



***Atti del Convegno Nazionale AIRP  
di Radioprotezione***

**L'ottimizzazione della Radioprotezione  
alla luce della nuova normativa**



**Cagliari, 27 - 29 settembre 2023**

**T-Hotel, via dei Giudicati**

**Atti del Convegno Nazionale Airp di Radioprotezione  
L'ottimizzazione della Radioprotezione alla luce della nuova normativa**



# INDICE



Convegno Nazionale Airp  
Cagliari, 27 - 29 settembre 2023

## **NORMA: un progetto per la protezione dei lavoratori coinvolti nell'uso/recupero dei residui NORM**

M. Pugliese<sup>1</sup>, G. La Verde<sup>1</sup>, C. Nuccetelli<sup>2</sup>, G. Venoso<sup>2</sup>, F. Trotti<sup>3</sup>, R. Ugolini<sup>3</sup>, E. Cladognetto<sup>3</sup>, S. Bucci<sup>4</sup>, I. Peroni<sup>4</sup>, A. De Stena<sup>4</sup>, G. Pratesi<sup>4</sup>, L. Ferrara<sup>5</sup>, R. Rusconi<sup>6</sup>, F. Leonardi<sup>7</sup>, R. Trevisi<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Fisica "E. Pancini" Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli

<sup>2</sup> Istituto Superiore di Sanità (ISS), Roma

<sup>3</sup> Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV), Verona

<sup>4</sup> Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT), Firenze

<sup>5</sup> Dipartimento Ingegneria Civile e Ambientale, Politecnico di Milano, Milano

<sup>6</sup> Agenzia Regionale per la protezione ambientale della Lombardia, Milano

<sup>7</sup> INAIL - Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro - Settore Ricerca – DiMEILA

[mariagabriella.pugliese@unina.it](mailto:mariagabriella.pugliese@unina.it)

### **Riassunto**

*Il Progetto "NORMA: Naturally Occurring Radioactive Materials Activities. Attività per lo sviluppo di strategie tecnico-scientifiche e socio-economiche per una efficace implementazione della normativa di radioprotezione" nato nell'ambito del Bando di Ricerca in Collaborazione (BRiC) 2022 INAIL, si colloca in un particolare contesto dalla duplice ricaduta. Da una parte prevede l'incremento di procedure standardizzate al fine di offrire validi strumenti agli stakeholder della radioprotezione nel settore delle industrie NORM al fine di facilitare l'ottemperanza agli obblighi della normativa vigente. Dall'altra parte il progetto adotta il paradigma dell'economia circolare al fine di poter valutare il potenziale riutilizzo di residui delle industrie NORM pur garantendo la sicurezza per lavoratori e individui rappresentativi della popolazione in termini di dose efficace. Di seguito si riporta la descrizione, la struttura e le principali finalità del progetto.*

### **INTRODUZIONE**

L'entrata in vigore della norma sulla radioprotezione (D.lgs. 101, 2020), recepimento della Direttiva 59/2013/Euratom (EURATOM 59, 2013), ha fatto emergere, in questi primi tre anni, diverse difficoltà nella comprensione e nell'applicazione di alcune parti di essa. Tale aspetto è stato evidenziato anche dai risultati di un precedente progetto BRIC 2019 ID 30 (Pugliese, 2021; Trevisi, 2022a) relativo allo sviluppo di protocolli tecnico pratici di supporto agli stakeholder della radioprotezione nel settore delle industrie NORM. Dai risultati di questa prima attività di studio e ricerca (Ugolini, 2022; Trevisi, 2022b), infatti, si è rilevato quanto siano ancora necessari l'ulteriore sviluppo e il completamento di procedure e attività, sia dal punto di vista tecnico-scientifico sia da quello socio-economico.

Riguardo agli aspetti tecnico-scientifici, ad oggi non sono disponibili per tutti i settori industriali NORM riportati nell'Allegato II (D.lgs. 101, 2020) documenti tecnici che diano indicazioni su metodi di misura, tecniche di campionamento, modelli e opportune assunzioni per il calcolo della dose ai fini di garantire una corretta gestione della radioprotezione.

Per quanto concerne gli aspetti socio-economici, la scarsa percezione del rischio radiologico nei settori industriali soggetti alla normativa richiede di elaborare una strategia per integrare gli aspetti radioprotezionistici nella formazione in materia di sicurezza e ambiente, che vada oltre i concetti di base e che tenga conto delle specificità di ogni attività industriale. Inoltre è ormai ampiamente condivisa la tendenza a ridurre lo sfruttamento delle risorse adottando strategie volte al recupero dei residui industriali nell'ottica del riuso e dell'economia circolare (Kirchherr, 2017). Il paradigma





di questo nuovo approccio economico mira quindi a preservare e rigenerare il capitale naturale minimizzando l'impatto ambientale, in linea con il piano d'azione dell'Unione Europea (Commissione Europea, 2020).

In questo contesto e nella logica della continuità della ricerca si colloca il progetto "NORMA: *Naturally Occurring Radioactive Materials Activities*. Attività per lo sviluppo di strategie tecnico-scientifiche e socio-economiche per una efficace implementazione della normativa di radioprotezione" promosso dall'Università di Napoli "Federico II", dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS), dalle Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale (ARPA) della Toscana, Veneto e Lombardia e dal Politecnico di Milano, con il supporto economico di INAIL.

Oltre ad incrementare la redazione di protocolli tecnico-operativi relativi alla radioprotezione, NORMA si propone di implementare in maniera sempre più diffusa e capillare logiche e principi di economia circolare (British Standards Institution, 2017), avviando uno studio di fattibilità per il riutilizzo dei residui delle industrie NORM come materia prima di altri settori industriali quali, per es., la produzione di cemento, calcestruzzo e componenti per l'edilizia (mattoni, blocchi). Un aspetto importante di questa attività sarà la valutazione dell'impatto sanitario, e in particolare radiologico, del recupero di questi residui.

### **COMPETENZE COINVOLTE**

Il progetto prevede la partecipazione di un Ente con il ruolo di Project Leader che in questo caso è l'Istituto Nazionale Assicurazione Infortuni sul Lavoro (INAIL) che offre supporto finanziario e partecipa a ciascuna delle attività previste dal progetto.

L'Università di Napoli Federico II, quale Destinatario Istituzionale, coordina le attività realizzate dagli Enti partner del progetto: attività sperimentali, attività di modellistica ai fini della stima della dose, stesura dei protocolli e realizzazione dei moduli formativi e informativi.

Tra le attività sperimentali rientrano campagne di misurazione di matrici NORM, studi per la realizzazione di procedure e protocolli operativi di campionamento e caratterizzazione delle matrici, sviluppo di modelli di calcolo della dose ed elaborazione di una strategia per l'applicazione dei principi dell'economia circolare nel rispetto di quelli previsti dalla radioprotezione. Di seguito si riportano gli Enti partner e le competenze coinvolte.

L'Istituto Superiore di Sanità svolge attività di ricerca per lo sviluppo metodi di calcolo per la stima della dose ai lavoratori e ai membri del pubblico per diversi scenari espositivi, effettua valutazioni sperimentali in situ e in laboratorio della concentrazione di attività di campioni NORM.

Le Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale (ARPA) della regione Toscana, Veneto e Lombardia si occupano dell'elaborazione dei contenuti tecnico-operativi degli strumenti per la valutazione e la prevenzione del rischio da esposizione ai NORM, collaborando allo sviluppo di metodi di calcolo per la stima della dose ai lavoratori e ai membri del pubblico e occupandosi della raccolta di informazioni inerenti le attività NORM, anche ottenute con misure in campo e misure di campioni in laboratorio.

Il Politecnico di Milano svolge attività di studio sul potenziale di recupero dei residui NORM come materia prima di altri settori industriali, garantendo la fattibilità tecnica e la protezione dei lavoratori e dell'individuo rappresentativo.

### **STRUTTURA DEL PROGETTO**

Il progetto prevede un Obiettivo Generale (OG) ovvero quello di elaborare strumenti tecnico scientifici (protocolli di campionamento e misura di materiali NORM e metodologie per la stima della dose) per alcuni settori industriali NORM non considerati nel progetto precedente BRiC 2019 ID 30 e valutare il potenziale recupero dei residui NORM in altri settori industriali e il relativo impatto sanitario.

Il raggiungimento dell'OG sarà possibile attraverso Obiettivi Specifici (OS) articolati a loro volta in Attività che saranno periodicamente monitorate per tutta la durata del progetto in sede di riunioni e rendicontazioni.

Inoltre, per ciascuna Unità Operativa partecipante (UO) sarà individuata una tematica di pertinenza e quindi la leadership di sottogruppi di lavoro che potranno gestire le diverse tematiche e condividere con le altre UU.OO. i risultati e le eventuali criticità.

Il progetto NORMA ha una durata di 24 mesi e si sviluppa in due fasi fondamentali, ognuna delle quali prevede lo svolgimento di specifiche attività e il raggiungimento di OS, secondo la metodologia del *graded approach* (Trevisi, 2023).

**Fase I:** è caratterizzata da una preliminare indagine e selezione delle categorie di attività NORM, per le quali produrre i protocolli operativi di caratterizzazione e di valutazione della dose specifici per ciascun scenario espositivo individuato.

A seguire è previsto uno studio e pubblicazione di procedure per la caratterizzazione delle matrici NORM con le tecniche radiometriche di laboratorio e da campo sperimentate da laboratori che operino nel rispetto di sistemi di assicurazione qualità, appartenenti alla compagine di progetto e non, e tengano conto dell'attività mirata condotta anche nel precedente progetto BRIC 2019 ID 30 (Peroni, 2022). Il fine è quello di valutare le condizioni più rappresentative per il campionamento dei residui e degli effluenti liquidi ed aeriformi.

Infine, studio di fattibilità del recupero dei residui NORM come materia prima-secondaria in altri settori industriali attraverso la caratterizzazione degli aspetti strutturali, ambientali, radiometrici ed economici (Life Cycle Analysis/Life Cycle Cost/Social Life Cycle Analysis).

**Fase II:** è caratterizzata da attività pratico-sperimentali e di calcolo. Pertanto, è prevista l'elaborazione di metodi di calcolo per la stima della dose per i lavoratori e i membri del pubblico, anche in scenari generalmente poco considerati ma importanti per l'impatto radiologico (per esempio, il trasporto e la costruzione di strade) attraverso l'uso di codici di calcolo esistenti e ben collaudati (es: PC Cream, Microshield, RESRAD ONSITE/ BUILD, FRAME).

A questa valutazione, si affianca a complemento quella relativa l'impatto convenzionale, ambientale e radiologico del recupero dei residui NORM (per esempio nei materiali da costruzione, nei sottofondi stradali, nei fertilizzanti ottenuti dai fanghi degli impianti di trattamento dell'acqua potabile e dagli impianti di depurazione).

Infine, attraverso l'analisi del processo produttivo, della caratterizzazione radiologica e dello studio degli scenari espositivi, potranno essere derivate le concentrazioni di attività dei beni di consumo tali da garantire il rispetto del livello di riferimento in termini di dose all'individuo rappresentativo, come previsto dall'art. 203 del D.lgs. 101/2020.

## RICADUTE APPLICATIVE E POTENZIALE IMPATTO DEI RISULTATI

Nel contesto della radioprotezione, il progetto NORMA potrebbe rivestire un ruolo di grande impatto offrendo agli *stakeholder* strumenti tecnico- operativi utili all'assolvimento degli obblighi di legge.

Tra i principali risultati attesi, infatti, vi è:

- Lo sviluppo di una metodologia di caratterizzazione radiologica, dal campionamento alla valutazione della dose per popolazione e lavoratori, specifica per i settori industriali NORM;
- L'implementazione della protezione della popolazione che risiede in prossimità di insediamenti industriali NORM e dei lavoratori delle industrie NORM e di quelle categorie di lavoratori coinvolti nell'uso/recupero dei residui NORM (materiali da costruzione, costruzione di strade, agricoltura, ecc.).
- L'elaborazione di un documento tecnico che riporti i livelli derivati delle concentrazioni dei NORM nei beni di consumo contenenti radionuclidi naturali, tali da garantire:
  1. il rispetto dei livelli di riferimento di dose della normativa per la popolazione;
  2. l'applicazione del principio di ottimizzazione della radioprotezione;
  3. una semplificazione delle procedure di immissione in commercio di questi beni (v. art. 203 del Dlgs 101/2020).



Convegno Nazionale Airp  
Cagliari, 27 - 29 settembre 2023

- Avvio di un processo che, nell'ottica dell'economia circolare, estenda e incoraggi la cultura del recupero dei residui NORM per la produzione di prodotti con elevata capacità di utilizzo che non abbiano impatto per la salute delle persone.

## CONCLUSIONI

Il progetto NORMA si confronta con uno scenario articolato e di grande importanza radioprotezionistica e socio-economica. Per questa ragione è necessario il contributo di differenti enti che rivestono particolare rilevanza nel settore di pertinenza. Il risultato di un lavoro sinergico potrà garantire: i) l'incremento del numero di settori industriali NORM per i quali fornire metodologie di campionamento, di caratterizzazione radiologica per le materie prime, i residui, gli effluenti, e di valutazione della dose per la protezione dei lavoratori e per la popolazione. ii) la validazione di metodi di valutazione della dose per la protezione di lavoratori e individuo rappresentativo innovativi e che siano adattati ai singoli scenari espositivi; iii) l'adozione di strategie per il recupero dei residui NORM come materia prima di altri settori industriali; iv) e per la produzione di beni di consumo contenenti radionuclidi naturali e provenienti dalle industrie NORM, che garantiscano il rispetto dei livelli di riferimento di dose della normativa.

## Bibliografia

British Standards Institution. *BS 8001:2017. Framework for implementing the principles of the circular economy in organizations*. 2017, The British Standards Institution.

Commissione Europea, 2020. *Un nuovo piano d'azione per l'economia circolare per un'Europa più pulita e più competitiva*. Disponibile al sito: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0020.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0020.02/DOC_1&format=PDF).

Decreto Legislativo n. 101 del 31 luglio 2020. *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 riordina la normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 ottobre 2019, n. 117*. Gazzetta Ufficiale Serie Generale n.201 del 12-08-2020.

Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio, del 5 dicembre 2013, 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. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L13, 2014.

Kirchherr J., et al. 2017. *Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions*. Resources, conservation & Recycling, 2017,127.

Peroni I. et al. *Verifica delle condizioni di applicabilità della norma UNI EN ISO 11665:2017 a campioni derivanti da pratiche NORM diverse*. Atti del XXXVIII Congresso Nazionale Airp Milano, 28–30 settembre 2022.

Pugliese M., et al. 2021 *La gestione della radioprotezione in settori industriali NORM di particolare impatto radiologico: un progetto per lo sviluppo di protocolli operativi e metodologie di calcolo*. In: Convegno Nazionale Airp di Radioprotezione 2021. Atti; Roma 29 settembre-1° ottobre 2021

Trevisi R., et al. 2022 a). *La radioprotezione applicata alle industrie NORM: sviluppo di un sistema di strumenti metodologici, conoscitivi e formativi a sostegno degli stakeholders*. Stato dell'arte del progetto INAIL. Atti del XXXVIII Congresso Nazionale Airp Milano, 28 –30 settembre 2022.

Trevisi R., et al. 2022 b). *Approccio metodologico generale per la protezione dalle radiazioni nel caso delle industrie con presenza di NORM*. Atti del convegno dBA 2022, Bologna, 23 novembre 2022.





Convegno Nazionale Airp  
Cagliari, 27 - 29 settembre 2023

Trevisi R., et al. 2023. *Radiological protection in industries involving NORM: a (graded) methodological approach to characterize the exposure situations*. Atmosphere. 2023;14(4):635.

Ugolini R., et al. *Sviluppo di protocolli di campionamento e di valutazione della dose per settori industriali con presenza di NORM*. Atti del XXXVIII Congresso Nazionale Airp Milano, 28–30 settembre 2022.