è un luogo in cui convergono una vasta gamma di materiali, inclusi rottami metallici provenienti da veicoli, macchinari industriali, elettrodomestici e altri manufatti. Date le origini variegata dei rottami, è possibile che alcuni di essi siano contaminati da sostanze pericolose o, nel contesto specifico, sorgenti radioattive. La presenza di tali materiali richiede una particolare attenzione per garantire la sicurezza dei lavoratori e il rispetto delle normative di radioprotezione. La disposizione dei rottami sul piazzale può cambiare frequentemente, creando una geometria variabile che rende difficile la caratterizzazione delle sorgenti radioattive, specialmente quando si utilizzano strumenti di misura basati su distanze e geometrie specifiche. Il piazzale di uno smantellamento di rottami può inoltre essere affollato e di difficile accesso, complicando le attività di misurazione e caratterizzazione. La presenza di ostacoli può rendere complesso il posizionamento di strumentazione radiometrica in modo ottimale. Le condizioni meteorologiche e ambientali possono variare notevolmente, introducendo ulteriore complessità. Ad esempio, le operazioni di misurazione possono essere complicate in presenza di pioggia, nebbia o altre condizioni atmosferiche avverse. La presenza di macchinari in movimento, operatori impegnati in attività di smantellamento e la gestione di grandi quantità di rottami richiedono un rigoroso protocollo di sicurezza operativa. La caratterizzazione delle sorgenti radioattive deve avvenire nel rispetto delle norme di sicurezza per evitare esposizioni non necessarie. Nell'esempio specifico si sono individuati due scenari tipici:

1. Le sorgenti sono state correttamente rilevate in ingresso allo stabilimento grazie ai controlli radiometrici;
2. Le sorgenti sono sfuggite ai controlli radiometrici e sono entrate nello stabilimento per essere rivelate solo all'uscita, a seguito della vendita del materiale;

La sostanziale differenza è che nel primo caso, la valutazione di dose coinvolge l'autista addetto al trasporto del carico ed il personale eventualmente di supporto all'Esperto di Radioprotezione per la ricerca del radionuclide; nel secondo caso, è richiesto di considerare il tempo trascorso tra l'ingresso della sorgente nello stabilimento ed il ritrovamento.

Inoltre, in entrambi gli scenari, è importante valutare l'eventuale presenza di contaminazione ambientale.



*Figura 5. Come si presenta l'ambiente in cui vengono effettuate le misure. A sinistra, catasta di rottami metallici di varia natura entro cui è stata rilevata la presenza di multiple sorgenti radioattive, precedentemente introdotte in stabilimento senza essere rilevate dai portali adibiti al controllo radiometrico (la rilevazione di una delle sorgenti è avvenuta trasportando all'esterno parte del quantitativo di materiale illustrato); In centro ed a destra, carico di rottami in ingresso ad uno stabilimento e contenente una sorgente radioattiva nascosta all'interno di polveri smaltite da un processo di fusione per sinterizzazione.*

### **Ritrovamenti inattesi di sorgenti radioattive: LA CAMERA A NEBBIA**

Uno dei ritrovamenti senz'altro più interessanti è rappresentato dal pannello frontale di un misuratore della temperatura di rugiada, rinvenuto in un carico di polveri per sinterizzazione degli acciai e contenente una camera a nebbia, in cui all'interno è collocata una sorgente areale di Radio-226.

Il gas da trattare viene forzato nella camera di osservazione (camera a nebbia) ad una pressione superiore a quella atmosferica. Questo campione di gas può stabilizzare la sua temperatura per qualche decina di secondi, dopodiché sarà all'equilibrio. Il gas viene poi rapidamente scaricato nell'atmosfera con una repentina espansione e contemporaneo raffreddamento della quota parte rimasta in camera. Se il raffreddamento è sufficiente a portare la temperatura fino, o al di sotto, del punto di rugiada, il vapore acqueo si condenserà sotto forma di nebbia sottile. Questa nebbia può essere vista facilmente attraverso la finestra di osservazione grazie ad una luce situata sotto la camera a nebbia e focalizzata nella parte superiore (quando si forma la nebbia, appare come quello che gli utenti dello strumento chiamano "un cono di raggi di sole").

Per ottimizzare il processo, all'interno della camera a nebbia, che è in ottone, è presente una sorgente radioattiva che ionizza il gas racchiuso all'interno del volume. La sorgente è planare, a geometria rettangolare (1/2" x 5/8") e costituita di Radio-226 di attività nominale pari a 259 kBq. Essendo la attività nota a priori, risulta utile utilizzare il rinvenimento del misuratore di temperatura di rugiada come benchmark per eseguire misure sperimentali e valutazioni numeriche.





Figura 6. Alcuni esempi di sorgenti ritrovate tra i rottami. Da sinistra verso destra, due quadranti, una barra di metallo radioattiva, una camera a nebbia per la misurazione della temperatura di rugiada.

**CAUTION: RADIO-ACTIVE MATERIAL**

Ra 226      7 MICROCURIES

DICKEY-john Corporation  
5200 Dickey-john Road Auburn, IL 62615

THE RECEIPT, POSSESSION, USE AND TRANSFER OF THIS ALNOR DEWPOINTER, MODEL \_\_\_\_\_ SERIAL NO. \_\_\_\_\_, ARE SUBJECT TO A GENERAL LICENSE OR THE EQUIVALENT, AND THE REGULATIONS OF THE NUCLEAR REGULATORY COMMISSION OR AN AGREEMENT STATE.

- ABANDONMENT OR DISPOSAL IS PROHIBITED UNLESS TRANSFERRED TO A PERSON SPECIFICALLY LICENSED BY AN AGREEMENT STATE, A LICENSING STATE, OR THE U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION TO POSSESS SUCH MATERIAL.
- OPERATION IS PROHIBITED IF THERE IS INDICATION OF FAILURE OR DAMAGE TO SHIELDING, SOURCE CONTAINMENT, OR ON/OFF MECHANISM.
- ONLY PERSONS SPECIFICALLY LICENSED BY AN AGREEMENT STATE, A LICENSING STATE, OR THE U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION MAY INSTALL, DISMANTLE, RELOCATE, REPAIR OR TEST THIS DEVICE.
- DEVICE SHALL BE TESTED FOR RADIOACTIVE LEAKAGE AND PROPER FUNCTIONING OF ON/OFF MECHANISM AND INDICATOR, IF ANY, AT INSTALLATION, AT SOURCE REPLACEMENT, AND THEREAFTER AT INTERVALS NOT EXCEED THREE MONTHS.
- LOSS, THEFT, OR TRANSFER OF THIS DEVICE TO ANOTHER LICENSEE, AND FAILURE OR DAMAGE TO SHIELDING, SOURCE CONTAINMENT, OR ON/OFF MECHANISM MUST BE REPORTED TO AN AGREEMENT STATE, A LICENSING STATE, OR THE U.S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION.

THIS LABEL SHALL BE MAINTAINED ON THE DEVICE IN A LEGIBLE CONDITION. REMOVAL OF THE LABEL IS PROHIBITED. SEE OWNERS MANUAL FOR SAFE INSTALLATION, OPERATION & SERVICING. LEAK WIPE TESTING REQUIRED EVERY THREE MONTHS.



Figura 7. A sinistra, etichetta ufficiale e norme interne di radioprotezione del misuratore della temperatura di rugiada. A destra, lo strumento ALNOR DEW POINTER 7000.





Figura 8. Il pannello frontale del misuratore della temperatura di rugiada contenente Radio-226 rinvenuto presso un centro recupero metalli. A sinistra, vista frontale; a destra, vista superiore in cui è visibile la camera a nebbia contenente la sorgente radioattiva.

### Strumentazione, CODICI DI CALCOLO ED AZIONI DELL'ESPERTO DI RADIOPROTEZIONE

Inizialmente, l'Esperto di Radioprotezione, posizionandosi all'esterno del carico, utilizza un monitor portatile. Questo strumento consente di localizzare manualmente i punti con livelli di intensità di dose in aria superiori al fondo medio naturale locale.

Successivamente, individuata la sorgente, per valutare il tipo di radionuclide presente, l'Esperto di Radioprotezione può utilizzare uno spettrometro portatile per eseguire una caratterizzazione sul campo (se possibile). Questa fase permette di determinare con precisione la natura specifica della sorgente radioattiva, ma solo se la combinazione di geometria-strumento-libreria-nuclidi lo consente.

Ad una certa distanza, la sorgente rinvenuta può essere considerata generalmente come puntiforme (se la geometria e le caratteristiche lo consentono) ed è dunque possibile ricavarne analiticamente la attività tenuto conto della legge dell'inverso del quadrato della distanza grazie alla relazione seguente:

$$RdD \left[ \frac{\mu Sv}{h} \right] = \frac{\Gamma \left[ \frac{\mu Sv m^2}{h Bq} \right] A [Bq]}{d^2 [m^2] 2^{nHVL}}$$

Da cui

$$A [Bq] = \frac{RdD \left[ \frac{\mu Sv}{h} \right]}{\frac{\Gamma \left[ \frac{\mu Sv m^2}{h Bq} \right]}{d^2 [m^2] 2^{nHVL}}}$$

Inoltre, dopo aver identificato la sorgente, segue la eventuale rimozione e la messa in sicurezza tramite operazioni di condizionamento. L'Esperto di Radioprotezione esegue anche un controllo di contaminazione attraverso smear test e/o contaminometri per assicurarsi che la zona sia priva di eventuali tracce residue di radioattività. Questa attenta procedura di verifica è essenziale per garantire la sicurezza del personale coinvolto e prevenire la diffusione di contaminazione radioattiva nell'ambiente circostante.



Figura 9. Operazioni di ricerca svolte dall'Esperto di Radioprotezione, nel caso specifico mediante utilizzo del monitor portatile RADHAND® 600 PRO (prodotto da CAEN S.p.A.), consentendo congiuntamente misurazioni di rateo di dose e spettrometriche grazie al rivelatore a scintillazione 51x51 mm (2"x2") NaI(Tl). Il rivelatore è inoltre dotato di tecnologia RFID UHF per un facile tracciamento degli elementi misurati.



Figura 10. Operazioni di caratterizzazione del radionuclide sul campo.



*Figura 11. Condizionamento di una sorgente rinvenuta.*

## **REVERSE ENGINEERING CON RESRAD-BUILD**

L'Esperto di Radioprotezione, per garantire una corretta identificazione e valutare la coerenza dei dati, si può avvalere del "reverse engineering" dei dati sperimentali mediante l'utilizzo del codice RESRAD-BUILD.

Questo processo implica l'introduzione nel codice delle caratteristiche spettrali misurate, cioè il nuclide identificato e la sua attività stimata. Successivamente, il codice simula il rateo di dose atteso a parità di geometria. La verifica si basa sul confronto tra il rateo di dose simulato, derivante dalla attività stimata sperimentalmente, e quello misurato sul campo, creando una relazione biunivoca.

Se vi è una corrispondenza, si ottiene un benchmark positivo in termini di caratterizzazione, confermando la correttezza dell'identificazione e fornendo ulteriore affidabilità ai dati raccolti durante la misurazione sul campo. Questo approccio integra l'esperienza sperimentale con strumenti avanzati di calcolo, garantendo una valutazione più completa e robusta delle sorgenti radioattive in contesti complessi.

RESRAD-BUILD è un codice progettato per analizzare l'esposizione alle radiazioni derivanti dall'occupazione "di un edificio" contaminato da materiali radioattivi o dall'alloggiamento di attrezzature contaminate, nonché dalla bonifica della contaminazione. Si ritiene che le esposizioni analizzate per un recettore derivino da radiazioni esterne dirette (da fonti di contaminazione e immersione in aria contaminata), inalazione di particelle di polvere di contaminante sospese in aria, inalazione di radon e ingestione accidentale di contaminante. L'ambiente in esame può essere composto da un massimo di nove vani, con ricambio d'aria tra gli ambienti di interesse e l'ambiente esterno. È

possibile specificare fino a 10 sorgenti di radiazioni e 10 recettori in un unico calcolo. Le sorgenti di radiazioni e i recettori possono essere posizionati in una qualsiasi delle stanze, con specificate le coordinate e le caratteristiche peculiari. Per il recettore, ad esempio, è possibile indicare la frazione di tempo nella stanza, il rateo di respirazione, la velocità di ingestione accidentale e l'orientamento. Per la sorgente, tra i diversi parametri, è utile richiamare la geometria, le dimensioni o il tasso di erosione. Le fonti di contaminazione possono assumere una geometria puntiforme, lineare, piana o volumetrica e possono trovarsi sulla superficie o all'interno dell'edificio, dell'attrezzatura o del materiale dell'arredamento. È possibile specificare anche l'eventuale presenza di schermature tra i recettori e le fonti di contaminazione. Il codice RESRAD-BUILD include un'interfaccia user-friendly per facilitare l'inserimento dei dati, l'esecuzione di calcoli, la visualizzazione dei risultati e l'accesso a manuali specifici. Le posizioni relative delle fonti di contaminazione e dei recettori vengono visualizzate graficamente per facilitarne la gestione. Il codice, per quanto riguarda l'esposizione esterna, contiene i dati di conversione di ICRP-38 e ICRP-107 e consente agli utenti di selezionare i corrispondenti coefficienti di dose e le librerie di fattori di rischio di cancro indotto. Inoltre, è possibile condurre analisi di sensitività deterministiche e probabilistiche sulla maggior parte dei parametri di input. Il codice RESRAD-BUILD è approvato dall'NRC per la valutazione degli edifici contaminati coinvolti nello smantellamento e nella cessazione delle licenze. Può anche essere applicato per rilasciare strutture o proprietà contaminate coinvolte nel processo di rilascio autorizzato per risparmiare costi e sforzi di bonifica e smaltimento.

About

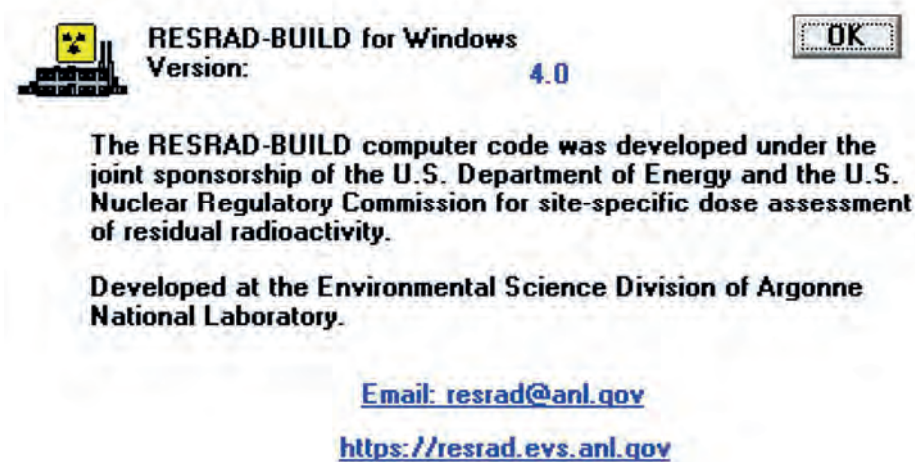


Figura 12. Specifiche del codice RESRAD-BUILD.

## Sorgente puntiforme

La dose esterna diretta da una sorgente puntiforme è calcolata considerando l'energia dei fotoni, il flusso nella posizione del recettore, il flusso considerata la attenuazione geometrica data dalla distanza totale percorsa, il build-up, l'assorbimento di energia da parte dell'aria e la conversione da assorbimento di energia a rateo di dose. Pertanto, la dose esterna totale per tutta la durata dell'esposizione, ED, che un recettore incorrerebbe a causa di una sorgente puntiforme contenente il radionuclide n nel compartimento i all'interno dell'edificio, Dn (t), al tempo t, è:

$$D_{ip}^n(t) = F_{in}F_i \left[ \int_t^{t+ED} Q_{SP}^n(t) dt \right] \sum_j y_{nj} E_{nj} B(\mu_a t_a + \mu_c t_c) d \left[ \frac{\mu_{en}(E_{nj})}{\rho} \right]_{air}$$

$F_{in}$  = frazione di tempo spesa in ambiente

$F_i$  = frazione di tempo spesa nel compartimento i

ED = durata dell'esposizione

$Q_{SP}^n(t)$  = Attività totale istantanea del radionuclide N nella sorgente al tempo t

$y_{nj}$  = Resa per il gamma J dal radionuclide N

$E_{nj}$  = Energia per il gamma J dal radionuclide N

$B(\mu_a t_a + \mu_c t_c)$  = fattore di accumulo per il trasporto di fotoni nell'aria e nel materiale dello schermo

d = Dose unitaria per assorbimento di energia

$\left[ \frac{\mu_{en}(E_{nj})}{\rho} \right]_{air}$  = Coefficiente di assorbimento dell'energia di massa nell'aria

$t_c$  = Spessore di schermatura tra la sorgente puntiforme e il recettore

$t_a$  = distanza dal recettore alla sorgente puntiforme in aria

$\mu_a$  = Coefficiente di attenuazione in aria

$\mu_c$  = coefficiente di attenuazione nel materiale schermante

## Sorgente lineare

Il modello per le sorgenti lineari differisce da quello delle sorgenti puntiformi in quanto per le sorgenti lineari viene utilizzato un fattore geometrico più complicato, GL.

$$D_{il}^n(t) = F_{in}F_i \left[ \int_t^{t+ED} Q_{SP}^n(t) dt \right] \sum_j y_{nj} E_{nj} B(Z') d \left[ \frac{\mu_{en}(E_{nj})}{\rho} \right]_{air} G_L$$

$$z' = \mu_a t'_{air} + \mu_c t_c$$

$$G_L = e^{-\mu_c t_c} \int_{line} \frac{e^{-\mu_a \sqrt{x^2 + t_a^2}}}{4\pi(x^2 + t_a^2)} dx$$

$t_a$  = distanza perpendicolare al recettore

$B(Z')$  = fattore di accumulo per il trasporto di fotoni nell'aria e nella copertura

$t_c$  = Spessore di schermatura tra la sorgente e il recettore



## SORGENTE VOLUMETRICA E AREALE

Una sorgente ad area viene trattata come una sorgente di volume con uno spessore ridotto (0,001 cm) e una densità unitaria. La dose esterna totale integrata nel tempo  $t$  per la durata dell'esposizione ED derivante dall'esposizione a una sorgente volumetrica contenente radionuclide  $n$  è espressa come segue:

$$D_{iv}^n(t) = \frac{1}{365} F_{in} F_i DCF_v^n \left[ \int_t^{t+ED} C_{sv}^n(t) F_G^n(t) dt \right]$$

365 = Fattore di conversione del tempo

$F_{in}$  = frazione di tempo trascorso in ambienti chiusi

$F_i$  = Frazione del tempo trascorso nel compartimento  $i$

$DCF_v^n$  = Coefficiente di dose esterno per una sorgente a volume infinito

$F_G^n(t)$  = fattore geometrico per il radionuclide  $n$  nella sorgente al tempo  $t$ , per correggere DCFn per l'area finita e lo spessore della sorgente, schermatura tra la sorgente e il recettore, materiale sorgente e posizione del recettore rispetto alla sorgente

$C_{sv}^n(t)$  = Concentrazione di radionuclide  $N$  nella sorgente in volume al tempo  $t$

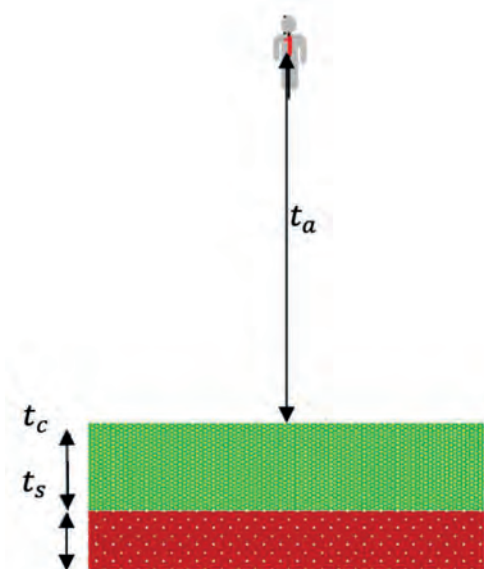


Figura 13. Schema di gestione dei recettori, delle schermature e delle sorgenti in RESRAD-BUILD (Figura ricavata dal manuale utente del codice [User's Manual for RESRAD-BUILD Code Version 4]).



## SETUP UTILIZZATO NEL MODELLO DELLA CAMERA A NEBBIA

Con il fine di confrontare i risultati ottenuti mediante misure effettuate sul campo e quindi di modellizzare la camera a nebbia del misuratore della temperatura di rugiada, contenente 259 kBq di Radio-226 in geometria rettangolare e planare come da dati di targa, rinchiusi in un involucro di ottone, si sono adottati i seguenti parametri: *exposure duration*, 0.042 giorni; *indoor fraction*, 1 giorno. *Deposition velocity*, *breathing* ed *ingestion rates* pari a 0. La libreria di coefficienti espositivi scelta è la ICRP 107 e sono state impostate la *Internal Dose Library* di tipo DOE STD-1196-2011, la *External Dose Library* DCFPAK3.02 e la *Risk Library* DCFPAK3.02 Morbidity. Tra sorgente e recettore, per simulare la presenza della camera a nebbia in ottone, è stata introdotta una schermatura in rame di spessore pari ad 1 mm e di densità pari a 8.7 g/cm<sup>3</sup>. La sorgente è stata modellata come Radio-226 ed è comprensiva di progenie con un cut-off sulla emivita pari a 0 giorni. Dal punto di vista dimensionale, la sorgente radioattiva è areale e rettangolare, con lo spessore dei lati come da manuale operativo del misuratore di temperatura di rugiada, ovvero 1/2" x 5/8" e di attività totale 259 kBq. Il recettore è posizionato nel punto in cui è avvenuta la misura diretta in campo del radionuclide a 4,5 cm dallo stesso. Sono stati inoltre considerati i coefficienti di emanazione del radon e la produzione della progenie solida depositatasi, data l'obsolescenza dell'oggetto.

### Risultati

Considerando il misuratore di temperatura di rugiada rinvenuto, il rateo di dose misurato al netto del fondo ambientale in prossimità della camera a nebbia, a 4.5 cm dalla sorgente, è pari a 10.615 [ $\mu Sv/h$ ] e quello ad 1 metro dal contenitore in cui è avvenuto il condizionamento è pari a 0.065 [ $\mu Sv/h$ ].

Utilizzando lo spettrometro gamma portatile, il nuclide è stato identificato come Radio-226.

Per poter stimare sperimentalmente l'attività del nuclide occorre sfruttare la misura ad una distanza tale per cui questo può essere ritenuto puntiforme e si ritiene che 100 cm in cui è stata effettuata una delle misure siano ragionevoli, a fronte di una sorgente "infinitamente" sottile e di area pari a 2,0155E-04 m<sup>2</sup>.

Applicando la relazione che lega attività e costante gamma specifica, tenuto conto dei valori misurati, l'attività stimata sperimentalmente è pari a 252 kBq, ovvero estremamente simile alla attività riportata sui dati di targa dell'apparecchio.

Per verificare ulteriormente i valori misurati, sfruttando l'opportunità di avere a disposizione le reali caratteristiche di sorgente, tramite RESRAD-BUILD è stato valutato il rateo di dose misurato a contatto con il modello numerico di camera a nebbia, con la attività impostata nei dati di input così da ottenere un "controllo inverso" sulle valutazioni ed i dati disponibili.

Il valore calcolato risulta pari a  $9.28 \mu Sv/h$ , perfettamente in linea con quanto misurato e previsto. Tramite RESRAD-BUILD è possibile scegliere la libreria più opportuna di coefficienti di conversione per le stime di dose ed il valore così ottenuto deriva dalla applicazione dell'ICRP-107. Utilizzando invece l'ICRP-38, il valore diviene  $8.67 \mu Sv/h$  a causa dei differenti coefficienti e poiché sprovvisto di alcuni nuclidi.

Inoltre, grazie alle simulazioni, è possibile distinguere la progenie responsabile dei diversi contributi di esposizione esterna (e, se del caso, interna) così da valutare attentamente il rischio derivato.

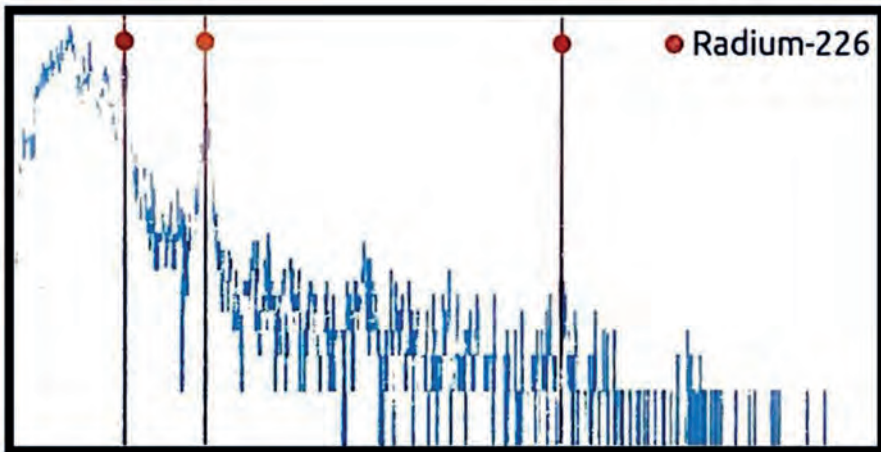


Figura 14. Tipico spettro del Radio-226 misurato in campo.

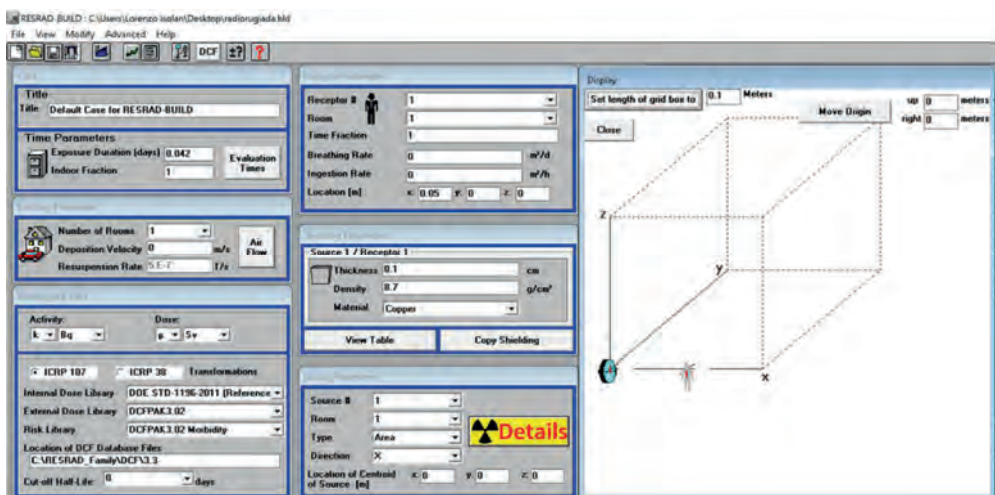
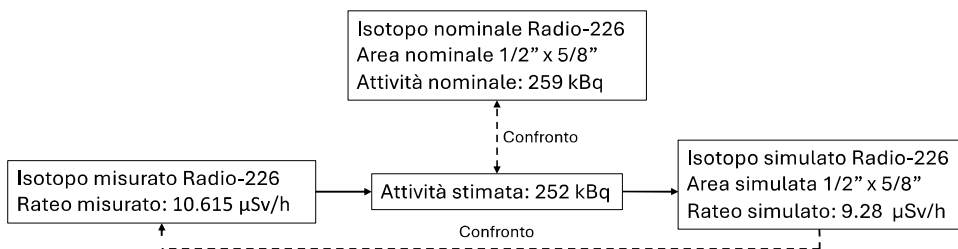


Figura 15. Esempio di schermata principale di RESRAD-BUILD, in cui è possibile visualizzare diversi dei parametri editabili dall'utente. Il codice consente inoltre di eseguire simulazioni con analisi di sensibilità e probabilistiche su determinati parametri (si citano, a titolo di esempio, la

velocità di deposizione del contaminante; il rateo di risospensione; l'area ambiente; lo scambio del volume di aria tra gli ambienti; il tasso di inalazione del contaminante, di ingestione; il rilascio di contaminante in aria; la rimozione del contaminante ed il tempo tale per cui questa viene effettuata; lo spessore della sorgente, la densità, il rateo di erosione, la porosità; il coefficiente di diffusione ed emanazione del radon; lo spessore e la densità delle schermature; la presenza di spessori secchi ed umidi, la presenza di acqua evaporata o l'umidità assoluta; altri ulteriori come la posizione delle sorgenti e dei recettori). Questa flessibilità di gestione dei parametri consente di rendere ancora più validi eventuali confronti con i dati sperimentali, dove spesso alcuni dati risultano ignoti.

Tabella 1. Contributi al rateo di dose simulato dovuti al progenitore ed ai suoi figli. Libreria ICRP-107.

Nuclide	ICRP-107 [ $\mu Sv/h$ ]	ICRP-38 [ $\mu Sv/h$ ]
Ra-226	3.74E-02	3.47E-02
Rn-222	2.04E-03	2.04E-03
Po-218	8.14E-09	4.60E-05
At-218	6.96E-09	5.51E-07
Rn-218	8.08E-10	/
Pb-214	1.24E+00	1.22E+00
Bi-214	8.00E+00	7.41E+00
Po-214	4.44E-04	4.32E-04
Tl-210	3.13E-03	2.70E-03



## Conclusioni

In conclusione, l'indagine sperimentale e numerica sulla sorgente radioattiva rinvenuta in un centro di recupero metalli, identificata come un misuratore di rugiada contenente Radio-226 in una camera a nebbia, ha fornito risultati coerenti e affidabili. La comparazione tra i dati noti della sorgente e le valutazioni sperimentali sul campo, insieme alle simulazioni numeriche utilizzando RESRAD-BUILD, ha evidenziato una consistenza tra i risultati ottenuti. Il rateo di dose misurato è stato accuratamente confrontato con i calcoli numerici, confermando la precisione delle misure sperimentali. L'identificazione del nuclide come Radio-226 attraverso lo spettrometro gamma portatile ha ulteriormente confermato la corrispondenza con le caratteristiche della sorgente nota. Questo approccio integrato, che combina dati sperimentali, strumenti di misura avanzati e simulazioni numeriche, si configura come una metodologia robusta e affidabile per la gestione sicura di sorgenti radioattive in ambienti complessi come i centri di recupero metalli.

## Referenze

- Testo Coordinato Del Decreto-Legge 1 marzo 2022, n. 17. Testo del decreto-legge 1° marzo 2022, n. 17 (in Gazzetta Ufficiale - Serie Generale - n. 50 del 1° marzo 2022), coordinato con la legge di conversione 27 aprile 2022, n. 34 (in questa stessa Gazzetta Ufficiale alla pag. 5), recante: «Misure urgenti per il contenimento dei costi dell'energia elettrica e del gas naturale, per lo sviluppo delle energie rinnovabili e per il rilancio delle politiche industriali.». (22A02680) (GU Serie Generale n.98 del 28-04-2022).
- Decreto Legislativo 31 luglio 2020, n. 101. Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117. (20G00121) (GU Serie Generale n.201 del 12-08-2020 - Suppl. Ordinario n. 29).
- Decreto Legislativo 25 novembre 2022, n. 203. Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101, di attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117. (22G00207) (GU Serie Generale n.2 del 03-01-2023).
- Decreto Legislativo 1 giugno 2011, n. 100. Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 20 febbraio 2009, n. 23, recante attuazione della direttiva 2006/117/Euratom, relativa alla sorveglianza e al controllo delle spedizioni di rifiuti radioattivi e di combustibile nucleare esaurito - sorveglianza radiometrica su mate-

riali o prodotti semilavorati metallici. (11G0145) (GU Serie Generale n.156 del 07-07-2011).

- Decreto Legislativo 14 marzo 2014, n. 49. Attuazione della direttiva 2012/19/UE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE). (14G00064).
- Document 32013R0715. Regolamento (UE) n. 715/2013 della Commissione, del 25 luglio 2013, recante i criteri che determinano quando i rottami di rame cessano di essere considerati rifiuti ai sensi della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.
- Document 32011R0333. Regolamento (UE) n. 333/2011 del Consiglio, del 31 marzo 2011, recante i criteri che determinano quando alcuni tipi di rottami metallici cessano di essere considerati rifiuti ai sensi della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.
- UNI 10897:2016. Carichi di rottami metallici - Rilevazione di radionuclidi con misure X e gamma. Data disponibilità: 24 marzo 2016.
- IAEA TECDOC 1312 (2002). Detection of radioactive materials at borders.
- Istituto Superiore Per la Protezione e la Ricerca Ambientale – ISPRA – “richiesta di parere in merito alle disposizioni sulla sorveglianza radiometrica su materiali o prodotti semilavorati metallici (ex art. 157 del D.Lgs. 230/95 e s.m.i.)” del 07/02/2014.
- Istituto Superiore Per la Protezione e la Ricerca Ambientale – ISPRA: Linee guida per la sorveglianza radiometrica di rottami metallici e altri rifiuti – Task 01.02.02 – rev. 0 del 20/05/2014.
- Regione Lombardia: Circolare 21/SAN del 6 Aprile 1998.
- Manuale ARPAV per le Emergenze Radiologiche Rev.2.
- Indicazioni Operative: Attività di ARPA Lombardia in materia di sorveglianza radiometrica sui rottami metallici e sui rifiuti. 07/03/2016 e revisioni successive.
- Chadwick, MB., et al., 2011. ENDF/B-VII.1 Nuclear Data for Science and Technology: Cross Sections, Covariances, Fission Product Yields and Decay Data. Nuclear Data Sheets, Volume 112, Issue 12, Pages 2887-2996, ISSN 0090-3752, <https://doi.org/10.1016/j.nds.2011.11.002>
- JANIS 4.0 User's Guide. Java-based Nuclear Data Information System. <https://www.oecd-nea.org/janis/>
- User's Manual for RESRAD-BUILD Code Version 4, Vol. 1 – Methodology and Models Used in RESRAD-BUILD Code, Environmental Science Division, Argonne National Laboratory.
- ALNOR Instrument Company, Dickey John Corporation, ALNOR Dewpointer User's Manual.

## LB 135 TOL/G

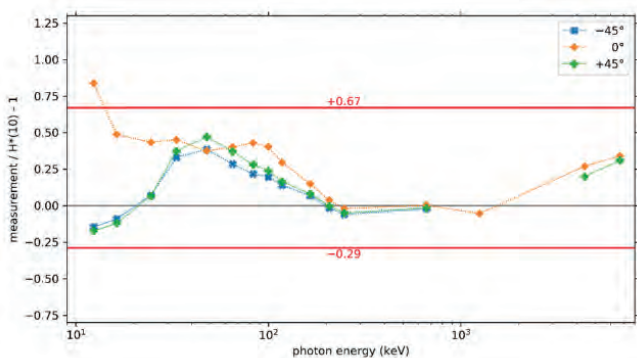
### Wide Range Dose Rate Meter

L'LB 135 TOL/G è stato sviluppato specificamente per misurare la dose equivalente e i ratei di dose  $H^*(10)$  in un ampio intervallo di energia da 15 keV a 6,7 MeV in campi di radiazione gamma sia continui che pulsati. In particolare, le diverse modalità di integrazione consentono di valutare la dose con precisione senza eguali



**Range energetico**  
**Range rateo di dose**  
**Range dose**

Gamma e X 15 keV to 6.7 MeV in accordo con IEC 60846  
 Da 100 nSv/h a10 Sv/h in due range di misura  
 Da 10 nSv to 10 Sv in due range di misura, tempo di integrazione 1 s - 9999 s



**Dr. Roberto Paulon**

Berthold Italia s.r.l.

Tel: +39 392 3719317

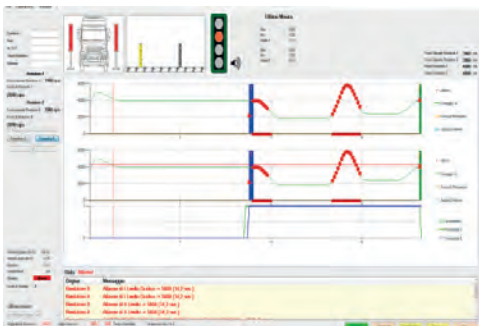
roberto.paulon@berthold.com



## Gammascan®3 iED

### Sistema per il monitoraggio e rilevamento di sostanze radioattive in rottami ferrosi e non ferrosi

Il portale radiometrico "GammaScan®2" è un sistema adatto a tutti quegli impianti che necessitano di monitorare, in entrata o in uscita, la presenza di sorgenti radioattive (es. impianti di trattamento rifiuti, fonderie, rottamai e siti di stoccaggio). Il sofisticato sistema di campionamento e valutazione del fondo di misura permette al portale di rivelare immediatamente l'eventuale presenza di materiali radioattivi in transito nel portale. Il sistema è gestito in maniera automatica dal software di gestione e rispetta completamente la norma di riferimento, UNI 10897 di Marzo 2016.



### Software in italiano

- 2 o più rivelatori plastici a scintillazione ad alta efficienza, da 25 litri cad., dimensioni 1.000 x500x50 mm, campo energia da 50 KeV a 2 MeV, alimentazione Alta Tensione e pre-amplificazione incorporate,
- Custodia in acciaio e alluminio (lato misura) con schermatura in piombo sui 5 lati non di misura
- Fotocellule per misura di velocità in ingresso e uscita
- Elettronica di elaborazione a microprocessore completa di torretta con segnalazioni di stato
- PC di interfaccia per gestione e stampa report con Software di facile utilizzo in lingua italiana
- Telecamere per acquisizione automatica della targa del mezzo in transito
- Riconoscimento nuclidi

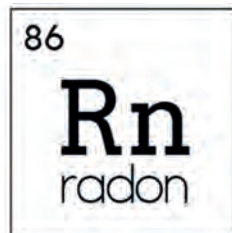
# IL PIANO DI RISANAMENTO: CONSIDERAZIONI TECNICHE E NORMATIVE

di Tiziana TUNNO

*Fisico-Esperto di Radioprotezione - Esperto in interventi di risanamento radon*

## INTRODUZIONE

La necessità di eseguire misure di radon in aria nei luoghi di lavoro e nelle abitazioni private è stata sollecitata negli ultimi venti anni da un crescente interesse da parte delle istituzioni scientifiche dovuto alla diffusione delle informazioni correlate agli aspetti sanitari e



concretizzato dall'introduzione di norme via via sempre più cogenti. Per i luoghi di lavoro, l'introduzione di normative regionali (ad es. Lombardia, Puglia, Campania) e nazionali (D. Lgs. n. 241/2000, D. Lgs. n.101/2020) hanno comportato l'adozione di interventi preventivi e, nei casi di accertata criticità, di risanamento. Per le private abitazioni, la tematica è stata affrontata mediante approcci di sensibilizzazione territoriale voluti, ad esempio, da Enti Pubblici (ARPA FVG- Progetto "Radon, misure per 1000 famiglie") o autoindotti grazie ai mezzi di informazione, soprattutto in territori a maggior rischio.

## IL RISPETTO DEL LIVELLO DI RIFERIMENTO NEI LUOGHI DI LAVORO

All' esercente è fatto obbligo, in caso di superamento del livello di riferimento di concentrazione media annua di attività radon in aria pari a 300 Bq/mc, di:

- porre in essere misure correttive per ridurre le concentrazioni al livello più basso ragionevolmente ottenibile, tenendo conto dello stato delle conoscenze tecniche e dei fattori economici e sociali, avvalendosi della nuova figura tecnica, l'Esperto in Interventi di Risanamento Radon (da ora in poi EIRR), nata in Italia con il D. Lgs.n.101/2020, rimodellata con l'integrazione D. Lgs. n. 203/2022 e che attualmente abbraccia una schiera di nuovi professionisti ad uno stadio iniziale di formazione;
- metter in atto tali misure correttive nell'arco temporale di due anni a partire dall'emissione della relazione che ha evidenziato, mediante misure di durata annua, il superamento del livello di riferimento;

- eseguire una verifica di efficacia del risanamento successiva all'integrazione delle misure correttive, mediante l'esecuzione di una nuova valutazione annua;
- eseguire una verifica del mantenimento del beneficio ottenuto dal risanamento ripetendo la valutazione annua con periodicità quadriennale.

L' esercente che abbia eseguito le misure annue, ex art. 16 del D. Lgs. n. 101/2020 e ss.mm.ii., con risultati inferiori al livello di riferimento deve comunque preoccuparsi di inserire gli esiti in uno specifico documento da integrare al DVR (Documento di valutazione del rischio ai sensi del D. Lgs. n.81/2008 e ss.mm.ii.) che contenga anche una valutazione su "misure correttive attuabili" al fine di ridurre la concentrazione radon perseguendo il principio ALARA (As Low As Reasonable Achievable). Inoltre è fatto obbligo di avviare ulteriori misurazioni con cadenza di 8 anni e una nuova verifica della concentrazione media annua di attività radon ogni qualvolta si intervenga con "lavori strutturali", ai sensi del D.P.R. n.380/2001, a livello dell'attacco a terra nonché con interventi volti a migliorare l'isolamento termico dell'edificio.

Inoltre, con particolare riguardo alla fase di progettazione/ristrutturazione edilizia, è richiesto di rispondere adeguatamente al rischio di potenziale accumulo di radon indoor anche da organi governativi nazionali ed internazionali che hanno indicato le seguenti specifiche:

- Decreto del 23/06/2022-Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi - Ministero della transizione ecologica: livello di riferimento da rispettare pari a 200 Bq/mc;
- Regolamento (UE) 2021/241 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 febbraio 2021, principio DNSH "Do No Significant Harm"-Dispositivo per la ripresa e la resilienza (PNRR): l'appaltatore delle opere edilizie finanziate deve dare evidenza della progettazione ed integrazione di soluzioni di mitigazione e controllo del rischio radon.

## **IL RISPETTO DEL LIVELLO DI RIFERIMENTO NELLE ABITAZIONI PRIVATE**

Per quanto riguarda le abitazioni private è opportuno evidenziare che trattasi di ambienti di vita, quindi con permanenza significativa in termini di tempo e di potenziale esposizione che coinvolge tutta la popolazione: sono anch'esse oggetto di interesse normativo, con la finalità di intervenire in maniera incisiva in termini di prevenzione primaria, ma attualmente l'impianto normativo riguarda solo una parte del patrimonio edilizio privato e, in attesa di un riallineamento delle varie normative esistenti sul territorio, ha interessato nell'ultimo decennio i principali seguenti casi:

- ristrutturazioni ad uso abitativo di piani seminterrati di edifici esistenti (ad es. L.R. Lombardia n. 7/2017 e ss.mm.ii., regolamenti edilizi comunali dedicati) o ristrutturazioni edilizie con deposito di un nuovo certificato di agibilità (L.R. Puglia n. 30/2016 e ss.mm.ii, L.R. Campania n. 13/2019): livello di riferimento da rispettare pari a 300 Bq/mc;
- nuove costruzioni a partire dal 31/12/2024 per effetto del D. Lgs. 101/2020 e ss.mm.ii, livello di riferimento da rispettare pari a 200 Bq/mc;
- nuove costruzioni per effetto di leggi regionali (L.R. Puglia n. 30/2016 e ss.mm.ii, L.R. Campania n. 13/2019): livello di riferimento da rispettare pari a 300 Bq/mc.

Ad oggi il patrimonio edilizio esistente, non oggetto di interventi di restauro, resta completamente escluso dall'obbligo di misurazione in attesa che vengano rese esecutive le intenzioni contenute nell'art. 19 del D.Lgs. n. 101/2020 e ss.mm.ii.: *“Radon nelle abitazioni-interventi nelle aree prioritarie”*, secondo cui specifiche attività di sensibilizzazione saranno messe in campo per eseguire misurazioni ed incentivare i necessari risanamenti.

Le tempistiche di una completa applicazione del D. Lgs. n. 101/2020 e ss.mm.ii. in quest'ambito restano legate alla pubblicazione da parte degli enti competenti del:

1. Piano Nazionale d'Azione per il Radon (PNAR) che ha il compito di individuare le strategie, i criteri e le modalità di intervento per prevenire e ridurre i rischi di lungo termine dovuti all'esposizione al radon nelle abitazioni, negli edifici pubblici e nei luoghi di lavoro, anche di nuova costruzione;
2. Aree Prioritarie, territori in cui si stima che la concentrazione media annua di attività di radon in aria superi il livello di riferimento in un numero significativo di edifici. Ad oggi solo le regioni Sardegna, Piemonte e Lombardia hanno ottemperato all'obbligo.

## **APPROCCIO ALLA METODOLOGIA**

Una premessa doverosa riguarda l'esclusione dalle seguenti considerazioni delle attività di progettazione preventiva in edifici di nuova realizzazione cui si rimanda ad altra pubblicazione. Di seguito si riporta l'approccio al metodo di risanamento che investe l'edilizia esistente, sia che riguardi un luogo di lavoro o un'abitazione civile, sia che incroci l'Ente Pubblico o la sfera privata.

Le attività di risanamento sebbene basate su principi di “semplice” comprensione (depressurizzazione, sovrappressione, diluizione, sigillatura, etc.) quando vengono ad intersecare le dinamiche in campo sono pesantemente influenzate da molteplici fattori

non sempre governabili in maniera efficace e che contribuiscono a rendere complesso, ma non impossibile, il lavoro dell'EIRR.

La metodologia per ridurre la concentrazione di radon in un edificio si basa su due differenti "approcci" da declinare in funzione delle molteplici soluzioni tecniche oggi disponibili:

- 1. INTERCETTARE IL RADON PRIMA che faccia ingresso nell'edificio (da privilegiare);**
- 2. INTERVENIRE DOPO il suo ingresso.**

Nella tabella 1 di seguito si dà riscontro delle principali tecniche di risanamento suddivise nei due approcci al problema.

**TABELLA 1 .** *Elenco delle principali tecniche di risanamento*

INTERCETTARE PRIMA	INTERVENIRE DOPO
Depressurizzazione del suolo (pozzetti radon attivi/passivi)	Impiego di sistemi di ventilazione meccanica controllata – modalità sovrappressione
Depressurizzazione di un vespaio/vano tecnico di sacrificio	Impiego di sistemi di ventilazione meccanica controllata – modalità diluizione
Sovrappressione suolo/vespaio/vano tecnico di sacrificio	Eliminazione di fattori che generano depressione nei locali
Diluizione da applicare nel vespaio/vano tecnico di sacrificio	
Sigillatura di possibili vie preferenziali di accesso (ad es. cassette di raccordo di impiantistica elettrica/idrica, cavedi, ect.)	
Eliminazione di fattori che generano depressione nei locali	
Isolamenti dell'attacco a terra o su punti di risalita preferenziale	

La scelta nell'utilizzo di una o dell'altra modalità di intervento è essenzialmente legata alla specificità dell'edificio oggetto di risanamento, per cui sono le CONDIZIONI AL CONTORNO che orientano le decisioni dell'EIRR, più di ogni altra considerazione tecnica e/o economica.

*Chi sceglie fra le varie tecniche a disposizione?*

La nuova figura di EIRR effettua una scelta su quale possibile intervento possa avere la migliore efficacia per lo specifico edificio.

### *Come regolarsi tra le varie possibilità?*

La scelta deve essere consapevole e basata su considerazioni oggettive come, ad esempio, quella di operare un'attività di diagnosi di tipo tecnico/strumentale prima di avventurarsi su soluzioni generaliste.

### *Quali sono le considerazioni iniziali di cui tener conto?*

1. Tipologia edilizia dell'edificio (attacco a terra, tipo di fondazione, presenza di vani interrati/seminterrati, presenza di vani scala, botole o camini, modalità d'uso degli ambienti ect).
2. Impiantistica presente (ad es. impianti idraulici ed elettrici, tipologia di riscaldamento presente).
3. Presenza di elementi di criticità macroscopici (pozzi, cisterne, capotto termico esterno o interno, ect.).
4. Tipologia di sottosuolo.

### *Quali considerazioni iniziali possono aiutare nello sviluppo della migliore tecnica di risanamento da adottare?*

5. Analisi dei dati contenuti nei rapporti di prova della relazione di superamento del livello di riferimento: ambienti da risanare in relazione agli esiti di misura e alla posizione in pianta, evidenze legate alla variabilità stagionale delle misurazioni annue eseguite.
6. Ulteriori misure da effettuare nel breve periodo (giorni/settimane) con strumentazione adeguata (dispositivi passivi ad elettrete, strumentazione elettronica in modalità attiva/passiva).
7. Individuazione di punti caldi di risalita con strumentazione elettronica attiva (misure di sniffing).
8. Valutazioni legate alle variabilità dei parametri temperatura e pressione.

### *L'intervento è sempre risolutivo?*

9. L'attività finalizzata al risanamento può riservare anche risultati "non attesi". In presenza di edifici/ambienti caratterizzati da un livello di complessità superiore (es. edifici storici) con concentrazioni molto elevate, l'attività messa in atto potrebbe essere non risolutiva al primo approccio richiedendo, qualora possibile, ulteriori interventi.
10. La normativa vigente contempla il caso in cui non si riesca a ridurre la concentrazione in maniera sufficientemente efficace al di sotto del livello di risanamento e in



tal caso entra in campo la figura dell'Esperto di Radioprotezione (ex art. n. 17 comma 4).

### *Considerazioni aggiuntive*

11. Verificare la predisposizione della proprietà/esercitante ad integrare e gestire l'attività di risanamento proposta.
12. Verificare la predisposizione dell'occupante (se diverso dalla proprietà/esercitante) ad accettare le conseguenze delle attività di risanamento (ad es. in caso di inquinamento acustico introdotto da sistemi di ventilazione, anche se esterni).
13. Organizzare un tavolo di concertazione per situazioni che coinvolgano più soggetti con poteri decisionali, ad esempio, in Enti Pubblici (Dirigente settore tecnico, RSPP, Datore di Lavoro) per coordinare, condividere e gestire le conseguenze di implementazione della proposta in termini economici, di fattibilità tecnica e di successiva manutenzione.

*L'adozione di sistemi/modalità di risanamento differenti rispetto a quanto proposto, possono comportare risultati difformi rispetto a quelli attesi con conseguente esito non favorevole della misura annua di controllo.*

### *Considerazioni finali*

Quello dell'EIRR è un "mestiere" complesso, strettamente legato a fattori esperienziali che si possono acquisire unicamente sul campo e si migliorano nel tempo come se si dovesse diventare bravi artigiani. Ci si rende conto, sin dalla prima esperienza, come risultati indispensabile attingere a più ambiti di competenza e quanto le informazioni da processare siano intrecciate tra loro. Oggi racchiudiamo tutte queste considerazioni nel concetto di "multidisciplinarietà", l'inconveniente è nel fatto che questa confluenza di competenze debba risultare in capo ad un unico soggetto: l'EIRR.

L'EIRR, a meno di muoversi in squadra con collaborazioni complementari alla propria (condizione che si suggerisce, soprattutto all'inizio) deve avere abilità di gestione di un parco strumentale impegnativo (comprese le radiazioni ionizzanti), di elaborazione dati e grafici; deve saper comprendere al meglio le informazioni derivanti dalla lettura dei rapporti di prova relativi a misure indoor o quelle legate ai materiali da costruzione; aggregare al contesto considerazioni di base sulla specifica tipologia di suolo e sotto-suolo e relative caratteristiche su cui insiste l'edificio; possedere conoscenze di base di sistemi di trattamento aria, relative ad impianti, sull'attacco a terra degli edifici e sulle principali tipologie di fondazione; produrre documentazione tecnica e non ultimo avere spiccate capacità relazionali con la clientela, soprattutto privata, che condisce con un pizzico di emotività tutto quanto sopra esposto.

Le attività di risanamento e quanto ci ruota intorno meritano, pertanto, di esser maneggiate con estrema cautela in primo luogo perché intersecano la sfera della salute e conseguentemente anche quella emotiva degli occupanti, in secondo luogo perché la strada che porta alla risoluzione del problema è caratterizzata da un percorso articolato e specifico dell'edificio in questione: l'approccio graduale, per STEP di implementazione, è sicuramente una garanzia di qualità del servizio e un deposito cauzionale sull'esito finale del risanamento che viene sancito dalle misure annue successive, sebbene di contro allunghi notevolmente le tempistiche di lavoro. Infine, in terzo luogo, dato che tale attività, dai contorni non ancora ben definiti, potrebbe tradursi nel tempo in uno sciame increscioso di chiamate in causa per "consulenze eseguite non a regola d'arte" va fatto uno sforzo ulteriore in termini cautelativi a tutela futura della propria professionalità.

### *Criticità normative*

Il D. Lgs. n. 101/2020 e ss.mm.ii. è assunto insieme alla successiva integrazione D. Lgs. n. 203/2022, a impalcatura normativa cui far riferimento in caso di un risanamento radon per le tempistiche di applicazione, le modalità di gestione ed intervento e le necessarie comunicazioni agli enti preposti. L'art. 17 del decreto obbliga l'esercente ad affidarsi a due figure consulenti per la gestione del rischio radon ed in particolare:

- EIRR come supporto per la scelta tecnica adeguata alle opere di risanamento;
- Esperto di Radioprotezione (EdR) per la valutazione delle dosi efficaci annue da radon dei lavoratori o delle corrispondenti esposizioni integrate annue in caso di persistenza del rischio, con superamento del livello di riferimento anche dopo aver implementato le misure correttive.

Nella declinazione dell'art. 17, mentre risulta specificato il rilascio di "apposita relazione" per le valutazioni dell'EdR, non altrettanto succede per quelle in capo al EIRR che non ha un obbligo ben definito da rispettare per la sua proposta progettuale, tuttavia assumendo che trattasi di tecnico abilitato per lo svolgimento di attività di progettazione di opere edili (Allegato II D. Lgs.n.101/2020 e ss.mm.ii.), la relazione e i documenti allegati assumeranno la forma di quelli generalmente utilizzati per il settore in base alle tipologie autorizzative necessarie (Testo Unico per l'edilizia - D.P.R. n.380/2001). Risulta altresì precisato nel D. Lgs.n.101/2020 e ss.mm.ii. l'obbligo in capo al solo esercente di descrivere quanto messo in campo in termini di misure correttive con opportuna comunicazione agli enti in elenco all'art. 18.

*A scopo divulgativo si propone di seguito una struttura di massima di un piano di risanamento in modo tale che siano affrontati tutti gli aspetti necessari per essere considerato auto-consistente.*

## LA REDAZIONE DI UN PIANO DI RISANAMENTO

Il risanamento di un edificio deve potersi tradurre anche in termini di descrizione progettuale con un approccio per step. In alcune regioni è richiesta, da normative più stringenti, la redazione di un documento descrittivo delle attività di risanamento dotato anche di un cronoprogramma delle attività da porre in essere ed assoggettato al benessere preventivo degli Enti preposti: ad esempio il comune ricevente insieme alle aziende sanitarie locali (Sezione Servizio Prevenzione e Sicurezza nei luoghi di lavoro) possono approvare/declinare o richiedere integrazioni al documento presentato dall' esercente e redatto dal consulente EIRR. Pertanto, nel definire i vari aspetti descrittivi del piano di risanamento si consiglia di contemplare anche questa tipologia di istruzioni, già obbligatorie per alcune aree del territorio nazionale. Il D. Lgs. n. 101/2020 e ss.mm.ii. attualmente non dà indicazioni vincolanti su come redigere un piano di risanamento da parte dell'EIRR incaricato, contrariamente per quanto accade per le relazioni tecniche relative alle misurazioni annue.

Al fine di supportare l'EIRR che si appropria alla stesura di un piano di risanamento si riportano di seguito i capitoli da sviluppare, in un elenco che non vuole essere esaustivo, al fine di articolare e giustificare la scelta delle misure correttive per lo specifico caso:

1. **INTRODUZIONE - INFORMAZIONI DI CONTESTO** (Normativa di riferimento, ubicazione dell'immobile, tipologia di attività, risultati delle concentrazioni medie annue relative al superamento del livello di riferimento correlate agli ambienti in pianta, criticità di suolo e sottosuolo, criticità relative ai materiali di costruzione, ect).
2. **RAPPRESENTAZIONE DEGLI AMBIENTI** (Planimetrie con indicazione delle aree da sottoporre a risanamento, destinazione d'uso dei locali interessati, piano interessato dall'intervento).
3. **DIAGNOSI E AZIONI DI RISANAMENTO** (Descrizione delle criticità dell'edificio/piano/ambiente da risanare, risultati della diagnosi tecnica eseguita in campo, descrizione della tecnica di risanamento da implementare e da adeguare alla tipicità dei locali in base alle risultanze della diagnosi, risultati della diagnosi tecnica eseguita in laboratorio: ad es. valutazioni sui materiali da costruzione).
4. **OTTIMIZZAZIONE** (Attività successive a quelle di cui al punto precedente al fine di migliorare ulteriormente l'efficacia delle misure correttive, se possibile).
5. **CONCLUSIONI** (Obblighi normativi successivi a carico dell'esercente, tempistiche di comunicazione agli enti competenti, specifiche indicazioni in termini di autorizzazioni necessarie ad implementare le misure correttive indicate).
6. **ALLEGATI TECNICI** (Cronoprogramma delle attività; disegni di progetto, piano di manutenzione degli impianti, computo metrico se richiesto).

Nella fase redazionale del piano di risanamento si riuniscono, dunque, i tre momenti cardine del complesso processo mirato a ridurre la concentrazione radon indoor:

- la valutazione delle condizioni al contorno relative all'edificio/piano/ambiente, compresi i risultati di concentrazione annua di superamento;
- la diagnosi strumentale in campo;
- la progettazione del piano di risanamento e successiva ottimizzazione.

A tutto quanto sopra esposto si dovrebbe affiancare una fase importantissima che spesso esula dalla gestione del tecnico EIRR, ma che è strettamente connessa a quanto da lui progettato: sarebbe auspicabile riuscire ad esser coinvolti anche nelle seguenti attività, assicurandosi, prima che sia avvia l'obbligatoria misurazione annua post risanamento, di:

1. verificare la congruità delle opere eseguite rispetto al piano di risanamento (completamento del servizio di consulenza anche con la Direzione Lavori);
2. verificare l'efficacia del risanamento nel breve periodo (giorni/settimane) con strumenti adeguati (ad elettrete, misuratori elettronici), utilizzando tecniche di verifica consolidate (Efficacia percentuale o Coefficiente di riduzione con procedura OFF-ON-OFF);
3. integrare a seguito della verifica di cui al punto precedente anche le attività di ottimizzazione previste dal piano di risanamento, se necessarie;

affinché tutto scorra senza inciampi che possano mettere in discussione la professionalità del tecnico EIRR al termine del lungo processo di risanamento di un edificio che copre ben tre anni di tempo comprese le misurazioni annue di controllo, come previsto dalla normativa sul territorio nazionale.

---



# Brumola SGS-II

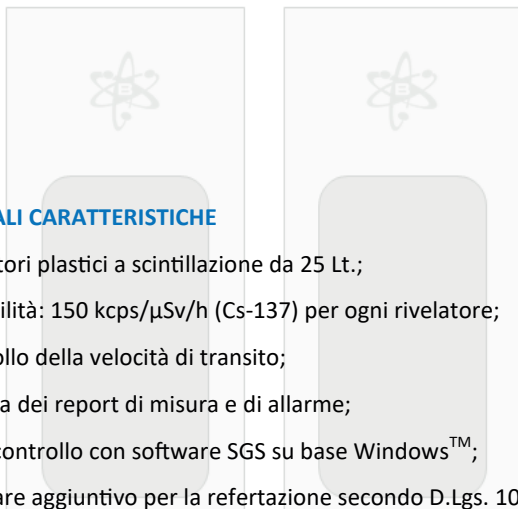
Portale radiometrico veicolare



Il portale Brumola SGS-II protegge il vostro impianto dalla contaminazione dovuta a sorgenti orfane. Si tratta di un sistema a portale molto collaudato, basato sul più noto Thermo Scientific FHT 1388S, il quale vanta migliaia di installazioni in tutta Europa (di cui circa 300 in Italia); infatti i componenti fondamentali (elettronica, rivelatori e software) sono forniti da Thermo Scientific. L'assemblaggio finale viene effettuato in Italia, da personale altamente qualificato in accordo con la casa madre.

Workstation

Rivelatori



## PRINCIPALI CARATTERISTICHE

- Rivelatori plastici a scintillazione da 25 Lt.;
- Sensibilità: 150 kcps/ $\mu$ Sv/h (Cs-137) per ogni rivelatore;
- Controllo della velocità di transito;
- Stampa dei report di misura e di allarme;
- PC di controllo con software SGS su base Windows™;
- Software aggiuntivo per la refertazione secondo D.Lgs. 101/20;
- Soppressione dei falsi allarmi con apprendimento automatico del fondo, compensazione per la riduzione del fondo, e regolazione collaudata delle soglie d'allarme;
- Discriminazione tra radioattività naturale e artificiale con tecnologia brevettata NBR;
- Collegamento ai rivelatori completamente digitale con riduzione del rumore elettronico e utilizzo di soglie energetiche più basse;
- Opzione telecamera per integrare la targa del veicolo al report;
- Relè opzionale per controllo semafori, sbarre, sirene, ecc.



Sensori di velocità

Strumento a Norma UNI 10897:2016

Brumola Srl Tel 02 6990.0435 – Fax 02 6901.0218

V. Lincoln, 7/C - Cinisello B.mo (MI) [info@brumola.com](mailto:info@brumola.com) – [www.brumola.com](http://www.brumola.com)

Distributore Autorizzato per l'Italia

**thermo**  
scientific

# I LAVORATORI AUTONOMI NEL D.LGS. 101/2020 (5)

di Andrea Enrico COLONNELLI

Avvocato

Per poter correttamente applicare quanto previsto dal D.Lgs. 101/2020 in materia di tutela dei lavoratori autonomi è fondamentale qualificare il rapporto che intercorre tra il prestatore d'opera e l'esercente: lavoro autonomo, subordinato o parasubordinato?

Si considera lavoratore autonomo colui che si obbliga a compiere un'opera o un servizio dietro un corrispettivo, con lavoro prevalentemente proprio e senza vincolo di subordinazione nei confronti del committente. Le principali caratteristiche del lavoro autonomo possono essere considerate l'assenza di vincoli di subordinazione tra prestatore (d'opera o di servizio) e committente, l'assunzione del rischio connesso all'esecuzione in capo al prestatore, l'esecuzione in autonomia con lavoro prevalentemente proprio della prestazione contrattualmente prevista e un compenso non legato esclusivamente al tempo impiegato ma anche al risultato finale.

Prima dell'entrata in vigore del D.Lgs. 101/2020, l'art. 59 del D.Lgs. 230/1995 definiva lavoratore subordinato *“ogni persona che presti il proprio lavoro alle dipendenze di un datore di lavoro, esclusi gli addetti a servizi domestici e familiari, con rapporti di lavoro subordinato anche speciale. Sono equiparati i soci lavoratori di cooperative o di società, anche di fatto, e gli utenti dei servizi di orientamento o di formazione scolastica, universitaria e professionale avviati presso datori di lavoro per agevolare o per perfezionare le loro scelte professionali. Sono altresì equiparati gli allievi degli istituti di istruzione e universitari, e i partecipanti ai corsi di formazione professionale, nonché coloro i quali, a qualsiasi titolo, prestino presso terzi la propria opera professionale”*. Oggi, invece, l'art. 107, comma 1 del D.Lgs. 101/2020 rinvia alla definizione di lavoratore riportata all'art. 2, comma 1, lett. a) del D.Lgs. 81/2008, cioè la *“persona*

---

<sup>5</sup> Queste brevi note nascono dal dialogo, sviluppatosi nell'ambito del Winter Meeting A.N.P.E.Q. 2023 tenutosi a Lazise, con Nicola De Rosa e Valeria Marino dell'Ispettorato del Lavoro Milano Lodi, che ringrazio per le osservazioni che abbiamo potuto condividere nel nostro intervento congiunto.



*che, indipendentemente dalla tipologia contrattuale, svolge un'attività lavorativa nell'ambito dell'organizzazione di un datore di lavoro pubblico o privato, con o senza retribuzione, anche al solo fine di apprendere un mestiere, un'arte o una professione, esclusi gli addetti ai servizi domestici e familiari. Al lavoratore così definito è equiparato: il socio lavoratore di cooperativa o di società, anche di fatto, che presta la sua attività per conto delle società e dell'ente stesso; l'associato in partecipazione di cui all'articolo 2549, e seguenti del Codice civile; il soggetto beneficiario delle iniziative di tirocini formativi e di orientamento di cui all'articolo 18 della Legge 24 giugno 1997, n. 196, e di cui a specifiche disposizioni delle Leggi regionali promosse al fine di realizzare momenti di alternanza tra studio e lavoro o di agevolare le scelte professionali mediante la conoscenza diretta del mondo del lavoro; l'allievo degli istituti di istruzione ed universitari e il partecipante ai corsi di formazione professionale nei quali si faccia uso di laboratori, attrezzature di lavoro in genere, agenti chimici, fisici e biologici, ivi comprese le apparecchiature fornite di videoterminali limitatamente ai periodi in cui l'allievo sia effettivamente applicato alla strumentazioni o ai laboratori in questione; i volontari del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco e della Protezione Civile; il lavoratore di cui al decreto legislativo 1° dicembre 1997, n. 468, e successive modificazioni".*

Il lavoro parasubordinato, come ad esempio la collaborazione coordinata e continuativa, è una particolare forma di lavoro autonomo, che si differenzia dal modello generale perché, nonostante la qualificazione formale, presenta talune affinità con il lavoro subordinato, quale ad esempio l'applicazione delle tutele previste per i lavoratori subordinati qualora la prestazione lavorativa si svolga nei luoghi di lavoro del committente (art. 3, comma 7 del D.Lgs. 81/2008). Sono escluse dal lavoro parasubordinato, fra le altre, le collaborazioni prestate nell'esercizio di professioni intellettuali per le quali è necessaria l'iscrizione in appositi albi professionali.

È necessario osservare che, alla luce delle rilevanti modifiche del quadro normativo, sia giuslavoristico che prevenzionale, non risultano più attuali gli indirizzi interpretativi che consideravano parasubordinati, e quindi assimilati *tout court*, dal punto di vista radio-protezionistico, ai lavoratori subordinati, i prestatori d'opera che svolgevano un'attività senza impieghi di propri mezzi organizzati a favore di un soggetto nel quadro di un rapporto continuativo con retribuzione periodica prestabilita (cfr. Circolare n. 5/2001 del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali del 08/01/2001).

Va poi considerata la figura del socio lavoratore di cooperativa, che in certe condizioni potrebbe essere considerato lavoratore autonomo e, in altre, lavoratore subordinato o

parasubordinato: tra socio lavoratore e cooperativa, infatti, si instaurano due distinti rapporti, definiti dall'art. 1, comma 3 del D.Lgs. 142/2001: *“Il socio lavoratore di cooperativa stabilisce con la propria adesione o successivamente all'instaurazione del rapporto associativo un ulteriore e distinto rapporto di lavoro, in forma subordinata o autonoma o in qualsiasi altra forma, ivi compresi i rapporti di collaborazione coordinata non occasionale, con cui contribuisce comunque al raggiungimento degli scopi sociali. Dall'instaurazione dei predetti rapporti associativi e di lavoro in qualsiasi forma derivano i relativi effetti di natura fiscale e previdenziale e tutti gli altri effetti giuridici rispettivamente previsti dalla presente legge, nonché, in quanto compatibili con la posizione del socio lavoratore, da altre leggi o da qualsiasi altra fonte”*. Nel caso in cui il rapporto di lavoro del socio con la cooperativa abbia natura subordinata o parasubordinata, la cooperativa dovrà applicare gli artt. 112 o 115 del D.Lgs. 101/2020 e il socio l'art. 118; in presenza di lavoro autonomo nessun obbligo potrà ricadere sulla cooperativa e al socio si applicherà l'art. 114.

Il D.Lgs. 101/2020 prevede che, ai fini della propria tutela, il lavoratore autonomo debba ottemperare a quanto previsto dall'art. 114. Dal canto suo, invece, l'esercente deve applicare l'art. 113 del D.Lgs. 101/2020 se il lavoratore autonomo di cui si avvale è classificato come lavoratore esposto, l'art. 117 se il lavoratore autonomo svolge attività diverse da quelle proprie dei lavoratori esposti e l'art. 115, comma 3 se all'attività svolta non rientra nel campo di applicazione del D.Lgs. 101/2020 ma il lavoratore autonomo è chiamato a compiere attività alle quali si applicano le disposizioni dello stesso decreto.

Nello specifico il lavoratore autonomo, ai sensi dell'art. 114, comma 2, lett. a), b) e c) del D.Lgs. 101/2020, ha l'obbligo di:

- acquisire dall'esperto di radioprotezione la relazione redatta ai sensi dell'articolo 109, comma 2, sulla base delle informazioni sulle attività da svolgere fornite dallo stesso lavoratore autonomo, nonché il relativo aggiornamento ai sensi dell'articolo 131;
- definire, d'intesa con l'esercente delle zone classificate, avvalendosi dell'esperto di radioprotezione incaricato, i vincoli di dose da adottare in relazione alla propria classificazione e alle attività da svolgere;
- curare il rispetto, per quanto di propria competenza, dei principi generali di cui all'articolo 1 e dei limiti di dose di cui all'articolo 146.

La violazione di tali obblighi comporta, ai sensi dell'art. 211, comma 5 del D.Lgs. 101/2020, l'ammenda da euro 150,00 a euro 500,00.

Il lavoratore autonomo ha, altresì, ai sensi dell'art. 114, comma 2, lett. d), e) e f) del D.Lgs. 101/2020, l'obbligo di:

- istituire, se chiamato a svolgere attività come lavoratori esterni di categoria A presso zone classificate gestite da esercenti terzi, prima di iniziare a svolgere la propria prestazione, il libretto personale di radioprotezione di cui all'articolo 112, comma 1, lettera i), e assicurarsi della sua compilazione;
- curare, avvalendosi dell'esperto di radioprotezione, che per ogni prestazione vengano effettuate e registrate nelle schede personali di cui all'articolo 132, comma 1, lettera d), le valutazioni della dose individuale e che vengano registrate sul libretto individuale di radioprotezione, ove previsto, le valutazioni di dose inerenti alla prestazione;
- trasmettere al Ministero del lavoro e delle politiche sociali i risultati delle valutazioni di dose effettuate dall'esperto di radioprotezione, con le modalità di cui all'articolo 126, comma 2, e ai fini del loro inserimento nell'archivio di cui al comma 1 del medesimo articolo.

La violazione di tali obblighi non comporta alcuna sanzione tra quelle previste dal D.Lgs. 101/2020, ma va ricordato che, qualora l'inottemperanza venisse rilevata da un Ispettore del Lavoro, potrebbero essere applicati gli artt. 10 e 11 del D.P.R. 520/1955, con conseguente pena dell'arresto fino a un mese o dell'ammenda fino a euro 413,00.

Come ricorda l'art. 114, comma 3 del D.Lgs. 101/2020, il lavoratore autonomo che svolge attività in qualità di esperto di radioprotezione può provvedere personalmente all'adempimento degli obblighi di cui al comma 2, lettere a) e b) dello stesso articolo che lo riguardano direttamente (relazione ex art. 109, comma due e definizione dei vincoli di dose).

Qualora il lavoratore autonomo sia classificato come lavoratore esposto, e debba quindi ritenersi lavoratore esterno ex art. 7, comma 1, n. 80, ed effettui prestazioni in zona classificata, l'esercente deve applicare l'art. 113, commi 2 e 3 del D.Lgs 101/2020, e quindi:

- accertarsi, anche, laddove previsto, tramite il libretto personale di radioprotezione di cui all'articolo 112, comma 1, lettera i), che il lavoratore esterno, prima di effettuare la prestazione nella zona classificata, sia stato riconosciuto idoneo da un medico autorizzato al tipo di rischio connesso con la prestazione stessa;
- istituire, ove la normativa vigente nel paese di origine del lavoratore non lo preveda, il libretto personale di radioprotezione per i lavoratori esterni di categoria A provenienti da altri Paesi dell'Unione europea o da Paesi terzi;
- fornire specifiche informazioni e garantire una formazione in relazione alle attività da svolgere nella zona classificata ove la prestazione va effettuata e alle misure di

prevenzione e di emergenza adottate in relazione alle attività nonché' istruzioni di lavoro adeguate all'entità del rischio radiologico;

- assicurarsi che il lavoratore esterno sia dotato dei dispositivi di protezione individuale, ove necessari, e accertarsi del loro utilizzo;
- assicurarsi che il lavoratore esterno sia dotato dei mezzi di sorveglianza dosimetrica individuale adeguati al tipo di prestazione, al loro utilizzo e che il lavoratore fruisca della sorveglianza ambientale eventualmente necessaria;
- curare il rispetto, per quanto di propria competenza, dei principi generali di cui all'articolo 1 e dei limiti di dose di cui all'articolo 146;
- verificare, avvalendosi dell'esperto di radioprotezione, che la classificazione di radioprotezione del lavoratore esterno sia appropriata in relazione alle dosi che il lavoratore può ricevere;
- definire, nell'ambito degli accordi contrattuali con il lavoratore autonomo stesso, il vincolo di dose da adottarsi in relazione alle attività da svolgere.
- cooperare con il lavoratore autonomo stesso all'attuazione delle misure e degli interventi di radioprotezione e di prevenzione dai rischi cui sono esposti i lavoratori, anche al fine di eliminare gli eventuali rischi dovuti alle interferenze tra i lavori delle diverse imprese coinvolte nell'esecuzione dell'attività complessiva;
- integrare il documento di cui all'articolo 26, comma 3, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.

L'art. 113, comma 2, lett. h) del D.Lgs. 101/2020 prevede anche che l'esercente debba *"adottare le misure necessarie affinché, a cura dell'esperto di radioprotezione, le valutazioni di dose vengano registrate sul libretto individuale di radioprotezione per i lavoratori di categoria A e trasmesse al datore di lavoro del lavoratore esterno di categoria B"*; una lettura orientata ai principi della norma induce a ritenere che, nel caso di lavoratori autonomi di categoria B, le valutazioni di dose debbano essere inviate da parte dell'esercente allo stesso lavoratore autonomo.

L'art. 113, comma 2, lett. c) del D.Lgs. 101/2020 prescrive anche che l'esercente debba *"prevedere, nell'ambito degli accordi contrattuali di cui all'articolo 112, comma 1, lettera c) che il lavoratore esterno abbia ricevuto o comunque riceva, oltre all'informazione e alla formazione di cui all'articolo 112, comma 1, lettera e), una formazione specifica in rapporto alle caratteristiche particolari della zona classificata ove la prestazione va effettuata e assicurarsi che tali previsioni siano realizzate"*; è da ritenersi che, anche in questo caso, una lettura orientata ai principi della norma induca a ritenere che anche il lavoratore autonomo, pur al di fuori degli accordi contrattuali di

cui all'articolo 112, comma 1, lettera c) (che riguardano lavoratori subordinati), debba ricevere una formazione specifica in rapporto alle caratteristiche particolari della zona classificata ove la prestazione va effettuata.

La violazione di tali obblighi è punita, ai sensi dell'art. 211, comma 2 del D.Lgs. 101/2020, con l'arresto da tre a sei mesi o con l'ammenda da euro 5.000,00 ad euro 20.000,00.

Qualora, viceversa, il lavoratore autonomo sia classificato come lavoratore non esposto, e svolga di fatto attività diverse da quelle proprie dei lavoratori esposti, ai sensi dell'art. 117, comma 1 del D.Lgs. 101/2020 *“I datori di lavoro e i dirigenti che svolgono e dirigono le attività [ricadenti nell'ambito di applicazione del D.Lgs. 101/2020] e i preposti che vi sovrintendono, [devono rendere] edotti i lavoratori autonomi e, in relazione alle mansioni cui sono addetti, i lavoratori dipendenti da terzi, che svolgono nell'ambito aziendale attività diverse da quelle proprie dei lavoratori esposti, dei rischi specifici da radiazioni esistenti nei luoghi in cui sono chiamati a prestare la loro opera. I medesimi soggetti forniscono ai predetti lavoratori i necessari mezzi di protezione e si assicurano dell'impiego di tali mezzi”*.

La violazione di tale obbligo è punita, ai sensi dell'art. 211, comma 2 del D.Lgs. 101/2020, con l'arresto da tre a sei mesi o con l'ammenda da euro 5.000,00 ad euro 20.000,00.

Il comma 2 dello stesso art. 117 ricorda che *“È vietato adibire i lavoratori di cui al comma 1 ad attività che li espongono al rischio di superare i limiti di dose fissati per gli stessi ai sensi dell'articolo 146”*.

La sanzione prevista, in caso di violazione, è l'arresto da uno a due anni e con l'ammenda da euro 20.000,00 ad euro 90.000,00 (cfr. art. 211, comma 1): trattandosi di ammenda congiunta all'arresto tale reato non è estinguibile con la procedura di cui all'art. 228 del D.Lgs. 101/2020, né è altrimenti oblabile ai sensi dell'art. 162 bis c.p..

Infine, l'art. 115, comma 3 riguarda il caso in cui l'attività aziendale non rientri nel campo di applicazione del D.Lgs. 101/2020 ma il lavoratore autonomo sia chiamato compiere attività alle quali si applicano le disposizioni dello stesso decreto, e prevede che *“I datori di lavoro e i dirigenti che svolgono e dirigono attività alle quali non si applicano le disposizioni del presente decreto e che si avvalgono di [...] lavoratori autonomi per compiere attività alle quali si applicano le disposizioni del presente decreto*

*adottano, coordinandosi con [...] i lavoratori autonomi, le misure necessarie ad assicurare la tutela dei propri lavoratori dai rischi da radiazioni ionizzanti in conformità alle norme del presente Titolo e alle relative disposizioni attuative”.*

La violazione di tale obbligo è punita, ai sensi dell’art. 211, comma 2 del D.Lgs. 101/2020, con l’arresto da tre a sei mesi o con l’ammenda da euro 5.000,00 ad euro 20.000,00.

In conclusione, si può affermare che la nuova normativa in materia di tutela dai rischi da radiazioni ionizzanti dei lavoratori autonomi ponga nuovi oneri a carico di questi ultimi, bilanciati però da sanzioni non proporzionate rispetto al costo degli adempimenti previsti: in caso di mancata ottemperanza all’art. 114 da parte di un lavoratore autonomo, infatti, la violazione può non essere direttamente sanzionabile (comma 2, lett. d), e f) o, se sanzionabile (comma 2, lett. a), b) e c)), il reato può essere estinto con il pagamento di 1/3 di euro 500,00, e quindi euro 166,67. D’altro canto, a fronte di tali oneri, resta da dimostrare che l’attuale quadro normativo assicura, ai fini sostanziali, una migliore tutela rispetto al sistema delineato dalla Circolare n. 5/2001 del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali del 08/01/2001 e, più in generale, rispetto alle prassi consolidate in vigore del D.Lgs. 230/1995.



*“Il seminatore” – Vincent Van Gogh - 1888, - Museo Van Gogh di Amsterdam*



## WHAT'S NEW?



### ACCU-GOLD + TOUCH

Un **Multimetro digitale** compatto con display, per misure di dose, dose rate, forma d'onda, tempi di esposizione, kV, HVL, filtrazione, mA e luminanza, con possibilità di interfaccia **wireless**.

Disponibile nuovo software AG3 che consente sessioni di misura più rapide.

Ampio spettro di rivelatori:

- ✓ **Camere a ionizzazione**
- ✓ **Sensori a stato solido per dose e kV**
- ✓ **Sensore per luminanza**
- ✓ **mAs-metri**
- ✓ **Verifica della calibrazione del DAP e allineamento campo luce/campo raggi.**



### DIAGNOSTIC HEAD PHANTOM



Il fantoccio **CIRS ATOM MAX Dental and Diagnostic Head Phantom** è uno standard di riferimento progettato per il training del personale.

Ideale per verificare ed ottimizzare i parametri di un'apparecchiatura, valutare la performance di un tubo a raggi X, di una radiografia panoramica, CT e CBCT, ma anche utile per la corretta acquisizione delle immagini grazie ai dettagli anatomici

### PELLICOLE GAFCHROMIC

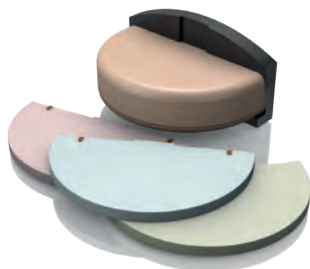
Le pellicole Gafchromic sono pellicole autosviluppanti sensibili alle radiazioni, in cui la variazione di densità ottica è proporzionale alla dose assorbita.

- LD-V1:** per QC e dosimetria in RX
- XR-M3:** per QC in mammografia
- XR-CT3:** per QC in CT



### DBT PHANTOM

**Fantoccio per QC** in mammografia con Tomosintesi, composizione a **moduli** sovrapponibili per rispondere al meglio delle misure indicate nelle linee guida esistenti: **EUREF, AAPM, TG245, IEC.**



### iTA\_QA Mammo

**iTA\_QA Mammo** permette l'analisi automatica delle immagini del fantoccio DBT QC phantom: analizza singole immagini 2D e 3D, è in grado di importare dataset di immagini.

In sviluppo nuovi moduli per QC in CT e RX.

## SCOPRI DI PIÙ

[www.tecnologieavanzate.com](http://www.tecnologieavanzate.com)  
[info@tecnologieavanzate.com](mailto:info@tecnologieavanzate.com)  
tel: +39 011 660 0101

# UTILITA' - COMUNICAZIONI DI EVENTI INCIDENTALI

A cura di Cristina GHIGNONE

*Esperto di Radioprotezione*

Si ritiene utile segnalare nel seguito alcune recenti notizie, consultabili sul sito IAEA, di incidenti occorsi negli ultimi mesi in ambito industriale e sanitario, che hanno fatto emergere anomalie e malfunzionamenti nelle procedure di radioprotezione e, in alcuni casi, hanno comportato il superamento dei limiti di dose efficace e/o equivalente per i lavoratori coinvolti.



Nomellini Plinio – “Incidente in fabbrica”

Ricordiamo che l'archivio online dei rapporti di valutazione INES è ospitato e amministrato da IAEA nella sezione “news”, ma i rapporti stessi sono archiviati e aggiornati dai paesi che utilizzano il sistema INES per la segnalazione degli eventi e che pertanto sono responsabili di tutti i contenuti correlati.

## **Sovraesposizione di un tirocinante in attività gammagrafica**

In data 7 Dicembre 2023 è stata pubblicata la notizia di un incidente occorso a un tirocinante in radiologia industriale, che ha ricevuto una dose di 0,075 Sv al corpo intero e 0,258 Sv alle estremità, a causa di una sorgente di Ir-192 da 2,33 TBq (63 Ci) che si è sganciata. Questa dose è stata valutata a partire dall'analisi dell'evento, poiché il tirocinante non ha indossato il dosimetrico individuale a film. Il tirocinante ha raccontato di aver collegato la sorgente senza la supervisione del suo responsabile ed di aver iniziato l'attività gammagrafica senza attivare l'allarme acustico del suo monitor a lettura diretta. Dopo il primo scatto ha riavvolto il cavo di trasmissione senza assicurarsi che la sorgente fosse rientrata nell'apparecchiatura e, avvicinandosi al tubo oggetto di radiografia, ha sostituito la pellicola e spostato il flessibile per la successiva esposizione, posizionando la mano a circa quattro pollici dal punto in cui si trovava la sorgente. Tornato alla manovella ha riazionato il cavo di trasmissione per portare la sorgente fino all'estremità del flessibile e si è allontanato dalla posizione di comando durante il tempo di ripresa. Ha ripetuto l'operazione 3 volte poi al termine dell'attività, mentre stava scollegando il flessibile dall'apparecchiatura gammagrafica, ha notato che l'indicatore sull'apparecchiatura mostrava che la sorgente non era rientrata. A questo punto ha

controllato il suo monitor personale e lo ha trovato fuori scala. Ha riferito l'evento al suo responsabile. L'esperto di radioprotezione e un assistente sono arrivati per riportare la sorgente in condizioni di sicurezza, ricollegando il connettore del portasorgente e il cavo di trasmissione. Il tirocinante non presentava alcun sintomo di esposizione alle radiazioni, il che è stato confermato dalle successive analisi del sangue e delle mani, effettuate settimanalmente per un mese dopo l'evento. La causa dell'incidente è stata la scorretta connessione del portasorgente con il cavo di trasmissione, aggravata dal mancato corretto utilizzo del monitor a lettura diretta, cui era stato silenziato l'avvisatore acustico oltre al fatto che il responsabile non stava supervisionando il tirocinante. Il datore di lavoro ha riferito di aver effettuato un aggiornamento della formazione di tutti i radiologi e di aver sospeso i due operatori coinvolti in questo incidente; ha inoltre riferito che avrebbe aumentato la frequenza dei propri audit.

**United States of America, Odessa, TX / Pro Inspection Inc. - data evento: 26 Settembre 2023 - INES Rating: 2 – INCIDENTE**

---

### **Sovresposizione di un operatore in attività radiografica industriale**

In data 8 Novembre 2023 è stata pubblicata la notizia che un dipendente di un'azienda, addetto ai controlli radiografici industriali, dopo aver effettuato alcune radiografie e ulteriori lavori in bunker, si è reso conto, al termine dell'attività, che l'apparecchio a raggi X poteva essere ancora in funzione durante la sua permanenza in bunker. La valutazione immediata del dosimetro individuale ha fornito per settembre 2023 un valore di 71,5 mSv; le letture dosimetriche dei mesi precedenti hanno sempre indicato valori di dose pari a 0 mSv per l'operatore. Le verifiche tecniche effettuate sull'apparecchiatura a raggi X hanno stabilito che l'attrezzatura non presentava problemi, pertanto si presume che non si sia trattato di un malfunzionamento del dispositivo, ma potenzialmente di un errore umano. Sono in corso ulteriori indagini.

**Germany, Machine Factory, Baden-Württemberg - data evento: 24 Settembre 2023  
INES Rating: 2 - INCIDENTE**

---

### **Contaminazione di un tecnico e della sala relax di un reparto di medicina nucleare**

Il 26 luglio 2022, il centro di radiologia SCINTIGARD di Nîmes ha notificato all'Autorità Sanitaria Nazionale un incidente riguardante la contaminazione di un tecnico di radiologia durante la preparazione di un esame scintigrafico e la diffusione della contaminazione nella sala relax del personale del centro.

In data 21 luglio 2022 il tecnico di radiologia incaricato della preparazione delle siringhe contenenti i radiofarmaci si trovava nella sala ristoro quando si è attivato l'allarme del dosimetro a lettura diretta indossato sotto il grembiule di piombo. Verifiche successive hanno confermato la contaminazione della pelle di uno degli avambracci della persona. Il radiologo è stato immediatamente sottoposto a decontaminazione. I controlli effettuati dall'esperto di radioprotezione del centro hanno rilevato un basso livello di contaminazione nella camera calda e sul tavolo della sala ristoro, che sono stati sottoposti a decontaminazione superficiale.

L'evento è derivato dal mancato rispetto di alcune procedure interne, tra cui:

- utilizzo della cappa di manipolazione senza installazione dei guanti che sigillano la cella;
- mancato controllo della contaminazione all'uscita dalla zona a rischio di contaminazione;
- ripartizione non ottimale dei compiti dei tecnici di radiologia durante il periodo di ferie.

I primi risultati dosimetrici trasmessi sembravano indicare che le conseguenze dosimetriche di questo evento per il lavoratore sarebbero state limitate, poiché le dosi ricevute si sarebbero mantenute al di sotto dei valori massimi fissati dalla normativa. Sulla base di questi fattori, l'ASN ha provvisoriamente valutato questo evento di livello 1 sulla scala INES e ha pubblicato un avviso di incidente il 12 agosto 2022. L'analisi degli esami radiotossicologici delle urine del radiologo ha evidenziato una contaminazione interna entro i limiti di legge. Tuttavia, sulla base di analisi complementari condotte la dose equivalente alla pelle dal lavoratore è stata stimata a più di 4 volte il limite di 500 mSv/anno. Poiché il limite di esposizione della pelle è stato superato in un unico evento, l'ASN ha elevato questo evento al livello 2 della scala INES.

Il centro ha inviato all'ASN una relazione sull'incidente con la proposta di azioni correttive. Queste azioni sono state analizzate e poi discusse durante un'ispezione in loco il 6 aprile 2023. Non hanno sollevato osservazioni da parte dell'ASN, ma il centro è stato comunque informato che dovrà verificare l'efficacia a medio e lungo termine delle azioni correttive proposte.

**France, SCINTIGARD radiology centre (Nîmes) - data evento: 21 Luglio 2022**

**INES Rating: 2 - INCIDENTE**

---

## **Contaminazione accidentale durante lo scarico di un collo di I-131**

In data 14 Gennaio 2022 è stata pubblicata la notizia che durante lo scarico di un collo contenente una sorgente radioattiva di I-131 (4,07 TBq), è stata rilevata una contaminazione, mediante smear-test, all'interno del collo, stimata pari a circa 200 Bq/cm<sup>2</sup>. Quattro operatori sono risultati contaminati (mani e indumenti protettivi personali); inoltre sono risultati contaminati il carrello elevatore, il pavimento del laboratorio, la pellicola sul pavimento e il corridoio. Le dosi efficaci stimate per le quattro persone coinvolte erano comprese tra 1,01 mSv e 6,08 mSv. Le aree contaminate sono state temporaneamente chiuse e decontaminate con successo.

**Poland, Radioisotope Centre POLATOM, Otwock-Świerk - data evento: 24 Marzo 2023 - INES Rating: 1 - ANOMALIA**

---

## **Sovraesposizione di un tecnico di medicina nucleare**

In data 21 Febbraio 2023 è stata comunicata la notizia che un tecnico di medicina nucleare del Vista Medical Center East di Waukegan, IL (USA) ha ricevuto una dose al corpo intero di circa 0,113 Sv nel terzo trimestre del 2022. Gli ultimi sette anni di dosimetria per questo dipendente hanno mostrato costantemente valori di dose efficace vicini al 10% dei limiti annuali e le mansioni lavorative del dipendente non sono cambiate durante il periodo in oggetto. In data 9 gennaio 2023 gli enti di vigilanza hanno condotto un'ispezione volta ad approfondire quanto dichiarato: nessuna ulteriore informazione a sostegno delle affermazioni del datore di lavoro, secondo cui l'esposizione non era valida, è stata ottenuta durante l'ispezione o attraverso documentazione aggiuntiva fornita agli enti di vigilanza. Il laboratorio dosimetrico ha dichiarato che il dosimetro individuale era stato esposto a radiazioni angolari, schermate o collimate; una successiva analisi ha supportato il rapporto sull'esposizione. Il datore di lavoro è stato citato per non aver segnalato tempestivamente il fatto, per non aver fatto rispettare il limite di dose efficace annua (che in USA ricordiamo essere pari a 0,05 Sv), per non aver allontanato il dipendente dal rischio radiologico a seguito della sovraesposizione e per non aver avviato un'indagine tempestiva da parte dell'esperto di radioprotezione.

**United States of America, Waukegan, IL / Vista Medical Center East  
data evento: 30 Settembre 2022 - INES Rating: 2 – INCIDENTE**



# SCEGLI UN PARTNER AFFIDABILE PER LA CARATTERIZZAZIONE RADIOLOGICA DI RESIDUI NORM



Servizi per  
le Aziende srl

Radioprotezione  
Fisica Sanitaria  
Dosimetria

[info@lbservizi.it](mailto:info@lbservizi.it)

[www.lbservizi.it](http://www.lbservizi.it)

06 879 302 60



# UTILITA' - PUBBLICAZIONI

A cura di Cristina Elena GHIGNONE

*Esperto di Radioprotezione*

A seguire si riportano le più recenti pubblicazioni scientifiche e guide tecniche che possono essere di interesse per l'attività dell'Esperto di radioprotezione.

Le fonti di informazione consultate e da cui sono tratti gli abstract sono le seguenti:

(\*) IAEA - International Atomic Energy Agency - Vienna International Centre, PO Box 100

[www.iaea.org](http://www.iaea.org)

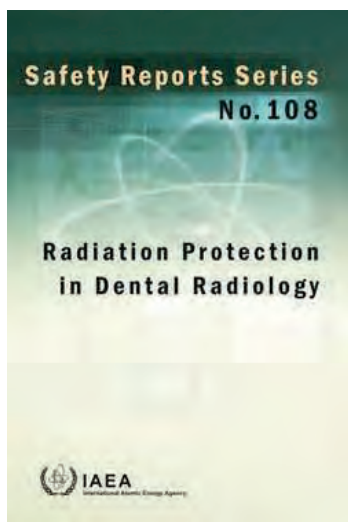
(\*\*) ISIN – Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione

Via Capitan Bavastro, 116 – 00154 Roma - [www.isinucleare.it](http://www.isinucleare.it)

---

## **Radioprotezione in radiologia dentale (\*)**

**IAEA Safety Reports Series No. 108**



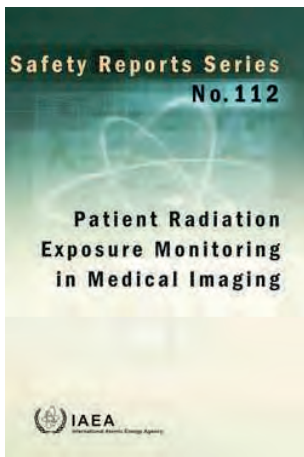
Questo rapporto sulla sicurezza fornisce indicazioni su come soddisfare i requisiti di radioprotezione e sicurezza nell'uso delle radiazioni ionizzanti in odontoiatria stabiliti nella serie di standard di sicurezza IAEA n. GSR Parte 3 "Protezione dalle radiazioni e sicurezza delle sorgenti di radiazioni: standard di sicurezza fondamentali internazionali". Comprende linee guida per la giustificazione e l'adeguatezza dell'esposizione medica e l'ottimizzazione della radioprotezione e della sicurezza per pazienti, operatori sanitari e personale odontoiatrico, con dettagli sulle valutazioni per i bambini e le donne in stato di gravidanza. Vengono inoltre discussi la garanzia della qualità, la dosimetria e il funzionamento delle apparecchiature radiologiche dentali.

Il documento è consultabile al seguente link:

<https://www.iaea.org/publications/14720/radiation-protection-in-dental-radiology>

---

## Monitoraggio dell'esposizione del paziente alle radiazioni nell'imaging medico (\*) IAEA Safety Reports Series No. 112



Scritta per assistere l'implementazione nella pratica dell'imaging medico dei requisiti della serie di standard di sicurezza dell'IAEA n. GSR Parte 3 "Protezione dalle radiazioni e sicurezza delle sorgenti di radiazioni: standard di sicurezza fondamentali internazionali", questa pubblicazione fornisce informazioni consolidate e consigli dettagliati per l'impostazione e l'implementazione di programmi di monitoraggio dell'esposizione alle radiazioni a livello locale o nazionale. Nell'imaging medico che utilizza radiazioni ionizzanti, compresa la radiologia diagnostica a raggi X, la medicina nucleare diagnostica e le procedure interventistiche guidate da immagini, la radioprotezione dei pazienti si ottiene selezionando la procedura di imaging più appropriata per le esi-

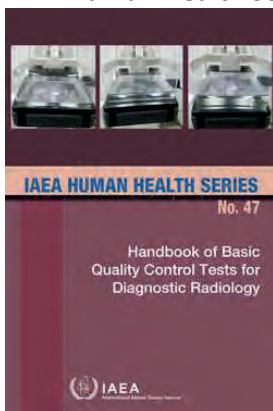
genze individuali del paziente e mantenendo l'esposizione al minimo necessario per raggiungere l'obiettivo diagnostico e interventistico. Questo rapporto sulla sicurezza fornisce indicazioni sulla registrazione, raccolta e analisi dei dati rilevanti sull'esposizione dei pazienti utilizzando mezzi manuali o automatici. Lo scopo della pubblicazione è quello di incoraggiare l'uso e lo sviluppo futuri di sistemi digitali automatici per migliorare l'accesso alle informazioni sull'esposizione dei pazienti alle radiazioni e contribuire così a una migliore attuazione dei requisiti di radioprotezione dei pazienti in tutto il mondo.

Il documento è consultabile al seguente link:

<https://www.iaea.org/publications/14971/patient-radiation-exposure-monitoring-in-medical-imaging>

---

## Manuale dei test di controllo qualità per la radiologia diagnostica (\*) IAEA Human Health Series No. 47



La tecnologia delle apparecchiature radiologiche mediche si è evoluta in modo esponenziale negli ultimi decenni, passando dalla radiologia analogica a quella digitale, dalla tomografia computerizzata a strato singolo alla tomografia computerizzata a multidetettore o dalla fluoroscopia a sistemi angiografici complessi. Ciò, tuttavia, comporta un maggior rischio di esposizione alle radiazioni per i pazienti e il personale: è quindi fondamentale che tutte le apparecchiature a raggi X siano controllate in termini di prestazioni. Il controllo di qualità (QC) rappresenta il livello base della gestione della sicurezza e della qualità in radiologia diagnostica. Questa pubblicazione racco-

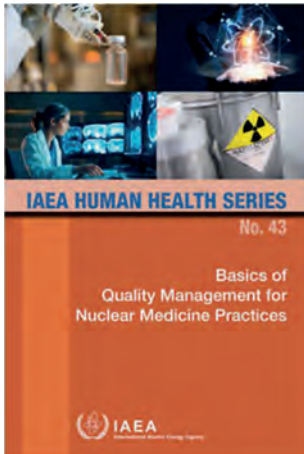
glie tutti i test QC esistenti in letteratura per tutte le modalità radiologiche. Per facilitare l'utilizzo di questo manuale sono stati sviluppati fogli di calcolo e video tutorial che aiutano nell'esecuzione dei test.

Il documento è consultabile al seguente link:

<https://www.iaea.org/publications/14890/handbook-of-basic-quality-control-tests-for-diagnostic-radiology>

---

### **Nozioni di base sulla gestione della qualità per le pratiche di medicina nucleare (\*)** **IAEA Human Health Series No. 43**



Un servizio sanitario di qualità, come definito dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, "è quello che organizza le risorse nel modo più efficace per soddisfare i bisogni sanitari dei più bisognosi, per la prevenzione e la cura, in modo sicuro, senza sprechi e rispettando requisiti di livello superiore". L'obiettivo di questa pubblicazione è fornire un quadro per i sistemi di gestione della qualità (SGQ) da implementare, gestire e sostenere in modo olistico nei dipartimenti di medicina nucleare. Si basa sul programma QUANUM dell'AIEA, che è stato implementato con successo in più di 80 paesi in tutto il mondo.

Il documento è consultabile al seguente link:

<https://www.iaea.org/publications/14917/basics-of-quality-management-for-nuclear-medicine-practices>

---

### **L'informazione alla popolazione per gli scenari previsti dal Piano nazionale per la gestione delle emergenze radiologiche e nucleari (\*\*)**

#### ***A cura del Dipartimento della Protezione Civile***

*Realizzato in collaborazione con il Comitato per l'informazione alla popolazione sulla sicurezza relativa alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti previsto dal comma 1 dell'articolo 197, del Decreto legislativo 31 luglio 2020, n.101*



Questo Documento Tecnico raccoglie i contenuti utili da fornire alla popolazione in riferimento a quanto previsto dal "Piano nazionale per la gestione delle emergenze radiologiche e nucleari". È stato predisposto ai sensi dell'art. 197 (comma 1) del Decreto legislativo 101/2020, che recepisce la Direttiva comunitaria 2013/59/EURATOM in materia di protezione dalle radiazioni ionizzanti, in conformità alle indicazioni contenute nell'allegato XXXIV dello stesso Decreto legislativo. [...] Il documento raccoglie i contenuti tecnico-scientifici sul rischio ra-

diologico e nucleare utili per le Autorità, i soccorritori e la popolazione potenzialmente esposta.

[...] a completamento del Documento Tecnico, viene inserita un'Appendice che concerne la gestione dei "Rapporti con i media", tematica emersa durante gli incontri del Comitato. È stata inoltre elaborata la Sintesi divulgativa "Rischio radiologico e nucleare: cosa sapere e cosa fare" che ha come obiettivo quello di semplificare quanto riportato nel Documento Tecnico e di agevolare la comprensione dei concetti riportati. La Sintesi è rivolta a un pubblico più ampio mentre il Documento Tecnico è rivolto a coloro i quali hanno esigenza di approfondire gli argomenti relativi al rischio radiologico e nucleare (quali Autorità, soccorritori, operatori dell'informazione).

Il documento è consultabile al seguente link:

[https://www.isinucleare.it/sites/default/files/contenuto\\_redazione\\_isin/doc-tecnico.pdf](https://www.isinucleare.it/sites/default/files/contenuto_redazione_isin/doc-tecnico.pdf)

---

### **Inventario nazionale dei rifiuti radioattivi aggiornato al 31 dicembre 2022 (\*\*)**

***A cura del Servizio Gestione rifiuti radioattivi, spedizione e trasporti materiali radioattivi - Responsabile: Mario Dionisi***



A quanto ammontano i rifiuti radioattivi in Italia? Dove si trova la quantità maggiore? E in termini di attività totale, quale la distribuzione sul territorio nazionale?

A queste e molte altre domande risponde l'Inventario nazionale dei rifiuti radioattivi dell'ISIN, contenente i dati aggiornati al 31 dicembre 2022. Un appuntamento annuale che offre una fotografia della situazione nazionale in merito a rifiuti radioattivi, combustibile nucleare irraggiato e sorgenti radioattive dismesse. Il documento viene predisposto sulla base delle informazioni che, annualmente, i diversi operatori, ai quali compete la responsabilità primaria della detenzione e gestione in sicurezza dei rifiuti stessi, trasmettono all'Ispettorato.

Questo è il primo rapporto che utilizza i dati trasmessi all'ISIN, ai sensi dell'art. 60 del D.Lgs. n. 101/2020, attraverso il Sistema Tracciabilità Rifiuti Materiali e Sorgenti (STRIMS), divenuto pienamente operativo dal febbraio 2022.

Il documento è consultabile al seguente link:

[https://www.isinucleare.it/sites/default/files/contenuto\\_redazione\\_isin/inventario\\_2023pdf\\_1.pdf](https://www.isinucleare.it/sites/default/files/contenuto_redazione_isin/inventario_2023pdf_1.pdf)

## Reti nazionali di monitoraggio della radioattività ambientale (\*\*)

**ISIN, Rapporti 10/2023**

ISBN: 978-88-946033-1-6



I sistemi di sorveglianza della radioattività ambientale hanno un ruolo centrale per la tutela della popolazione e dell'ambiente dall'esposizione a radiazioni ionizzanti di origine artificiale.

Costituiti dalle reti nazionali, tali sistemi sono efficienti ed affidabili, perché in grado di segnalare tempestivamente eventi anomali sul territorio nazionale e di rilevare possibili situazioni di emergenza derivanti da incidenti nucleari transfrontalieri o eventi infausti.

Il report ISIN "Reti nazionali di monitoraggio della radioattività ambientale" riporta i rilevamenti radiometrici relativi al 2021 della rete RESORAD e della rete GAMMA di ISIN, integrati con i dati prodotti dalle centraline automatiche delle Agenzie Regionali.

Il documento è consultabile al seguente link:

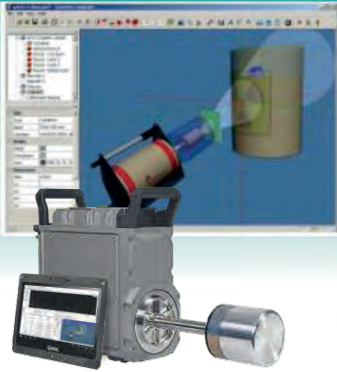
[https://www.isinucleare.it/sites/default/files/contenuto\\_redazione\\_isin/rapporto\\_reti\\_2023\\_dati\\_2021.pdf](https://www.isinucleare.it/sites/default/files/contenuto_redazione_isin/rapporto_reti_2023_dati_2021.pdf)



**TNE Technology Nuclear Electronics S.r.l.**  
Via Leonardo da Vinci 11, 20051 Cassina de' Pecchi (MI)  
Tel. +39 0295 299309

[www.tnenuclear.com](http://www.tnenuclear.com) - [tne@tnenuclear.com](mailto:tne@tnenuclear.com)

## SPETTROMETRIA



## FISICA SANITARIA



## SISTEMI SPECIALI



# Technology Nuclear Electronics

LA TUA SOLUZIONE NEL NUCLEARE

## MONITORAGGIO AMBIENTALE



## MEDICINA NUCLEARE



## MONITORAGGIO VEICOLI



Le nostre Rappresentate



**MIRION**  
TECHNOLOGIES



**W-IE-NE-R**  
A Phoenix Mecano Company



# MISURA DELLA CONCENTRAZIONE IN ARIA DEI PRODOTTI DI DECADIMENTO DELLE CATENE NATURALI MEDIANTE CONTEGGIO ALFA SU FILTRI

di **Loretta FERRERO**

*Esperto di Radioprotezione - III grado - Responsabile Centro di Radioprotezione Deposito Avogadro SpA*

Nel presente articolo verrà illustrato un metodo ottimizzato che consente di effettuare una buona stima della concentrazione in aria dei prodotti di decadimento delle catene naturali dell'U-238 e del Th-232, a partire da misure alfa su campioni di particolato raccolti su filtro.

La metodica è di semplice attuazione ed è di estrema utilità quando occorre procedere ad una valutazione di dose dovuta all'inalazione di NORM in situazioni operative in cui non è a priori possibile assumere per vero il raggiungimento del fattore di equilibrio tra i radionuclidi, come ad esempio nel ciclo di produzione di materiali abrasivi nella cui miscela sono impiegate anche sabbie zirconfere.

La valutazione della dose efficace ricevuta dagli addetti deve necessariamente considerare, oltre all'irraggiamento esterno, il contributo dovuto all'inalazione nelle fasi di manipolazione delle materie prime con NORM.

A tale fine, i risultati relativi alle concentrazioni in aria dei prodotti di decadimento non gassosi delle catene naturali sono complementari alla determinazione delle concentrazioni del Radon e del Toron, che possono essere ottenute direttamente con rivelatori dedicati.

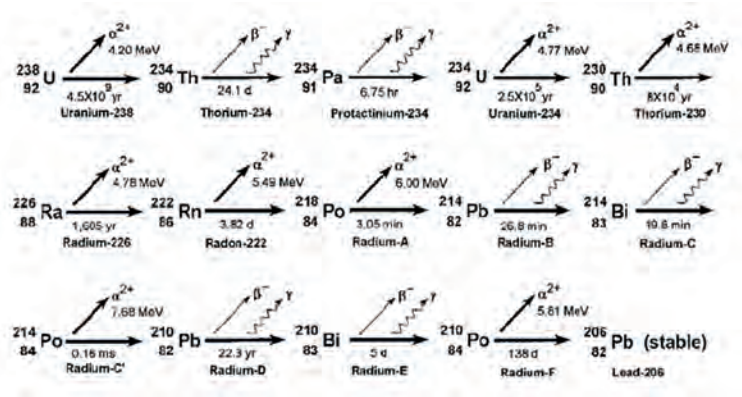
La tecnica è stata elaborata da A. Khan, come derivazione del metodo di Tsvoglou (pubblicazione Health Physics vol. 42 – giugno 1982); la strategia di campionamento e le basi teoriche sono brevemente descritte nel seguito.

Il metodo prevede di raccogliere su filtro il particolato aerodisperso, con un campionatore ad alta portata, e successivamente misurare più volte il filtro con una catena alfa dopo predeterminati tempi di attesa dal termine dell'aspirazione e per specifici intervalli di conteggio.



Foto 1 – Produzione di abrasivi – Fase di carico manuale della tramoggia con i sacchi di materiale contenente NORM

Una volta ottenuti i conteggi alfa, applicando le semplici equazioni fornite dagli autori dello studio, è possibile ricavare le concentrazioni volumetriche di alcuni elementi delle catene dell'Uranio 238 e del Torio 232; nella citata pubblicazione i radionuclidi sono indicati con le nomenclature storiche di RaA (Po-218), RaB (Pb-214), RaC (Bi-214), ThA (Pb-212), ThC (Bi-212) e le formule forniscono i valori di concentrazione in pCi/l.



Schema di decadimento catena U-238 con nomenclatura storica

Le equazioni, riportate per comodità più avanti nel testo all'eq. 5, contengono coefficienti numerici ricavati dagli autori per via analitica e sperimentale e si fondano sulle correlazioni fisiche tra i radionuclidi della progenie, considerano le specifiche costanti  $\lambda$ , e tengono conto dei risultati delle prove di ottimizzazione e validazione del metodo.

Dal punto di vista teorico, si assume che durante il tempo di campionamento del particolato la concentrazione media in aria dei cinque radionuclidi elencati in precedenza, rispettivamente  $\bar{C}_1, \dots, \bar{C}_5$ , possa variare seguendo una distribuzione normale.

Al termine di un campionamento di durata T (min) con un flusso medio  $\bar{V}$  (l/min), il numero medio di atomi di ciascun nuclide raccolti sul filtro, può essere espresso come:

$$\bar{N}_i = \sum_{j=1}^5 a_{ij} \bar{V} \bar{C}_j \quad \text{per } i = 1,2,3,4,5 \quad (\text{eq. 1})$$

Stabilendo il tempo di campionamento in modo ottimizzato, per tenere conto delle correlazioni e delle costanti di decadimento, è possibile realizzare la condizione in cui il coefficiente  $a_{ij}$  è pari a  $a_{ij} = 0$  per  $j > i$  e  $i = 4,5$  con  $j = 1,2,3$  ovvero

$$\begin{pmatrix} \bar{N}_1 \\ \bar{N}_2 \\ \bar{N}_3 \\ \bar{N}_4 \\ \bar{N}_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & 0 & 0 & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & a_{54} & a_{55} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \bar{V} \\ \bar{C}_1 \\ \bar{V} \\ \bar{C}_2 \\ \bar{V} \\ \bar{C}_3 \\ \bar{V} \\ \bar{C}_4 \\ \bar{V} \\ \bar{C}_5 \end{pmatrix}$$

Il numero medio di disintegrazioni alfa dovuto al contributo dei cinque radionuclidi, in un primo intervallo di misura ( $t_1, t_2$ ) dopo il termine del campionamento, può essere analiticamente espresso come in eq. 2:

$$\begin{aligned} \bar{I}(t_1, t_2) = & \left[ \bar{N}_1 + \frac{\lambda_2 \lambda_3 \bar{N}_1}{(\lambda_3 - \lambda_1)(\lambda_2 - \lambda_1)} \right] (e^{-\lambda_1 t_1} - e^{-\lambda_1 t_2}) + \left[ \frac{\lambda_1 \lambda_3 \bar{N}_1}{(\lambda_1 - \lambda_2)(\lambda_3 - \lambda_2)} + \right. \\ & \left. \frac{\lambda_3 \bar{N}_2}{(\lambda_3 - \lambda_2)} \right] (e^{-\lambda_2 t_1} - e^{-\lambda_2 t_2}) + \left[ \frac{\lambda_1 \lambda_2 \bar{N}_1}{(\lambda_1 - \lambda_3)(\lambda_2 - \lambda_3)} + \frac{\lambda_2 \bar{N}_2}{(\lambda_2 - \lambda_3)} + \bar{N}_3 \right] (e^{-\lambda_3 t_1} - e^{-\lambda_3 t_2}) + \\ & \frac{\lambda_5 \bar{N}_4}{(\lambda_5 - \lambda_4)} (e^{-\lambda_4 t_1} - e^{-\lambda_4 t_2}) + \left[ \frac{\lambda_4 \bar{N}_4}{(\lambda_4 - \lambda_5)} + \bar{N}_5 \right] (e^{-\lambda_5 t_1} - \\ & e^{-\lambda_5 t_2}) \end{aligned} \quad (eq. 2)$$

Analoghe relazioni possono essere ricavate per altri intervalli indipendenti di misura; indicando con  $I_{1...5}$  i conteggi alfa attesi in cinque intervalli di conteggio prestabiliti ( $t_1, t_2$ ), ( $t_3, t_4$ )...( $t_9, t_{10}$ ), si può definire genericamente il numero medio di disintegrazioni:

$$\bar{I}_k = \sum_{i=1}^5 b_{k,i} \bar{N}_i \quad (eq. 3)$$

Ricordando l'eq. 1 si ricava la relazione che lega i conteggi alfa ottenuti in selezionati intervalli di misura alla concentrazione dell' $i$ -esimo radionuclide:

$$\bar{V} \bar{C}_j = \sum_{i=1}^5 e_{j,k} \bar{I}_k \quad (eq. 4)$$

Gli autori hanno analizzato i risultati di svariate misure su filtri raccolti con differenti portate di campionamento, ottenute in combinazioni ottimizzate di tempi di attesa e di conteggio, ed hanno ricavato i valori numerici dei coefficienti, che sono quindi utilizzabili nella pratica operativa a patto di operare in condizioni sovrapponibili a quelle da loro utilizzate.

Il suggerimento bibliografico per i rilievi è di campionare l'aria sul filtro per 10 minuti (ST) ad una portata non inferiore a 5 l/min e adottare per le misure del filtro i seguenti intervalli di conteggio:

ST 10 min: (2,4), (5,20), (30,60), (140,200), (275,325)

Per poter utilizzare i risultati dello studio (eq. 5) occorre quindi aspirare l'aria ad alta portata (> 5 l/min) per 10 minuti e sottoporre il filtro a conteggio alfa come riassunto nella tabella 1 seguente.

Intervallo di misura (min)	Tempo da fine campionamento (min)	Durata conteggio (min)	Conteggi totali ottenuti	$I_k$
2, 4	2	2	Cont <sub>1</sub>	$I_1 = \varepsilon^{-1} \times [\text{Cont}_1 - 2 \times \text{cpm}_{\text{fondo}}]$
5,20	5	15	Cont <sub>2</sub>	$I_2 = \varepsilon^{-1} \times [\text{Cont}_2 - 15 \times \text{cpm}_{\text{fondo}}]$
30,60	30	30	Cont <sub>3</sub>	$I_3 = \varepsilon^{-1} \times [\text{Cont}_3 - 30 \times \text{cpm}_{\text{fondo}}]$
140,200	140	60	Cont <sub>4</sub>	$I_4 = \varepsilon^{-1} \times [\text{Cont}_4 - 60 \times \text{cpm}_{\text{fondo}}]$
275,325	275	50	Cont <sub>5</sub>	$I_5 = \varepsilon^{-1} \times [\text{Cont}_5 - 50 \times \text{cpm}_{\text{fondo}}]$

Tabella 1

dove per ricavare correttamente ( $I_1 \dots I_5$ ) dai conteggi lordi (Cont<sub>1</sub>...Cont<sub>5</sub>) occorre sottrarre il fondo strumentale ( $\text{cpm}_{\text{fondo}}$ ) nel tempo di misura e considerare l'efficienza assoluta  $\varepsilon$  della catena alfa utilizzata; le concentrazioni dei radionuclidi alfa emettitori delle catene di decadimento dell'U-238 e Th-232 (esprese in pCi/l) possono essere infine ricavate utilizzando le seguenti equazioni fornite dagli autori:

$$Po - 218 \quad C_1 V = 0,15894 I_1 - 0,03712 I_2 + 0,01205 I_3 - 0,00563 I_4 + 0,00465 I_5$$

$$Pb - 214 \quad C_2 V = -0,00988 I_1 - 0,00313 I_2 + 0,00783 I_3 - 0,01158 I_4 + 0,01158 I_5$$

$$Bi - 214 \quad C_3 V = -0,00898 I_1 + 0,00864 I_2 - 0,00206 I_3 - 0,00875 I_4 + 0,01062 I_5$$

$$Pb - 212 \quad C_4 V = 0,00011 I_1 - 0,00008 I_2 + 0,00011 I_3 - 0,00046 I_4 + 0,00171 I_5$$

$$Bi - 212 \quad C_5 V = -0,00311 I_1 + 0,00233 I_2 - 0,00298 I_3 + 0,01136 I_4 - 0,01281 I_5$$

Il metodo è di semplice applicazione e non pone importanti difficoltà operative, fatta salva la necessità di utilizzare un sistema di aspirazione di portata nota e costante, filtri con un adeguato fattore di trattenimento, aver precedentemente determinato il fondo strumentale (misura di un filtro bianco) e l'efficienza del sistema di conteggio alfa.

Occorre inoltre sottolineare che il set up per le misure alfa deve essere necessariamente allestito in campo in quanto, come già indicato in precedenza, per poter applicare le relazioni dell'eq. 5 è necessario ottenere i conteggi relativi alla sequenza di misure della tabella 1, che hanno inizio a soli due minuti dal termine dell'aspirazione.

La valutazione dell'incertezza associata alle determinazioni può essere ricavata considerando la propagazione dell'errore dovuto alle determinazioni dei valori di  $I_1 \dots I_5$ .

---



*Vincent van Gogh, "Donne che lavorano nella miniera", 1882.*



## **ANPEQ. Le novità sull'RC Professionale.**

Anche quest'anno ANPEQ ha deciso di rinnovare la polizza RC Professionale per tutti i soci, con un'importante novità.

La gestione e il supporto della polizza saranno affidati, come di consueto, a Giacomo Lalli, ma con il valore aggiunto della collaborazione con De Besi Di Giacomo S.p.A., realtà consolidata nel panorama italiano ed internazionale con i suoi 65 anni di esperienza e quattro sedi distribuite sul territorio nazionale, in grado di offrire soluzioni assicurative che tutelano gli interessi dei clienti garantendo competitività, eccellenza del servizio, chiarezza, trasparenza e protezione su misura.



# FIDEJUSSIONI PER SORGENTI. FACCIAMO UN PUNTO A TRE ANNI DALL'ENTRATA IN VIGORE DEL 101.

di Giacomo LALLI

*Risk Manager e account*

Trascorsi ormai più di due anni e mezzo dalla corsa alle fidejussioni ex-art.62 occorre forse fare un breve punto della situazione sull'attuazione degli aspetti operativi norma.

La preoccupazione di molti esercenti relativa all'abrogazione del Decreto Legislativo 52/2007 e in particolare dell'art.3 aveva trovato fortunatamente un impianto proposto dall'art. 62 che ricalcava fedelmente quello della norma abrogata.

Nella fattispecie l'art 3 del Decreto Legislativo 52/07 prevedeva in primis che il nulla osta da richiedere contenesse la seguente documentazione:

- 1) Garantire che la sorgente sia stata prodotta secondo le normative vigenti
- 2) Assicurare la conformità delle caratteristiche tecniche e delle prove di tenuta
- 3) Garantire la gestione e il controllo della sorgente
- 4) Adottare le misure per la gestione in sicurezza della fonte fino al termine della sua utilizzazione

In particolare, oggetto della fidejussione era il 4 punto dell'elenco precedente ovvero veniva posto il caso che il detentore della sorgente dovesse far fronte della corretta gestione della medesima anche in caso di insolvenza o di cessazione dell'attività.

Per far fronte a queste possibilità il richiedente il nulla osta poteva risolvere la situazione in 3 modalità ben distinte: la prima era fornire garanzia finanziaria (sia essa bancaria o assicurativa) che coprisse le spese in caso di insolvenza/cessazione, la seconda era la possibilità per il richiedente di un accordo (in forma scritta) con il fabbricante della sorgente non più utilizzata, la terza era la stipula di un accordo (sempre in forma scritta) con l'Operatore nazionale.

Tale accordo doveva prevedere non solo il trasferimento della proprietà dal richiedente all'Operatore Nazionale ma anche il trasferimento dei fondi necessari al condizionamento, allo stoccaggio e allo smaltimento finale.

Tali fondi costituivano quindi la base della transizione sia nel caso di accordo che nel caso di emissione di garanzia finanziaria.

Il primo ostacolo quindi sia nella stipula di un accordo con l'Operatore sia nel calcolo della Garanzia finanziaria consisteva nell'essere certi del costo da sostenere nel caso di insolvenza e/o cessazione dell'attività.

Il calcolo semplice ma non banale da fare era quindi:

FONDI NECESSARI = COSTO CONDIZIONAMENTO + COSTO STOCCAGGIO (anche a lungo termine) + COSTO SMALTIMENTO.

Nel caso poi in cui il richiedente risolvesse la problematica attraverso la richiesta di una Garanzia finanziaria, il legislatore prevedeva di porre delle limitazioni ai soggetti che potevano sottoscriverla ovvero il fidejussore doveva essere iscritto all'elenco di cui al Decreto Legislativo 385/1993 e che tale società fosse sottoposta ai controlli contabili come previsto dall'art.161 del Decreto Legislativo 58/1998.

L'articolo 62 del Decreto Legislativo 101/2020 riproponeva, come già detto all'inizio il medesimo impianto ovvero:

le stesse garanzie iniziali sulla sorgente oggetto del nulla osta ovvero:

*[...] a) che la sorgente è stata prodotta in uno Stato appartenente all'Unione Europea da un soggetto autorizzato, oppure è stata prodotta in uno Stato non appartenente all'Unione Europea nel rispetto delle disposizioni ivi vigenti;*

*b) che le caratteristiche tecniche e le prove di tenuta della sorgente sono conformi a norme di buona tecnica di settore, nazionali o internazionali, o comunque a queste equivalenti sotto il profilo della sicurezza e della protezione dalle radiazioni ionizzanti;*

*c) di disporre di appositi locali, con adeguato grado di resistenza al fuoco e dotati di adeguato sistema di controllo degli accessi, ove immagazzinare e attuare la gestione e il controllo sicuri della sorgente;*

*d) di avere adottato le misure per garantire la gestione in sicurezza della sorgente al termine della sua utilizzazione, anche nel caso di insolvenza o cessazione dell'attività.*  
*[...]*

*(art.62 comma 2)*

Nel comma 3 venivano poi specificate le modalità con cui l'esercente potesse adempiere all'obbligo previsto dal comma 2 lettera d)

Ovvero:

- a) fideiussione bancaria o assicurativa con clausola di pagamento a semplice richiesta
- b) accordo scritto con il quale il fabbricante assume l'obbligo, garantito da apposita fideiussione, di riprendere la sorgente non più utilizzata

c) accordo scritto con il Gestore del Servizio integrato o con l'Operatore nazionale che disciplina il trasferimento a quest'ultimo della proprietà della sorgente e il pagamento dei fondi necessari

per i relativi condizionamento, stoccaggio di lungo periodo e smaltimento a un deposito finale.

Ad una prima lettura nulla cambia tra l'art. 3 (del Decreto Legislativo 52/07) e l'art. 62 del nuovo ordinamento, tuttavia gli operatori del settore più attenti hanno notato una variazione importante ovvero: dove nell'articolo del Decreto Legislativo abrogato si poteva adempiere ai prerequisiti di norma con un semplice accordo scritto con il fabbricante per la riconsegna della sorgente, oggi tale modalità non è più consentita.

Infatti il semplice accordo non è considerato sufficiente se il fabbricante stesso della sorgente soggetta a nulla osta non abbia a sua volta emesso una garanzia finanziaria utile a coprire tali evenienze.

Si riservava quindi la possibilità in capo al produttore della sorgente di garantire all'utilizzatore una garanzia finanziaria idonea a coprire le spese necessarie al condizionamento, stoccaggio e smaltimento della medesima sorgente prodotta.

Ovviamente qui si sono concentrati i più grandi produttori che, valutando che la soluzione più semplice fosse quella di far emettere a livello di azienda la fidejussione in grado di coprire tutte le sorgenti che venivano introdotte sul mercato italiano mettendo quindi al sicuro gli utilizzatori che, dal canto loro, potevano procedere con la consegna documentale dell'accordo scritto con il produttore espletando gli oneri di legge applicando la lettera b) del comma 3.

Questa soluzione risolve un altro problema dell'emissioni delle fideiussioni da parte di un soggetto pubblico (ad esempio un ospedale) nei confronti dello stato stessa cosa che, a rigor di logica, oltre che di usus non è consentito dai fidejussori.

In ultima analisi, la difficoltà di reperimento sul mercato finanziario e assicurativo di tali garanzie fideiussorie unite alla complessità del dispositivo autorizzativo necessitano sempre di più di una formazione mirata alla comprensione, da parte dell'Esperto di Radioprotezione, di tematiche non strettamente tecniche e allo sviluppo di un mercato, di consulenti in grado di comprendere tali esigenze e di trasferirle in maniera corretta agli istituti, bancari e assicurativi, che erogano tali servizi.

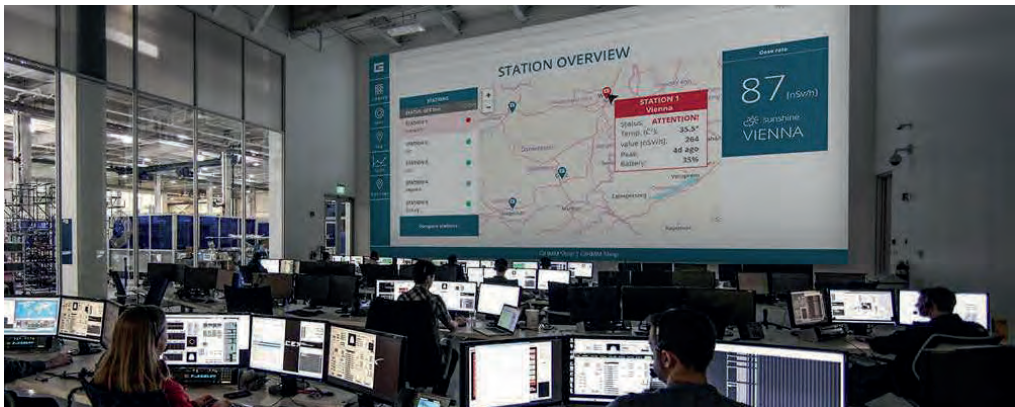
# LA PREVENZIONE DEI RISCHI DI INCIDENTI NUCLEARI O DI EMERGENZE RADIOLOGICHE GRAZIE ALLA TECNOLOGIA

di Abderrazak ATTOUI

*Titolare fondatore della Active Radsys - Ravenna*

**“Leggere, leggere e leggere!”**

La scritta qui sopra era inclusa in una diapositiva che il nostro prof. di sicurezza territoriale e radioecologia (Corso di Laurea Radioprotezione e sicurezza nucleare) ci ha mostrò per esaminare come gestire su larga scala un intero territorio, in materia di monitoraggio delle radiazioni intorno ai siti nucleari e le relative strategie da applicare!



Subito è scaturita una domanda: cosa significa leggere e inoltre leggere che cosa?

La risposta è stata:

**“Leggere il territorio prima di tutto”**

Il processo di **lettura del territorio** è la fase indispensabile prima dell’analisi dello stesso territorio e spesso viene omessa malgrado rappresenti una disciplina autonoma che permette di ottenere una fotografia chiara e completa di come è il territorio in un certo momento!

La lettura del territorio permette di preparare i dati fondamentali per la successiva fase ossia l’**analisi dello territorio**, quindi nella prima fase non si deve analizzare nulla, ma identificare la conformazione del territorio, le risorse naturali ed artificiali (monti mari fiumi, dighe, agglomerazioni, miniere...), i processi attivi (zone industriali, aeroporti, porti, strade .....).

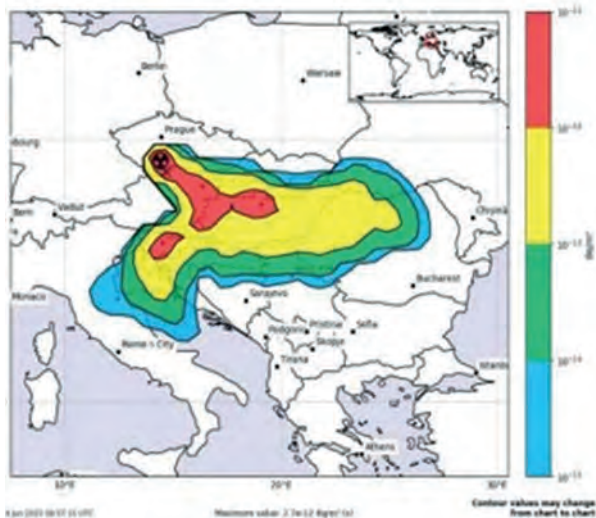
La Sicurezza ambientale analizzata dal punto di vista della Radioprotezione è una delle rare materie che richiede la lettura del territorio, esteso oltre il raggio ordinario fino ad arrivare se necessario oltre il confine nazionale, anche di qualche centinaia di Km, per permettere una **simulazione** (analisi) più approfondita sul comportamento delle nubi radioattive in caso di problemi (incidenti nucleari).

L'analisi con i dati raccolti permetterà di raggiungere un punto essenziale che è quello di problematizzare un tema, prima di qualsiasi avvio di attività economica o di azione, attorno a tali attività e in questo caso deve prevedere l'incidente nucleare o l'emergenza radiologica.

Nell'analisi, la diagnosi è un processo di lavoro partecipativo che evidenzia i punti di forza, i punti di debolezza, le potenzialità e le minacce del territorio. Cerca le lacune tra le rappresentazioni dei diversi attori, le aspettative, cerca le cause delle disfunzioni e soprattutto cerca aree di progresso. Qui il contributo e la collaborazione delle organizzazioni (regionali e locali) diventano davvero fondamentali.

### La perfetta conoscenza del territorio e della materia vanno a braccetto

La perfetta conoscenza del territorio (lettura, analisi, simulazioni) porta al cosiddetto equilibrio attuale del territorio. Per fortuna non essendovi state guerre o disastri ambientali, il territorio in questi anni di sfruttamento consapevole da parte dell'uomo, rimane in equilibrio e **l'analisi del territorio** (post lettura) serve proprio per evidenziare come le diverse risorse (naturali, e quelle introdotte dall'uomo, inclusi gli impianti nucleari) convivono anche in un equilibrio "precario".



Sono proprio **le simulazioni** che ci permettono di valorizzare come convivono le risorse e l'eventuale peso di un rispetto all'altra. Questo peso ci consente di analizzare gli effetti oltre l'equilibrio attuale e permette anche di simulare il comportamento in caso di ipotetici incidenti e le ipotetiche proposte tecnologiche adottabili sia per l'intercettazione appena si verifica l'incidente, sia per le ipotetiche azioni da intraprendere per limitare i danni (GER).

**Le simulazioni hanno quindi davvero una rilevanza strategica ed indispensabili nella prevenzione.**

Naturalmente queste discipline, oltre ad una perfetta conoscenza del territorio richiedono anche la perfetta conoscenza della materia.

Non ci dilunghiamo oltre in queste considerazioni in quanto occuperemmo lo spazio dell'intera rivista e ci concentriamo sulla necessità di avere un sistema completo che accompagni l'analisi del territorio e che permetta sia l'allerta precoce, in caso di incidente nucleare, che il monitoraggio qualitativo di tutte le radiazioni ionizzanti in una zona estesa, sia in un intero paese (come l'Italia) sia in una regione intera o una zona delimitata.

### **La perfetta conoscenza della materia**

**Pianificazione e strategie:** Purtroppo come abbiamo visto nel caso della gestione dell'emergenza epidemica, spesso si pensa che sia un evento improbabile e transitorio e perciò la sua gestione viene presa alla leggera e i risultati si sono visti!

Nell'eventualità di un'emergenza nucleare dovuta ad incidenti nelle centrali nucleari, esplosioni, sabotaggio etc. nei paesi vicini o anche lontani dalle nostre frontiere, saremmo in grado di **intervenire immediatamente** in modo tale da eliminare o limitare la propagazione della contaminazione?

Il rischio è che i paesi vicini (non necessariamente i confinanti) in caso di incidenti minori, li nascondano o li dichiarino in un tempo differito, quando la radioattività ha oltrepassato i confini e la contaminazione si è ormai realizzata, senza che nessuno se ne sia accorto, in quanto questi incidenti hanno una durata di persistenza breve (il tempo di sospendere la produzione in tali impianti).

Chi ha le responsabilità in materia di sicurezza territoriale (Nucleare) ha il dovere di utilizzare le strategie moderne di simulazione di ipotetici movimenti delle radiazioni (nube) dovuti a ipotetici incidenti nucleari e prevedere azioni concrete di come intervenire nel territorio alle prime allerte sicure dell'avvenuto incidente.

Detto questo la **strategia principale** dovrebbe mettere in atto un sistema in grado di fare la differenza tra un'allerta (superamento di soglie) da ritrovamento di sorgenti orfane o materiale di scarto in generale, da un'allerta da radiazioni provenienti da incidenti o esplosioni nucleari.

Ma davvero tutto questo è possibile?

Sì, è possibile solo attraverso la tecnologia! lo vedremo di seguito nel resto dell'articolo.



La **seconda strategia riguarda la ridondanza dei sistemi** di monitoraggio, ossia il loro dispiegamento in zone ben precise e in forme diverse, ad esempio un sistema in un laboratorio centrale ed altri all'esterno. L'allerta simultanea di più sistemi (già impostati solo per allerta per radiazioni provenienti da incidente/esplosione nucleare) rende immediata l'applicazione delle procedure dell'emergenza nucleare! Es. se l'allerta viene evidenziato al confine con la Francia (i confini del nord d'Italia sono i più esposti) è probabile che la macchina centrale (vedremo più avanti il significato) dia l'allarme a Torino e una altra stazione secondaria a Bardonecchia o anche una ad Aosta, d'altro canto è poco probabile che venga dato l'allarme a Roma!

### **Diversificazione delle fonti.**

Oltre al monitoraggio filtrato dell'aria (aerosol, particolato...) e della superficie del terreno, è opportuno monitorare le acque superficiali di mari, laghi, dighe in quanto l'allerta proveniente da queste acque difficilmente è conseguenza di una fonte diversa dall'incidente nucleare in quanto l'acqua fa da schermo per la contaminazione da radiazione.

Quindi la modalità di dispiegamento delle centrali di misura e di monitoraggio è fondamentale e richiede ovviamente la conoscenza ben precisa del territorio! Dispiegare le sonde di misura in quantità, senza lo studio del territorio, complica davvero la situazione, rende la spesa incoerente e rende l'allerta poco significativa in quanto il numero di falsi allarmi sarà alto, prevalentemente dovuto a rifiuti comuni sanitari (garze o altro) radioattivi da medicina nucleare o sorgente orfane!

È invece auspicabile installare un sistema da laboratorio, oltre ad un centro di controllo, nelle zone (Regione o province) più esposte in modo che costituiscano una prima barriera alla ricerca di eventuale avvicinamento di nubi radioattive da incidenti, oltre alla centrale nazionale che avrà anche il compito di gestire il network nazionale di monitoraggio della radiazione in generale e più centraline di monitoraggio dispiegate con precisi criteri sia in terra che in acqua.

### **Dentro la Tecnologia!**

Il sistema intero consiste in una potente e collaudata soluzione a base mista, tra tecnologie informatiche e tecnologie di rivelamento della radiazione. Queste sono collegate tra di loro grazie alla capacità di comunicazioni bidirezionali, sia per la trasmissione dei dati di monitoraggio e di allerta, sia per la capacità dei centri di controllo di entrare nei sistemi di monitoraggio dislocati sul territorio per effettuare i compiti di interventi di impostazione, di diagnosi in caso di problemi e di risoluzione dei problemi di piccole e medie entità. Quindi l'omogeneità del sistema in materia di tecnologie è fondamentale

e abbassa il costo della compatibilità e degli interventi in modo importante. Al contrario immaginate quanto può funzionare e quanto può essere costoso avere un sistema composto da sonde provenienti da diversi produttori, ciascuno dei quali impone un diverso protocollo di comunicazione e di intervento!

Di seguito troverete una sintesi di una soluzione compatta ed omogenea di un produttore che lavora in questo settore da più di 25 anni in tutto il mondo ed in particolare in Francia, la patria del nucleare Europeo!

Presenteremo un sistema di monitoraggio da laboratorio, due da esterni e il sistema integrato in una Boa, tralasciando i sistemi standard, quelli portatili o la misura nell'acqua ad uso civile in quanto ben noti a tutti.

### **Sistemi di monitoraggio da Laboratorio (Centri di controllo).**

Sono i monitor automatici di aerosol online utilizzati per il monitoraggio e la ricerca di allerta precoce in caso di incidente nucleare o radiologico, in generale sono presenti in 2 versioni meccaniche: con un filtro singolo oppure con una meccanica a nastro filtrante in diverse configurazioni. Tali sistemi possiedono le caratteristiche generalmente più richieste: eccellente precisione di misura e soprattutto robustezza e longevità del monitor.

Il compito più importante di un sistema di monitoraggio dell'aria è dare un segnale di allarme nel più breve tempo possibile non appena la radioattività nell'area monitorata supera il livello naturale.

I rischi possono provenire principalmente da incidenti nucleari o esplosioni e i radionuclidi artificiali di vari elementi possono essere rilasciati nell'atmosfera. I più pericolosi sono i gas nobili (Xe, Kr, in quanto molto mobile) e gli elementi volatili (I, Cs e alcuni altri). I livelli di allerta possono essere stabiliti sia sulla misurazione del rateo di dose esterno, dovuto principalmente alla radiazione gamma da una nube radioattiva ("radiazione skyshine"), sulla misura delle superfici del suolo contaminate, oppure sulla misurazione della radiocontaminazione aderente alle particelle di aerosol fluttuanti. In casi particolari, il primo segnale di allerta può anche basarsi sul monitoraggio della radioattività delle acque superficiali.

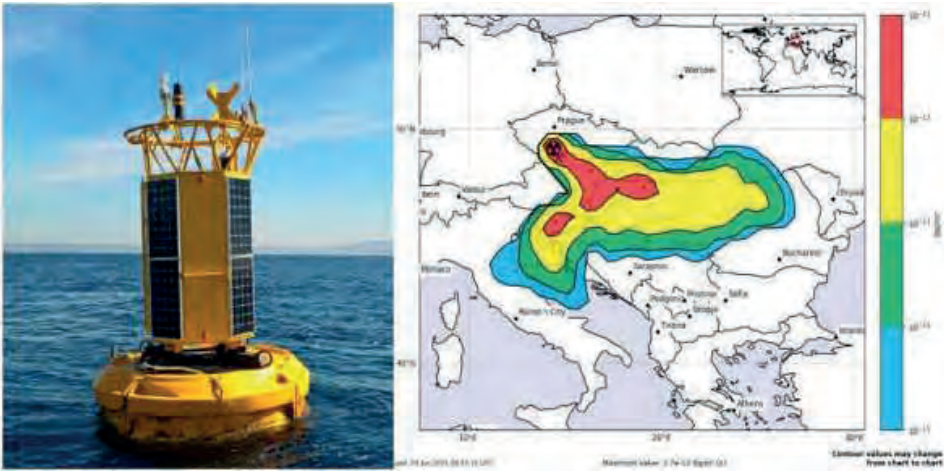
Poiché i filtri aerosol accoppiati alle pompe dell'aria inclusi in questi sistemi, sono in grado di accumulare particolato da grandi volumi d'aria su una piccola superficie, il loro contenuto radioattivo può essere determinato con una buona efficienza di misurazione, consentendo così livelli di rilevamento e di allerta vantaggiosamente bassi.

Sintesi dei benefici che possono presentare tali soluzioni:

- sistemi modulari che consentono di passare da un semplice monitor alfa/beta, dal design molto compatto, ad un monitor alfa/beta/gamma completamente attrezzato con due unità per lo iodio.
- Spesso vengono offerti in molte configurazioni (NaI, CeBr<sub>3</sub>, LaBr<sub>3</sub> o HPGE), garantendo elevata sicurezza dell'investimento ed elevata sostenibilità del sistema.
- elevata capacità di rilevamento nucleare: limite di rilevamento basso per la misurazione di erosol alfa, beta e gamma in un solo dispositivo.
- meccanica efficiente, elettronica affidabile e algoritmi scientificamente provati dall'esperienza di oltre 25 anni nel monitoraggio degli aerosol.

Una buona soluzione di monitoraggio e di allerta deve essere impostata con un Sistema di Misura automatizzato dell'Aerosol per Alfa Beta e Gamma e un altro di monitoraggio diretto della sola Radiazione gamma.





Entrambi i sistemi devono essere controllati da un potentissimo software in Cloud che raccoglie i dati dalle stazioni di misura, nonché visualizza e controlla le stesse stazioni. Inoltre, deve offrire un meccanismo di segnalazione e di allarme liberamente configurabile.

Questi sistemi servono a riconoscere quanto prima gli incidenti nucleari nelle centrali e nell'industria nucleare al fine di proteggere la popolazione.

### 1-II Sistema principale da laboratorio per il monitoraggio degli aerosol online.



È una macchina sviluppata per la misurazione in linea degli aerosol radioattivi e per il rilevamento di nuclidi artificiali nell'aria, utilizzando la misurazione combinata di alfa, beta e gamma.

L'esclusivo meccanismo di filtraggio, l'insuperabile precisione di misurazione, la misurazione in linea combinata di alfa, beta e gamma e la **misurazione aggiuntiva dello iodio molecolare**, fanno di questi tipi macchine il punto di riferimento nel settore.

Il sistema di misurazione dell'aerosol applica due filtri statici consecutivi. Il primo per le particelle di aerosol e un secondo filtro planare per lo iodio molecolare. La presenza di radioattività non naturale, su uno qualsiasi dei filtri, è determinata mediante misurazioni alfa, beta e/o gamma.

In caso di segnalazione di avviso o allarme, **viene attivata una terza unità di campionamento** e misura, Il flusso d'aria in uscita dal filtro dello iodio molecolare viene diretto verso una postazione di misurazione aggiuntiva per **rilevare lo iodio organico**. I 500 filtri, in dotazione nel sistema, vengono trasportati uno alla volta alle posizioni di misura con un manipolatore e restituiti al magazzino dopo il ciclo di misura.

Utilizzando 4 rivelatori in un solo sistema, 3 posizioni di misurazione in linea e una posizione di misurazione aggiuntiva, separata con materiale filtrante speciale, per la valutazione dello iodio (in caso di concentrazione aumentata) si garantisce un'efficienza e un rilevamento affidabili di nuclidi artificiali nell'aria. Lo iodio radioattivo gioca un ruolo molto importante in questo senso, poiché la sua presenza nell'aria è considerata la prova più sicura di un incidente nucleare e il primo indicatore per la sua velocità di propagazione.

Oltre al rivelatore PIPS (Beta Alfa), il sistema dispone di due rivelatori per i gamma, il primo è un HpGe raffreddato elettricamente oppure uno a scintillazione ad alta risoluzione che può essere un LaBr<sub>3</sub>(Ce) per aerosol e per i gamma e due a scintillazione NaI(Tl), uno per l'iodio elementare e il secondo a per misure dello iodio organico.

Il rivelatore PIPS per la misurazione di alfa e beta (radon) con un filtro in fibra di vetro permette un eccellente monitoraggio anche del Radon a larga scala nel territorio;

**Il Radon e l'allerta precoce in un unico sistema, il vero sogno dell'ottimizzazione tecnologia.**

La misura del Radon in modo sistematico ed efficace resta una priorità nel mondo del monitoraggio della radiazione in generale, tanto più se integrata nei sistemi di allerta precoce di incidenti radiologici /nucleari.

La domanda che viene posta: è possibile prevedere i terremoti con tali sistemi.

Premessa: l'aumento della concentrazione di Radon è stata spesso costatata in prossimità dei terremoti ma non in tutti, per questo l'argomento è considerato critico ed è ancora oggetto di grande discussione negli ambienti scientifici.

Non è facile dire quanti sistemi di misura del Radon siano necessari per un sistema di allerta precoce per i terremoti, poiché non ci sono dati sufficienti per formulare ipotesi attendibili.

Di sicuro il sistema principale è un eccellente monitor di Radon ed è in grado di fornire valori per Radon EEC < 1Bq/m<sup>3</sup> ogni 5 minuti.

Volendo è possibile implementare un sistema di avviso/allerta personalizzato nel server di database secondo la regolamentazione locale.

Inoltre, poiché utilizza i rivelatori PIPS, fornisce anche valori di Limiti di rivelabilità (LD) per concentrazioni di alfa/beta artificiali oltre ai LD (MDA) per radioisotopi gamma naturali e artificiali (Iodio elementare e Iodio organico) con i rivelatori gamma implementati.

Poiché il sistema è modulare, è possibile limitare l'uso ad una sola tipologia di rivelatore, per il Radon alfa e beta sarà necessario solo il rivelatore PIPS, riducendo notevolmente gli spazi pur mantenendo la rete di sistemi di monitoraggio e di allerta intatta.

Questa coesistenza di sistemi configurati diversamente, rende davvero la soluzione unica, ottimizzata al massimo ed estremamente efficace.

Tutto si riduce alla capacità di progettare una vera rete!

I brevi intervalli di tempo di misura del radon e il calcolo aggiuntivo dei LD lo rendono utile anche per eventuali sperimentazioni sul comportamento del Radon nelle scosse telluriche o magari anche nelle allerte programmate in caso di superamento anomalo dei livelli del Radon che possono essere provenienti da potenziali terremoti (anche se non è sicuro che sarà emesso il radon prima di tale scossa).

L'interessante è che non è necessario aggiungere altro, tutto è già integrato nel sistema di base per l'allerta precoce.

Eventualmente potrebbe essere necessario impostare gli alert nel server di Database che emetteranno Email o SMS.



## 2-Unità esterna Sistema di misura e identificazione di isotopi gamma alfa/beta e gamma NaI con Rilevatore CeBr3 o HPGE

E' il sistema con **filtri a nastro**, una versione molto compatta a filtro singolo, composta da un massimo di 4 rivelatori (PIPS per Alpha/Beta, 2 scintillatori (NaI) per iodio organico e iodio atomico e un HPGe o NaI o CeBr3 o LaBr3 per Gamma).

Tutto il know-how aziendale per il monitoraggio dell'aerosol è stato incorporato in questo monitor compatto con spettrometria gamma (e alfa/beta).

Utilizzando un tipo speciale di pompa per vuoto, costruita per il flusso a volume costante, oltre alla misurazione della temperatura di aspirazione e alla misurazione della pressione, si calcola la portata in modo molto preciso. Non è richiesta alcuna misurazione aggiuntiva del flusso.

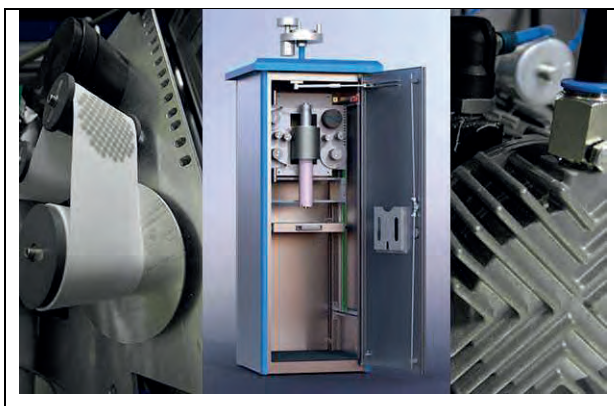


*Immagine: Monitor aerosol fisso installato su cemento con sonda Gamma Dose Rate*

### Sintesi dei vantaggi della soluzione proposta:

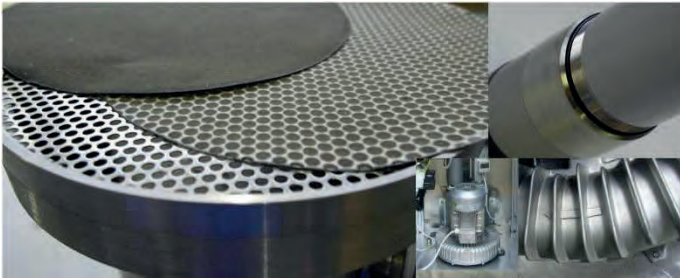
È un monitor alfa/beta e gamma molto compatto e semplice, con una meccanica esente da manutenzione con il know-how incorporato dall'esperienza nel monitoraggio dell'aerosol di oltre 25 anni.

Nonostante la semplicità, offre un'elevata capacità di rilevamento nucleare: Limite di rilevamento basso per la misurazione di alfa e beta e aerosol gamma, in un solo dispositivo.



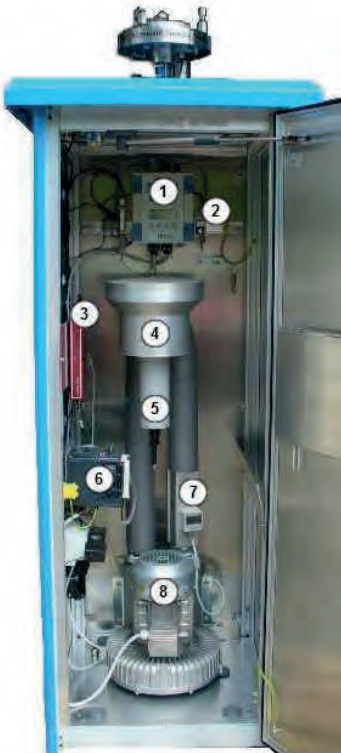
Il concetto di design modulare consente il funzionamento di uno scintillatore per la misurazione dell'aerosol gamma (e opzionalmente iodio elementare) – nella stessa unità=> elevata sicurezza dell'investimento e sostenibilità del sistema.

### 3-Unità di misura di grandi volumi di aspirazione di aerosol online



È un'unità di campionamento d'avamposto ad alto volume di campionamento aerosol, utile per la misurazione di aerosol radioattivi **solo di raggi gamma**.

Il sistema misura l'aria filtrando gli aerosol raccolti per la radioattività e fornendo un allarme immediato se l'attività supera i livelli prestabiliti, soprattutto per i bassi livelli di esposizione alle radiazioni.



1. Registratore di dati
2. Elementi di controllo (blocco tasti, pulsante di ripristino)
3. Router
4. Portafiltro
5. Sonda di spettrometria gamma
6. Regolatore di frequenza
7. Flussometro
8. Pompa
9. In alto senza numero: stazione meteo

Il campionatore in linea è in grado di accumulare particelle da grandi volumi d'aria su una piccola superficie, il loro contenuto radioattivo può essere determinato con una buona efficienza di misurazione, consentendo così vantaggiosamente bassi livelli di rilevamento e allarme.

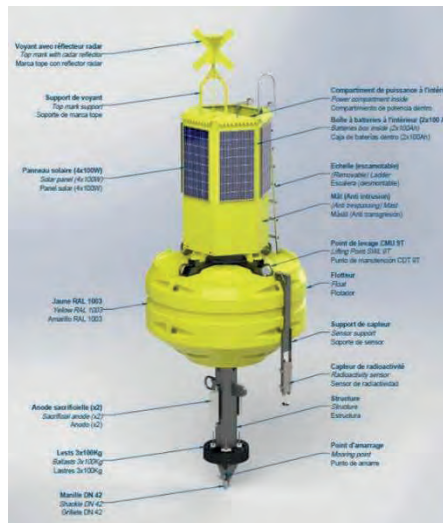
È disponibile in 2 modelli e 6 configurazioni (NaI, CeBr3 o LaBr3 in 2 diverse geometrie) per l'identificazione dello spettro e degli isotopi, dispone anche di una stazione meteorologica opzionale.

Contiene due filtri statici consecutivi, il primo è per le particelle di aerosol e il secondo per lo iodio molecolare.

Oltre alla elevata capacità di rilevamento nucleare e alla meccanica esente da manutenzione, il campionatore fornisce il livello di rumore più basso del settore utilizzando la tecnologia del silenziatore.

#### 4-La stazione di monitoraggio delle superfici d'acqua

È un ottimo monitor nonché un eccellente indicatore di allerta precoce in caso di incidenti nucleari, non è necessario imbottirlo di filtri o di tecnologie aggiuntive. In sostanza basta misurare la Radiazione Gamma per avere quasi la certezza che si tratti di un incidente.



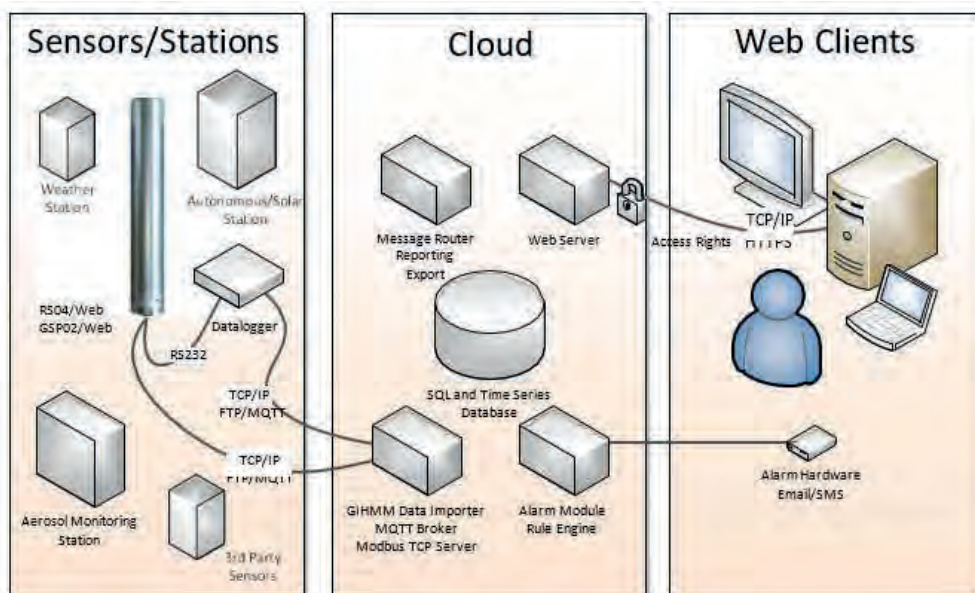
La soluzione ideale spesso è costituita da una sonda NaI 3"x3" immersa nell'acqua per l'identificazione dei radioisotopi e un'altra, un contattore proporzionale, posizionato fuori acqua per la misura del rateo.

La boa deve essere robusta ed autonoma per l'alimentazione elettrica e deve avere un sistema di comunicazione completo per comunicare con la centrale di controllo in terra, con capacità di trasmettere allerte, dati di misure e spettri interi.

**Optional:** nuovo rivelatore con sensibilità e selettività complessive migliorate utile per la determinazione della direzione della radiazione aumentata. Queste informazioni aggiuntive possono consentire il tracciamento 3D di sorgenti estese e compatte di radiazioni potenziate.

### Centro monitoraggio rete, archiviazione e visualizzazione dati

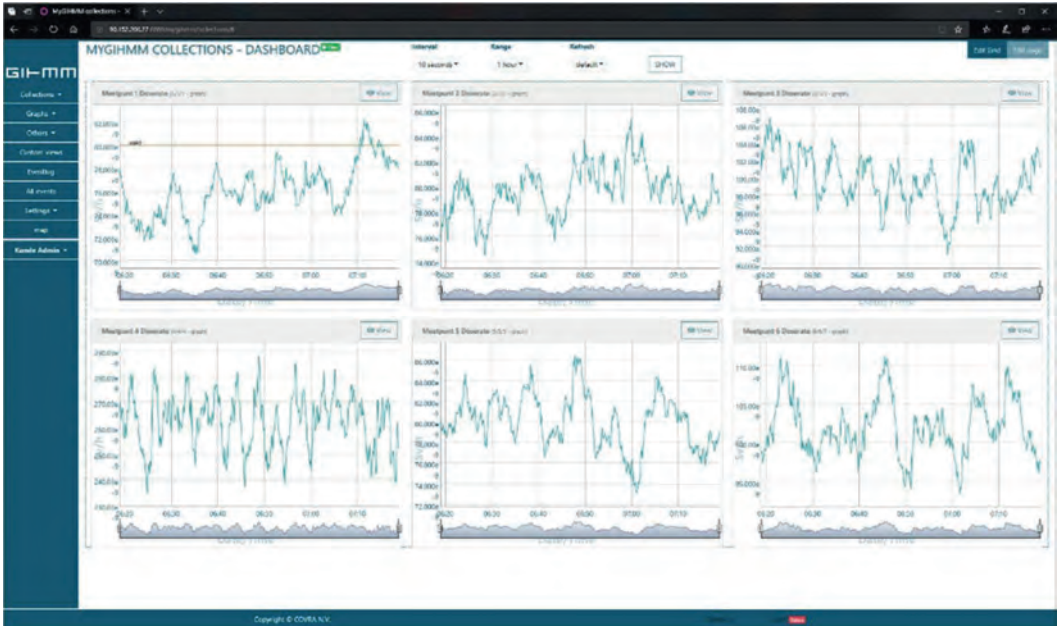
È il cuore pulsante del sistema ed è composto da un software per l'archiviazione e la visualizzazione dei dati, la gestione di un sistema di monitoraggio delle radiazioni ambientali e una rete di allerta precoce. La funzionalità di base deve essere il controllo di supervisione e l'acquisizione dati.



Deve essere in grado di acquisire i dati dalle stazioni di misura e fornire la visualizzazione e il controllo delle stazioni stesse. Inoltre, deve offrire un sistema di segnalazione e di allarme liberamente configurabili nonché l'integrazione di dispositivi di misurazione di produttori, il tutto configurabile direttamente dall'utente.

**Gestione stazione** Il software di controllo deve essere in grado di gestire un elevato numero di stazioni remote di monitoraggio delle radiazioni.

Il sistema deve supportare diversi tipi di avviso, tra cui "Errore tecnico", "Soglia di rateo di equivalente dose ambiente superata", "Offline", nonché creare eventi tecnici, radio-



logici o di comunicazione nell'elenco eventi e attiva azioni di allarme configurabili.

Deve essere in grado di preparare e presentare i dati sia in situazioni normali che in situazioni di crisi (Allerta avvenuta).



# MISURE IN CAMPO SU TERRENI CONTAMINATI PER VALUTAZIONE DI POSSIBILE ALLONTANAMENTO

di Valeria CIRIELLO

Esperto di Radioprotezione di III grado -

## INTRODUZIONE

La bonifica ambientale è un processo che consente di recuperare aree compromesse da fenomeni di contaminazione ed eliminare i potenziali rischi per l'ambiente stesso e per l'uomo.

Siti industriali dismessi e le aree soggette a smaltimenti illeciti di rifiuti di provenienza sia urbana che industriale sono tipici esempi di aree per le quali il processo di bonifica è necessario al fine di eliminare luoghi di degrado ed ottenere diversi spazi utilizzabili per nuove attività, più adatte all'attuale collocazione del luogo stesso.

Nella maggior parte dei casi per questi luoghi non c'è sempre l'evidenza immediata di un inquinamento di tipo radioattivo e spesso la quella radioattiva è solo una delle componenti inquinanti.

Le fonti che determinano contaminazione radioattiva nei siti industriali possono essere varie:

- dispositivi contenenti sorgenti radioattive dismessi senza una corretta procedura di smaltimento (radionuclidi artificiali come Co-60, Cs-137);
- lavorazioni industriali di sostanze che contengono radionuclidi naturali (NORM);
- smaltimenti illeciti di rifiuti radioattivi.

A seguito di analisi delle passate attività svolte in queste aree o a volte per scoperte inaspettate risulta necessario eseguire delle misure radiometriche che caratterizzino gli oggetti, le infrastrutture, le acque, i terreni, ecc. presenti sul sito.

Le tecniche per eseguire questo genere di caratterizzazione sono varie e la scelta della migliore modalità di misura dipende da molte variabili, quali per esempio: il tipo di materiale che si deve analizzare, la quantità, o il tipo di radionuclide che si sospetta possa essere presente.



In questo articolo sono presentate delle procedure di misura per la caratterizzazione di grandi quantità di terra presenti all'interno di un importante sito industriale, attivo dai primi anni del 1900, chiuso intorno agli anni settanta e per il quale è stata richiesta un'indagine sulla presenza di Cs-137 e la concentrazione dei radionuclidi presenti nelle catene di decadimento naturale di U-238, Th-232 e K-40.

## CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEL SITO E DEI CAMPIONI DI MISURA

Nel 2019, durante le operazioni di bonifica presso un grosso sito industriale, è stata rilevata la presenza di materiale terrigeno misto a scorie e blocchi monolitici contaminati da Cs-137 e/o NORM (radionuclidi naturali delle serie di U-238, Th-232 e del K-40). Il quantitativo di massa da analizzare è stato stimato pari a 800 m<sup>3</sup>.

Poiché la storia operativa dell'impianto e le misure preliminari non hanno dato evidenza di altri radionuclidi specifici, è stata richiesta una caratterizzazione radiologica che quantifichi il livello di concentrazione di attività solo per Cs-137 e per i NORM.

I livelli di riferimento per l'allontanamento di materiale contenenti i radionuclidi di interesse (vedi Tabella 1) sono riportati per il Cs-137 nella Tabella I-1B: "Livelli di allontanamento per i materiali solidi", all'interno dell'Allegato I del D.Lgs. 101/2020 ss.mm.ii., e per i NORM nella Tabella II-2: "livelli di allontanamento per radionuclidi naturali", all'interno dell'Allegato II del D.Lgs. 101/2020 ss.mm.ii.

Radionuclide	Livello di allontanamento [kBq/kg]
Cs-137	0,1
U-238	1
Th-232	1
K-40	10

*Tabella 1 valori dei livelli di allontanamento per i radionuclidi di interesse*

Per la caratterizzazione è stata proposta una procedura operativa che prevede una prima fase di cernita del materiale da analizzare e una successiva analisi eseguita direttamente in situ su campioni costituiti da contenitori di tipo Big Bag.

## PROCEDURA OPERATIVA DI CARATTERIZZAZIONE

La procedura operativa è stata sottoposta ad una validazione attraverso prove sperimentali che hanno previsto l'esecuzione contestuale di misure in campo con strumentazione portatile e trasportabile, associate a misure di laboratorio su campioni rappresentativi, al fine di poter verificare la possibilità di effettuare una suddivisione dei materiali sulla base delle seguenti condizioni:

1. materiali con concentrazione di Cs-137 < 0,1 Bq/g

2. materiali con concentrazione di Cs-137 nell'intervallo  $0,1 \div 1$  Bq/g;
3. materiali con concentrazione di Cs-137  $> 1$  Bq/g;
4. materiali con concentrazione di radionuclidi naturali  $< 1$  Bq/g;
5. materiali con concentrazione di radionuclidi naturali  $> 1$  Bq/g.

Per poter garantire l'accuratezza richiesta è stato necessario impiegare della strumentazione che fornisca, in tempi ragionevoli di misura, valori di Minima Concentrazione Rilevabile (MCR) pari al 50% dei livelli di allontanamento riportati in Tabella 1.

Le fasi di misura sono state quindi le seguenti:

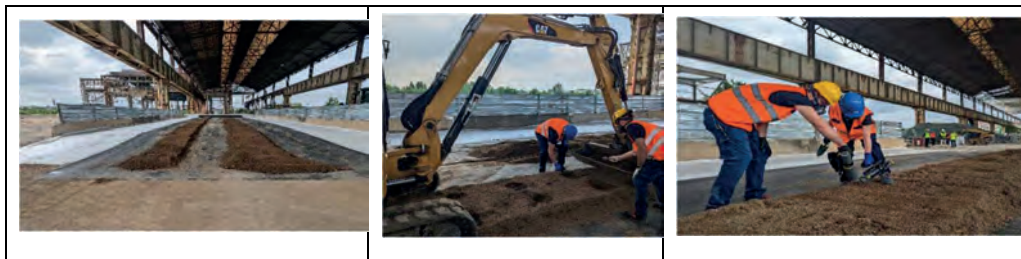
- misura del rateo di dose con radiometri dotati di sonda NaI(Tl) (per la cernita "grossolana del materiale da caratterizzare);
- misure in situ di attività specifica con spettrometria gamma ad alta risoluzione (per la caratterizzazione in situ);
- misure in laboratorio di attività specifica con spettrometria gamma ad alta risoluzione su campioni rappresentativi (per la validazione della procedura di misura in campo).

### **DESCRIZIONE OPERAZIONI DI MISURA FASE A (cernita)**

Nello specifico la fase A di cernita del materiale ha comportato le seguenti operazioni (vedi anche Figura 17):

- 1) Prelievo con mezzo di movimentazione meccanico di una aliquota del materiale pari a circa  $10 \text{ m}^3$  e suo posizionamento di circa  $10 \text{ m}^3$  sul telo di plastica (largo circa 7 m e lungo circa 25 m) in modo da formare due strisce larghe approssimativamente 1 m, lunghe 25 m e di altezza massima 20 cm.
- 2) Prelievo manuale e isolamento delle anomalie radiometriche rilevate (valori di rateo di dose sono superiori al doppio del fondo di riferimento).
- 3) Prelievo di un campione (circa 1 kg) di materiale per ogni metro quadrato di materiale delle strisce per la raccolta di un campione composito e confezionamento di 4 campioni da 1 kg ciascuno. Analisi spettrometrica gamma dei campioni prelevati, in laboratorio accreditato, al fine di determinare la concentrazione massica di Cs-137 e dei radionuclidi naturali.
- 4) Dopo aver rimosso le anomalie si sono raccolti 10 campioni per ogni striscia di materiale, per un totale di 20 campioni, destinati alle analisi spettrometriche di laboratorio anche al fine di evidenziare l'eventuale omogeneità radiometrica dovuta alla presenza di NORM

- 5) Rimozione della striscia di materiale e suo confezionamento in big bag (max 1000 kg/big bag).
- 6) Ogni big bag è stato numerato e per ognuno sono state registrate le seguenti informazioni: baia di provenienza, rateo di dose a contatto del big bag. Peso.



*Figura 17 Immagini delle operazioni eseguite durante la fase A di cernita del materiale da caratterizzare*

### **DESCRIZIONE OPERAZIONI DI MISURA FASE B (caratterizzazione in situ)**

Per la fase B è stato utilizzato un rivelatore trasportabile HPGe raffreddato elettricamente, dotato di carrello motorizzato (vedi Figura 18) e di un sistema di collimatori di piombo (vedi Figura 19).



*Figura 18 Immagine del carrello motorizzato impiegato per la movimentazione del sistema di misura HPGe*

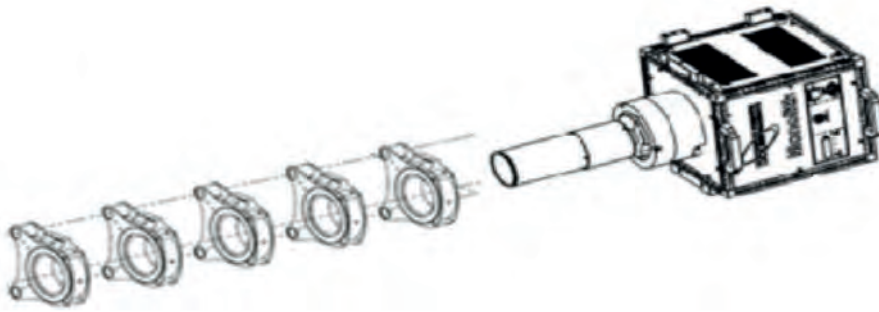


Figura 19 Immagine del sistema HPGe e dei collimatori di piombo dello spessore di 5 cm utilizzati durante le misure di caratterizzazione

Le caratteristiche tecniche del rivelatore utilizzato sono riportate in Figura 20

<p><b>Spectrometric characteristic</b>          Gamma Energy Range keV –keV          Resolution (FWHM) at 1.33 MeV, Co-60          Peak-to-Compton Ratio, Co-60          Relative Efficiency at 1.33 MeV, Co-60          Peak Shape (FWTM/FWHM), Co-60          Peak Shape (FWFM/FWHM), Co-60          Resolution (FWHM) at 122 keV, Co-57</p>
--

Figura 20 Elenco delle caratteristiche tecniche del rivelatore HPGe utilizzato per la caratterizzazione in situ

La geometria di misura è sintetizzata in Figura 21, dove il campione di Big Bag è stato posizionato di fronte al rivelatore alla distanza di 45 cm.

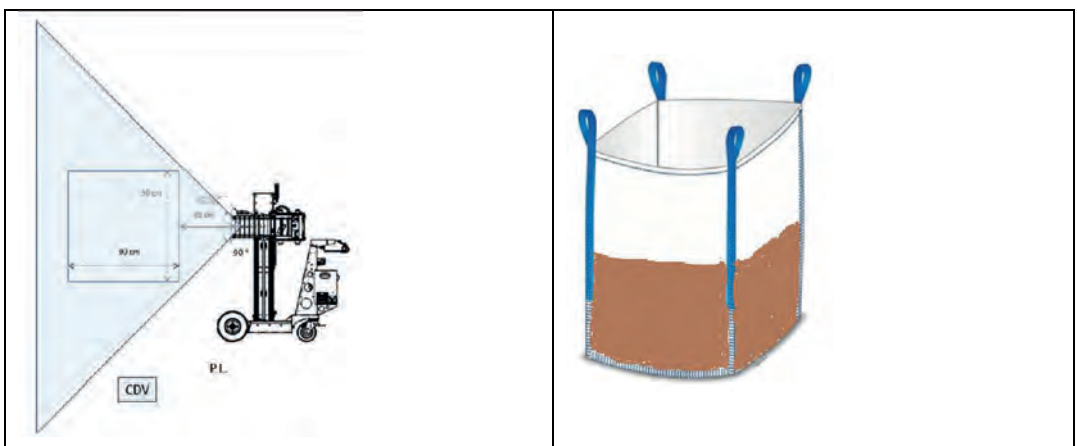


Figura 21 Immagini della geometria di misura e del campione di Big Bag

Le curve di efficienza sono state ottenute con l'ausilio del software di simulazione MCT-MT Version 2022 che ha permesso la corretta ricostruzione della geometria di misura e del campione Big Bag analizzato (vedi Figura 22 e Figura 23).

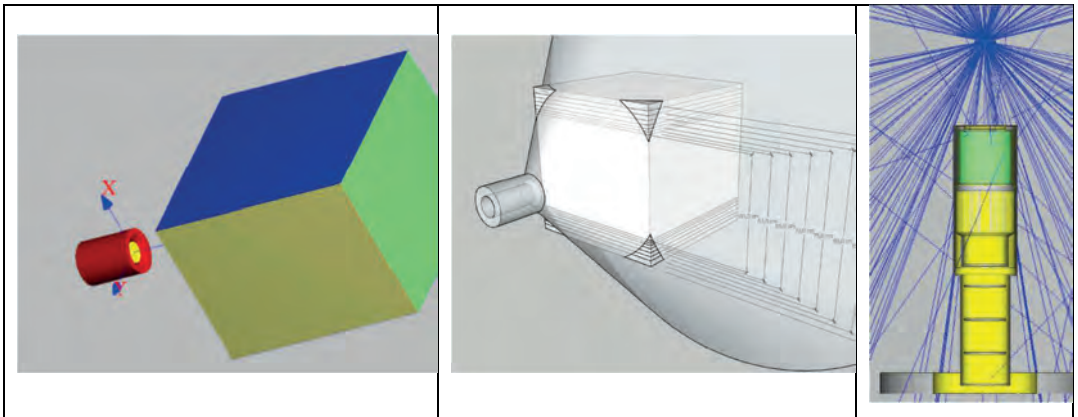


Figura 22 Immagini delle simulazioni ottenute con il software MCC-MT Version 2022 utilizzato per l'elaborazione delle curve di efficienza

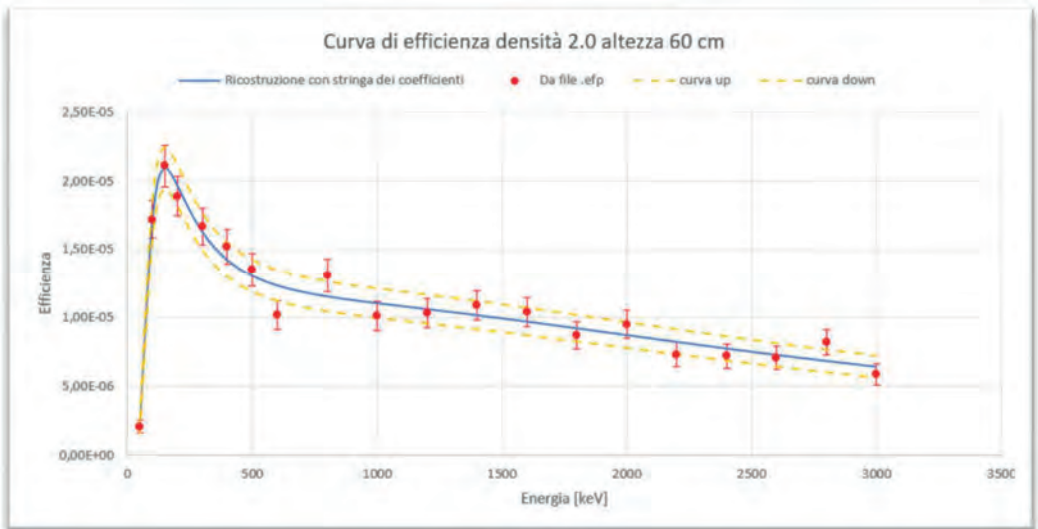


Figura 23 Immagine di una curva di efficienza ottenuta dalla simulazione della geometria di misura utilizzata per la caratterizzazione dei Big Bag

Per la simulazione, tra le ipotesi di misura, è stato supposta una composizione del terreno pari a quella riportata nel documento EPA 402-R-93-081 (vedi Tabella 2).

Elemento	Frazione massica
H	0,021
C	0,016
O	0,577
Al	0,050
Si	0,271
K	0,013
Ca	0,041
Fe	0,011

Tabella 2 Composizione chimica di un suolo standard (fonte EPA 402-R-93-081)

Per ogni valore di concentrazione di attività, elaborato dalle misure in campo, si è provveduto a calcolare la corrispondente incertezza.

L'elenco dei diversi contributi, considerati per il calcolo dell'incertezza, sono riportati in Tabella 3.

termine di incertezza	Significato del termine di incertezza	Valutazione incertezza tipo	Distribuzione e statistica	Espressione	
$Count_{GROS}$	numero di conteggi nell'area integrale del picco di energia E nello spettro del campione;	B	Normale	Gestito direttamente dal software di analisi e calcolato come $\sqrt{Count_{GROS}}$	
$Count_B$	numero di conteggi di fondo relativi al picco di energia E nello spettro del campione;	B	Normale	Gestito direttamente dal software di analisi e calcolato come $\sqrt{Count_B}$	
$T_{Live}$	tempo di conteggio effettivo dello spettro, in secondi;	B	Normale	Considerato trascurabile	
$M_{BigBag}$	Massa del Big bag espressa in kg	B	Normale	Incertezza tipo relativa posta uguale al 0,5%	
$\gamma_E$	probabilità di emissione di un fotone gamma di energia E dal radionuclide in oggetto, per decadimento	B	Normale	Gestito direttamente dal software in cui si inserisce il dato preso dalla letteratura	
$\epsilon_E$	efficienza di rivelazione all'energia E per la particolare geometria di misura;	Simulazione	B	Normale	Scarto massimo ottenuto tra le efficienze ricavate dalla simulazione e quelle ottenute con i campioni di riferimento
		Densità	B	Normale	Scarto massimo ottenuto dalla simulazione in cui siano fissati peso e volume, lasciando variare il valore di densità
		Dimensioni del Big bag	B	Normale	Incertezza tipo relativa posta uguale al 2% per ciascuna dimensione

Tabella 3 Elenco dei contributi di incertezza considerati per la misura della concentrazione di attività dei Big Bag misurati in campo

I risultati ottenuti in campo durante la fase B sono stati avvalorati da misure, eseguite nella stessa geometria, dalle Autorità Competenti.



## DESCRIZIONE OPERAZIONI DI MISURA FASE C (caratterizzazione in laboratorio)

Per la terza fase di misura sono stati preparati dei campioni rappresentativi delle porzioni di terreno utilizzato per ciascuno dei 40 Big Bag, misurati in campo. I campioni rappresentativi sono stati poi divisi e mandati ad analizzare presso quattro laboratori accreditati ai sensi della norma UNI ISO 17025:2018 (vedi Figura 24).

I valori di concentrazione di attività ottenuti presso i laboratori sono stati di seguito confrontati con i valori ottenuti in campo durante la fase B.

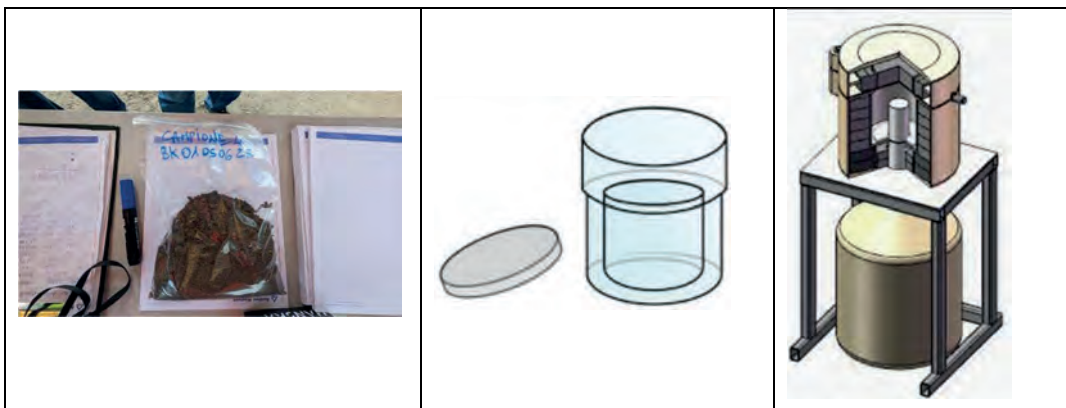


Figura 24 Immagini di un campione prelevato in campo e schema dei campioni analizzati (campioni marionelli) e dei sistema di misura utilizzato presso i laboratori accreditati.

## RISULTATI OTTENUTI DAL CONFRONTO DELLE MISURE DELLE FASI B E C

I valori di concentrazione di attività ottenuti nelle due fasi B (misure in situ) e C (misure in laboratorio) hanno portato alla constatazione di una notevole discrepanza che vede i valori di concentrazione di attività misurati nei laboratori più alti di quelli misurati in campo (in alcuni casi i valori di concentrazione di attività misurati in laboratorio arrivano anche al doppio di quelli misurati in campo).

A seguito della constatazione della differenza di risultati si sono fatte diverse ipotesi per cercare di capire le cause alla base di valori apparentemente così poco compatibili, al fine di poter trovare delle soluzioni che possano migliorare la procedura di misura e di validazione della stessa.

La prima problematica che ci è trovati ad affrontare è se i campioni mandati in laboratorio fossero veramente rappresentativi del materiale contenuto nei Big Bag misurati in campo, poiché durante la preparazione dei Big Bag si era osservata la presenza di molti sassi, anche di notevole dimensione, all'interno del terreno, sassi non presenti nelle aliquote spedite ai laboratori accreditati.

Per questo motivo si è provveduto a svuotare un Big Bag, separando la componente terrosa dai sassi aventi diametro maggiore di circa 5 cm. Il peso dei sassi, nell'unico ca-

so analizzato, è risultato pari al 22% del peso del Big Bag originale. Se si valutano i sassi privi di contaminazione, il peso fornito dai soli sassi, se considerato nel peso del campione definito dal Big Bag, porterebbe ad una sottostima del valore di concentrazione di attività di una percentuale pari alla differenza di peso constatata.

## **CONCLUSIONI**

Dall'esperienza acquisita durante l'attività e a seguito delle osservazioni fatte dal confronto dei valori ottenuti nelle diverse fasi di misura, si è pervenuti alle seguenti conclusioni:

1. Il processo di misura, per poter offrire risultati soddisfacenti, spesso è soggetto a svariati riesami che comportano innumerevoli revisioni della procedura operativa e delle assunzioni di ipotesi fatte
  2. Il confronto di risultati ottenuti attraverso diversi metodi di misura può aiutare a considerare aspetti non sempre intuitivi
  3. La capacità di condividere considerazioni che nascono da esperienze operative anche molto diverse, spesso porta a sviluppare soluzioni efficaci ed efficienti in breve tempo.
-

## Dal Museo della Radioattività:



### RAYCAT... Un gatto radioattivo?

No, il gatto non è radioattivo. E non è neppure una bufala.

È una soluzione fantasiosa ma che ci porta a riflettere sull'argomento.

La "soluzione" è di progettare gatti che cambiano colore in risposta alle radiazioni e nasce da una idea di due filosofi tra i quali uno italiano: Françoise Bastide e Paolo Fabbri.

La loro soluzione consisteva in due pas-

saggi:

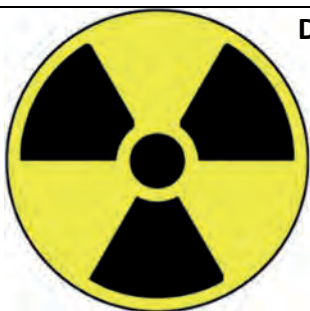
1. Progetta un gatto che cambia colore in risposta alle radiazioni.
2. Creare una cultura attorno a questo gatto, in modo tale che se il tuo gatto cambia colore, dovresti trasferirti da qualche altra parte.

La soluzione proposta è conseguente ad una lecita considerazione: I rifiuti radioattivi ad alta attività rimangono pericolosi per l'uomo e in alcuni casi per decine di migliaia di anni.

Come si possono avvisare e allertare le generazioni future tra 10.000 anni in modo che non si avvicinino ad una determinata area?

I cartelli, le mappe, i libri, la memoria tramandata possono non bastare. Ed ecco nascere dai due filosofi la fantasiosa idea chiamata "The Ray Cats": creare un gatto geneticamente modificato che cambia colore in presenza di radiazioni.

I filosofi hanno accettato tutte le critiche mosse ma a loro volta ci chiedono "Hai qualche idea su come mantenere vivo un avvertimento per 10.000 anni?" Per informazioni visita la "Leggende" della sala 9 del Museo della radioattività.



### **Dove, come e quando nasce il simbolo delle radiazioni?**

Il simbolo delle radiazioni ionizzanti, costituito da tre lame ricurve che partono da un punto centrale, è stato utilizzato dal 1946 per avvisare i lavoratori, gli scienziati e il pubblico della presenza di materiale radioattivo. Da allora, il caratteristico trifoglio è diventato un simbolo riconosciuto a livello internazionale.

Il cerchio al centro del trifoglio rappresenta un atomo e le lame rappresentano i tre tipi comuni di radiazioni ionizzanti che emana da esso: alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) e gamma ( $\gamma$ ).

Il simbolo fu progettato per la prima volta nel 1946 presso il Radiation Laboratory dell'Università della California a Berkeley. La tavolozza dei colori iniziale era magenta su blu, ma è stata modificata dopo che gli esperti hanno osservato che le persone non associavano il blu al pericolo. Gli scienziati hanno scoperto che il giallo era il colore più accattivante.

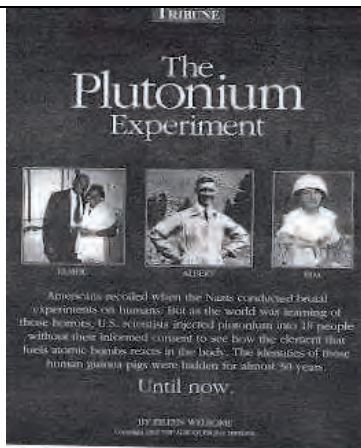
Nel 2011, il trifoglio è stato registrato dall'Organizzazione internazionale per la standardizzazione (ISO) per essere riconosciuto a livello internazionale come "Attenzione; Simbolo di materiale radioattivo o radiazione ionizzante".

Per migliorare la sicurezza nucleare, nel 2007 la IAEA e l'Organizzazione internazionale per la standardizzazione (ISO) hanno introdotto un simbolo supplementare progettato per essere universalmente compreso come "Pericolo - Scappa - Non toccare!": un triangolo rosso che raffigura onde di radiazioni, un teschio e una figura umana che corre.

Il simbolo supplementare viene utilizzato per le sorgenti radioattive ad alta attività, come quelle identificate nelle categorie 1, 2 e 3 della IAEA e alle quali l'esposizione potrebbe causare morte o gravi lesioni personali.

(Traduzione di un estratto di articolo IAEA)

Potete avere maggiori informazioni nella sala n. 9 del Museo della Radioattività



## Gli esperimenti USA col plutonio radioattivo sugli esseri umani...

Nel 1993 Eileen Welsome pubblicò su “Albuquerque Tribune” il lavoro “The Plutonium Experiment” per il quale vinse il Premio Pulitzer. L’esperimento condotto negli anni 50 (iniziato nel 1944) era chiamato “HPIE: Human Plutonium Injection Experiment”; Lo scopo di questi esperimenti era quello di sviluppare uno strumento diagnostico in grado di determinare l’assorbimento di plutonio nel corpo dei lavoratori del progetto

Manhattan, dalla quantità escreta nelle urine e nelle feci.

Complessivamente furono “usati” 18 differenti pazienti (uomini e donne adulte e bambini) e per loro si conoscono ora molto dati: dalle dosi introdotte alla sopravvivenza (o morte) accertata.

Ma la ricerca condotta dalla giornalista ipotizza che gli stessi “pazienti” non siano mai stati informati sulla natura e pericolosità di ciò che veniva introdotto nel loro corpo.

La ricerca, come immaginabile, suscitò molta indignazione nell’opinione pubblica.

I 18 soggetti utilizzati avevano un’età compresa tra i 30 e i 40 anni ed erano in cura per una varietà di tumori (linfosarcoma e varie leucemie).

I più giovani avevano 5 e 20 anni: gli altri 16 avevano una età compresa tra 50 e 82 anni.

Per approfondimenti visitate la sala 9 – “storie vere” del Museo della Radioattività



☢ **NAUTILUS**, la prima applicazione pratica dell’energia nucleare.

Fu l’Ammiraglio Hyman Rickover, nel 1947 a prospettare e poi progettare un reattore con la pila atomica funzionante con Uranio per la propulsione di navi e sottomarini. Rickover propose di costruire il sottomarino al quale diede nome “**USS NAUTILUS**”, il sottomarino immaginato da Jules Verne nel libro “Ventimila leghe sotto i mari”.

La progettazione concettuale del primo sottomarino nucleare iniziò nel marzo 1950

come progetto SCB 64 (ma anche la Russia ne stava già costruendo uno [Leninsky Komsomol (K-3) varato nel 1954]).

La costruzione del USS Nautilus (SSN-571), autorizzata dal Congresso USA nel 1951, iniziò a giugno 1952 e terminò nel 1954 (il varo avvenne il 21 gennaio); dunque solo 19 mesi per realizzare il primo sommergibile atomico della storia e primo veicolo azionato dall'energia nucleare in assoluto.

I reattori utilizzati in marina sono tutt'ora coperti da segreto: quelli visibili come concezione sono solo quelli russi.

Equipaggiato da un reattore nucleare, un sottomarino con 150 persone a bordo può restare in immersione per molti mesi con la necessità di provvedere al suo "rifornimento" dopo 25 anni.

Nell'estate del 1957 compì il primo viaggio al di sotto della calotta polare artica (Operazione Sunshine), ed il 3 agosto 1958 fu il primo sottomarino ad attraversare in immersione il polo nord geografico, stabilendo di fatto un primato storico.

IL NAUTILUS rimase operativo per 25 anni e nel 1979 venne ritirato dal servizio e localizzato sul fiume Thames a Groton, dove si trova tuttora.

Potete trovare maggiori informazioni nella sezione "Eventi" della sala 9.



**ARGO** - Di questa locandina pubblicitaria (e di questo pseudo-farmaco) si sa davvero molto poco.

Viene sommariamente descritto nel "Museo Energia" nell'articolo "STORIA DELLA MEDICINA NUCLEARE" e indicato come "...la risposta italiana al Radithor".

In realtà non si conosce l'anno di produzione/commercializzazione e non si possono quindi effettuare ricerche più approfondite: possiamo solo annoverare questa interessante locandina pubblicitaria come "vintage" dell'epoca. Ma può anche essere che "Argo" sia rimasta una velleità produttiva mai realizzata.

Oltre al richiamo mitologico rivolto agli Argonauti sono inquietanti, lette con gli occhi odierni, le indicazioni riportate sulla stessa locandina:

**ANTIARTRITICO – ANTIURICEMICO – ANTIGOTTOSO - RADIOATTIVO**

tollerabilità perfetta e nessuna controindicazione

Flaconi da 150 cc per cure di:

I° grado – per curare le forme croniche e per prevenire gli accessi.

II° grado – con aggiunta di tintura di galenico per la cura delle forme acute (colica, attacco di gotta).

III° grado – a radioattività intensa, per la cura delle forme acute e croniche.

Questa pubblicità la trovate, assieme ad altri, nella sala n.3 d nella sezione pseudo farmaci.



## Meteo della Radioprotezione: Prevista pioggia, anzi, di più...

No, non è il meteo che conosciamo che ci permette di vestirci leggeri o di coprirci di più.

E la pioggia prevista non è quella proveniente dalle nubi basse ma arriva da STRIMS: una pioggia di multe iniziata a dicembre dello scorso anno.

“Nemo profeta in patria”: durante i webinar organizzati anche da ANPEQ per comprendere la portata di questo sistema, molti relatori concludevo sostenendo che STRIMS era gestito da un pc e come sarebbe stato in grado di “leggere” in tempo reale e automaticamente gli errori di compilazione, sarebbe stato in grado di inviare automaticamente anche le sanzioni.

Eccole arrivate!

E neppure sanzioni di poco conto: un ritardo di comunicazione? 3333,33 €.

Una data sbagliata per un trasporto terminato? 3333,33 €.

Per le sanzioni da 2000 € a 10000 € vale la regola di applicare ciò che è più favorevole al reo tra il doppio del minimo (4000 €) o 1/3 del massimo (3333,33 €).

E non so voi... ma questo ricorda molto il sistema degli autovelox o dei semafori: insomma un modo per “fare cassa” senza peraltro migliorare o apportare benefici alla causa.

Dunque se dovete acquistare un apparecchio RX dentale dovete sia inviare la parte cartacea entro i termini previsti, ma dovete anche inserire i dati su STRIMS.

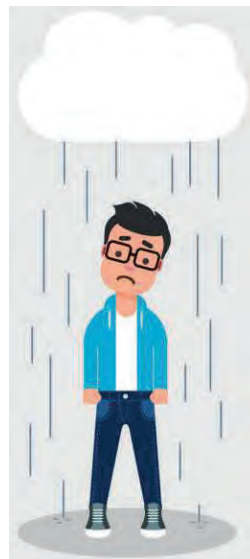
Dunque un raddoppio del lavoro; il lavoro del cliente ma molto spesso girato (delegato) all’Esperto di Radioprotezione.

Davvero voleva tutto questo la direttiva europea che ha fatto generare il Decreto Legislativo 101/20? NO COMMENT.

Intanto... come richiesto in più occasioni, si vuole creare una banca dati ANPEQ che riporti le sanzioni erogate e le sentenze emesse a seguito di processi.

Inizialmente, invitiamo tutti i colleghi ad inviare alla segreteria di ANPEQ (che girerà all’Avvocato) copie delle sanzioni ahimè ricevute ponendo la massima attenzione di renderle anonime: coprite, cancellate qualsiasi dato che consenta un riconoscimento.

E speriamo poter fare di più...



Un emendamento presentato da **Luca Squeri** (Forza Italia) punta a creare un'Autorità nazionale per il nucleare con compiti per l'autorizzazione, certificazione e realizzazione di impianti.

Aprire una porta al possibile ritorno del nucleare in Italia nel decreto Energia in fase di conversione in legge alla Camera. Questo l'obiettivo di un emendamento presentato da Luca Squeri, responsabile energia di Forza Italia (11.02 nel fascicolo degli emendamenti segnalati al dl 181/2023).

Ricordiamo che le commissioni Ambiente e Attività produttive della Camera dovrebbero aver votato gli emendamenti il 17 gennaio.

L'emendamento sul nucleare prevede di aggiungere un **articolo 11-bis**, intitolato **“Definizione dei compiti dell'Ispettorato nazionale per la sicurezza nucleare e la radioprotezione (ISIN) quale Autorità nazionale competente in materia nucleare”**.

In pratica, si prevede che il ministero dell'Ambiente e della Sicurezza energetica estenda le funzioni e attività dell'Isin “ai fini del rilancio della politica nucleare in Italia”, trasformandola in una vera e propria **Autorità nazionale per il nucleare**.

L'Isin quindi dovrebbe acquisire competenze in materia di autorizzazione e certificazione, realizzazione, gestione e dismissione degli impianti nucleari.

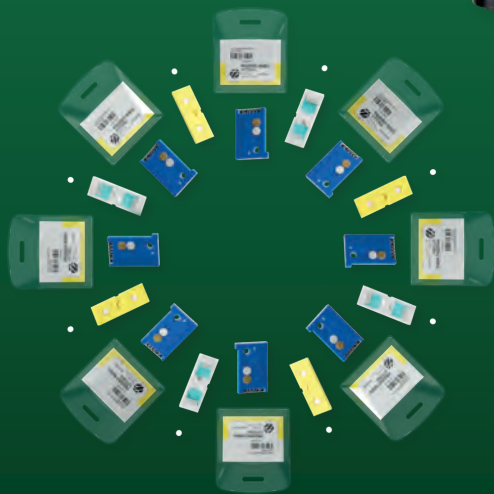
In particolare, secondo l'emendamento proposto da Squeri, l'Isin “svolge le funzioni e i compiti di Autorità nazionale per la certificazione e regolamentazione tecnica espletando le istruttorie connesse ai processi autorizzativi, alle valutazioni tecniche, al controllo, anche ispettivo e alla vigilanza” nei seguenti campi:

- installazioni nucleari in fase progettuale, autorizzativa e costruttiva, in esercizio e in disattivazione, nonché dei reattori di ricerca;
- impianti e attività connesse alla gestione dei rifiuti radioattivi e del combustibile nucleare esaurito, definendo le guide tecniche per la realizzazione dei depositi di superficie o in profondità;
- materie nucleari, della protezione fisica passiva delle materie e delle installazioni nucleari;
- attività d'impiego delle sorgenti di radiazioni ionizzanti e di trasporto delle materie radioattive.

Da <https://www.qualenergia.it/articoli/dl-energia-verso-riapertura-nucleare-italia>

# Buon 2024

da tutto il laboratorio  
TECNORAD



Via Schiaparelli, 5  
37135 Verona  
+39 045 820 1066

Cosa facciamo:

- Servizio Dosimetria –  
radiazioni X,  $\gamma$ ,  $\beta$ , Neutroni
- Rilevazioni gas radon

**A.N.P.E.Q.**

Associazione Nazionale Professionale Esperti Qualificati



«A lungo termine l'Umanità avrà bisogno di sorgenti di energia alternative a quelle fossili.  
In tale quadro, il ricorso al nucleare, oltre che al solare, sembra assolutamente inevitabile.»

(C. RUBBIA)