

## **RADIAZIONI IONIZZANTI NATURALI: I NORM ED IL PROGETTO EUROPEO RADONORM**

**Laura Luzzi (1), Federica Leonardi (2), Rosabianca Trevisi (2)**

- 1) Dip. Ing. Astron. Eletttr.Energ. (DIAEE), Università degli Studi di Roma “La Sapienza”, Roma
- 2) Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del lavoro e Ambientale - Istituto Nazionale per l’Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL) - Monte Porzio Catone (RM)

### **INTRODUZIONE**

Con l’acronimo NORM (*Naturally Occurring Radioactive Materials*) si intendono quei materiali generalmente non considerati radioattivi, ma che contengono radionuclidi naturali per cui possono determinare livelli di esposizione dei lavoratori o degli individui della popolazione non trascurabili sia dal punto di vista della radioprotezione sia dal punto di vista dell’ambiente. Tali NORM, quindi, rientrano in processi industriali non per le loro proprietà radiologiche (caratteristiche fissili o fertili) ma in quanto materiali presenti nel ciclo produttivo o residui di processi industriali convenzionali.

Il 27 agosto 2020 entra in vigore in Italia il Decreto Legislativo n.101 del 31 luglio 2020 [1] di recepimento della direttiva 59/2013/Euratom [2] dal titolo “*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” .*

Le pratiche che comportano l'impiego di materiali contenenti radionuclidi di origine naturale (NORM) sono disciplinate nel Titolo IV del D. Lgs. 101/2020.

Il decreto ha fortemente modificato il sistema regolatorio in relazione alla protezione dei lavoratori e degli individui della popolazione dall'esposizione ai radionuclidi naturali presenti nelle materie del ciclo produttivo e nei residui delle cosiddette “industrie NORM”. Si fa presente che i prodotti delle Industrie NORM, non essendo regolati dal Titolo IV in quanto intesi come “beni di consumo” e disciplinati dal Titolo XV “Particolari situazioni di esposizione esistente”, non sono trattati nel presente articolo.

Per favorire l'adozione della nuova normativa, INAIL ha dato inizio ad un progetto volto a sostenere le industrie italiane NORM nell'applicazione del nuovo decreto tramite lo sviluppo di procedure e protocolli di misura, la realizzazione di linee guida, schede tecniche e, per ultimo, di una banca dati che sarà fruibile online.

A livello europeo, invece, a settembre 2020 è stato avviato il progetto “RadoNorm” di durata quinquennale che ha come obiettivo la gestione del rischio da situazioni di esposizioni al radon e ai NORM per garantire un'efficace protezione dalle radiazioni basata su evidenze scientifiche e considerazioni sociali [3] [4].

### **D.LGS.101/2020: la radioprotezione delle industrie NORM**

In questo paragrafo si intende fornire una chiave di lettura degli elementi di novità in relazione al sistema di radioprotezione per le industrie NORM.

Il capo II del Titolo IV disciplina le “Pratiche che comportano l'impiego di materiali contenenti radionuclidi di origine naturale”, ovvero le cosiddette “industrie NORM”. Alcune attività industriali, infatti, comportano l'uso o lo stoccaggio e/o la produzione di residui o effluenti di materiali che contengono radionuclidi di origine naturale che non possono essere trascurate dal punto di vista radioprotezionistico e ambientale per cui con il d. lgs. 101/2020 sono state emanate disposizioni che coinvolgono una serie di settori industriali elencati nella tabella II dell'allegato II (fig.1).

Figura 1 - Tabella II-1 Settori industriali "NORM" (Allegato II del D.lgs. 101/2020)

Settori industriali	Classi o tipi di pratiche
Centrali elettriche a carbone	manutenzione di caldaie
Estrazione di minerali diversi dal minerale di uranio	estrazione di granitoidi, quali graniti, sienite e ortogneiss, porfidi, tufo, pozzolana, lava, basalto
Industria dello zirconio e dello zirconio	Lavorazione delle sabbie zirconfere produzione di refrattari, ceramiche, piastrelle produzione di ossido di zirconio e zirconio metallico
Lavorazione di minerali e produzione primaria di ferro	Estrazione di terre rare da monazite; estrazione di stagno; estrazione di piombo; estrazione di rame; estrazione di ferro- niobio da pirocloro; estrazione di alluminio da bauxite; lavorazione del minerale niobite-tantalite utilizzo del cloruro di potassio come additivo nella estrazione dei metalli tramite fusione
Lavorazioni di minerali fosfatici e potassici	produzione di fosforo con processo termico; produzione di acido fosforico; produzione e commercio all'ingrosso di fertilizzanti fosfatici e potassici produzione e commercio all'ingrosso di cloruro di potassio
Produzione del pigmento TiO <sub>2</sub>	gestione e manutenzione degli impianti di produzione del pigmento biossido di titanio
Produzione di cemento	manutenzione di forni per la produzione di clinker
Produzione di composti di torio e fabbricazione di prodotti contenenti torio	produzione di composti di torio e fabbricazione, gestione e conservazione di prodotti contenenti torio, con riferimento a elettrodi per saldatura con torio, componenti ottici contenenti torio, reticelle per lampade a gas
Produzione di energia geotermica	impianti di alta e media entalpia, con particolare riguardo alla manutenzione dell'impianto
Produzione di gas e petrolio	estrazione e raffinazione di petrolio ed estrazione di gas, con particolare riguardo alla presenza e rimozione di fanghi e incrostazioni in tubazioni e contenitori
Impianti per la filtrazione delle acque di falda	gestione e manutenzione dell'impianto
Cartiere	manutenzione delle tubazioni
Lavorazioni di taglio e sabbiatura	impianti che utilizzano sabbie o minerali abrasivi

Le disposizioni fornite negli articoli 20-26 (negli allegati II, IV, V e VI) cambiano fortemente il quadro regolatorio rispetto la normativa precedente (D.lgs.230/95) [4]: le industrie NORM sono classificate come “pratiche”, mentre in passato erano considerate “attività lavorative” che entravano nel sistema di radioprotezione solo se sussistevano determinate condizioni (superamento del livello di azione e impossibilità o inefficacia di eventuali misure correttive). In quanto pratiche, dunque, gli esercenti hanno l’obbligo di provvedere alle misurazioni delle concentrazioni di attività dei materiali presenti nel ciclo produttivo e nei residui di lavorazione entro dodici mesi dall’entrata in vigore del decreto (27 agosto 2021) o dall’inizio della pratica, avvalendosi di un organismo riconosciuto ai sensi dell’art.155 comma 3. Se i risultati delle misurazioni sono inferiori ai livelli di esenzione in termini di concentrazione di attività riportati nell’allegato II, si ripetono le misure ogni tre anni o in caso di significative variazioni del ciclo produttivo o delle caratteristiche radiologiche delle materie in ingresso, e la pratica può considerarsi “esente” dagli obblighi di notifica. I livelli di esenzione in termini di concentrazione di attività riportati nell’allegato II si riferiscono ai materiali solidi e sono gli stessi indicati nella direttiva 59/2013/Euratom e si

riferiscono alla presenza del  $^{40}\text{K}$  e dei nuclidi appartenenti alle famiglie dell' $^{238}\text{U}$  e del  $^{232}\text{Th}$ ; sono fissati anche dei livelli di esenzione in termini di concentrazione di attività per specifici radionuclidi (ad esempio per il  $^{210}\text{Pb}$  e  $^{210}\text{Po}$ ) e per alcuni materiali (ad esempio per i fanghi petroliferi).

Se invece i risultati delle misurazioni, che devono essere rilasciati per mezzo di una relazione tecnica, superano i livelli di esenzione in termini di concentrazione di attività, l'esercente deve provvedere entro 6 mesi dal rilascio di questa relazione tecnica alla valutazione delle dosi efficaci. L'esercente nomina, dunque, un Esperto di Radioprotezione che procederà all'attuazione degli adempimenti prescritti nell'art. 22 del d.lgs.101/2020: l'esperto nominato dovrà redigere una relazione tecnica in cui riporta, tra le altre cose, la valutazione della dose efficace per i lavoratori e per l'individuo rappresentativo della popolazione. Nel caso in cui per essi le dosi efficaci non superano i livelli di esenzione fissati in termini di dose efficace riportati nell'allegato II (pari ad 1 mSv/anno per i lavoratori e 0,3 mSv/anno per l'individuo rappresentativo della popolazione; ma sono introdotti anche ulteriori livelli di esenzione/allontanamento qualora il destino finale sia l'incenerimento oppure – per gli effluenti liquidi – un allontanamento che possa impattare potenzialmente su fonti di acqua potabile: essi non sono esattamente uguali a quelli indicati nella direttiva 59/2013/Euratom), la pratica può considerarsi “esente” dagli obblighi di notifica e, anche in questo caso, occorre solo ripetere con cadenza triennale le misure di concentrazione di attività prima citate e riportate nell'art.22 comma 1.

Nel caso di superamento di uno dei livelli di esenzione in termini di dose efficace, si applica quanto previsto ai titoli XI (se risulta superato il livello di esenzione in termini di dose per i lavoratori) e XII (se risulta superato il livello di esenzione in termini di dose alla popolazione) e si applica quanto previsto all'art.24 per quanto concerne la notifica.

È previsto, infatti, che l'esercente della pratica NORM effettua la notifica al Ministero del lavoro e delle politiche sociali, all'ISIN, alla ARPA/APPA, agli organi del SSN, all'INL competenti per territorio, seguendo le indicazioni fornite nell'allegato V.

Rimane ancora la possibilità di “esenzione”, qualora l'esercente, introducendo misure correttive volte alla riduzione delle dosi efficaci per i lavoratori e per l'individuo rappresentativo, dimostri che la dose efficace risulta non superiore al livello di esenzione: in questo caso si richiede di notificare alle medesime autorità i risultati della nuova valutazione, unitamente alla descrizione delle misure correttive adottate ai fini dell'eventuale esenzione della pratica dagli obblighi precedentemente descritti (applicazione del titoli XI e XII).

L'articolo 22 prevede esplicitamente che la relazione tecnica contenente gli esiti delle valutazioni effettuate dall'Esperto in Radioprotezione siano parte integrante della valutazione dei rischi ai sensi del D.lgs. 81/08.

Nelle industrie NORM ricoprono un ruolo importante i residui prodotti dall'industria stessa. Ai fini della loro gestione (in termini di riutilizzo, riciclo e smaltimento), il d. lgs. 101/2020 introduce una loro classificazione (art.25 e allegato VI). I residui NORM sono infatti classificati in "esenti" e "non esenti", rispettivamente quando il contenuto radiologico è inferiore e superiore ai livelli generali di allontanamento dell'allegato II (i cui valori sono pari ai livelli di esenzione).

I residui "esenti" di una pratica "esente" possono essere riutilizzati, riciclati o smaltiti nel rispetto della disciplina generale delle emissioni in atmosfera o della gestione dei rifiuti di cui al d. lgs. 152/2006.

Qualora invece i residui "esenti" derivino da pratica "notificata", per essere riciclati, riutilizzati o smaltiti nell'ambiente, nel rispetto del d. lgs. 152/2006, necessitano di un'autorizzazione rilasciata dalle Regioni o dalle Province autonome di Trento e Bolzano.

I residui "non esenti" vanno invece smaltiti in discariche autorizzate, in possesso di requisiti descritte nella norma all'articolo 26 del d. lgs. 152/2006.

#### **PROGETTO INAIL "INTERVENTI PER UNA EFFICACE PROTEZIONE DEI LAVORATORI DELLE ATTIVITÀ NATURALLY OCCURRING RADIOACTIVE MATERIALS (NORM): REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA INTEGRATO DI STRUMENTI TECNICO-OPERATIVI, FORMATIVI E INFORMATIVI"**

I settori industriali ai quali si applicano le disposizioni del d.lgs. 101/2020 sono più numerosi rispetto alla precedente normativa (d.lgs. 230/95) [5]: per esempio, settori come cementifici, gli impianti geotermici e altri ancora, prima non erano considerati.

Per supportare i diversi stakeholders, INAIL ha dato avvio al progetto di ricerca "Interventi per una efficace protezione dei lavoratori delle attività Naturally occurring radioactive materials (NORM): realizzazione di un sistema integrato di strumenti tecnico-operativi, formativi e informativi". Questo progetto prevede molte attività, alcune delle quali sono realizzate grazie al contributo di un gruppo di lavoro costituito dai colleghi di ARPAT, ARPAV, ISS, Università di Napoli Federico II, e Laboratorio di Sanità Pubblica della USL Toscana Sud Est.

Uno dei primi obiettivi del progetto INAIL consiste nel censimento delle cosiddette "Industrie NORM" in Italia, tenuto conto dei settori industriali riportati nell'allegato II del D. Lgs. 101/2020 (Fig. 1). Questa attività tiene conto di un primo censimento realizzato da ISPRA nel 2014 [6]. In particolare, le informazioni raccolte hanno riguardato: il numero e la

collocazione di siti industriali NORM, la descrizione del processo di lavorazione del singolo settore industriale, le informazioni circa il contenuto radiologico delle materie NORM, le principali vie di esposizione, le criticità radiologiche dei processi in questione, ecc.

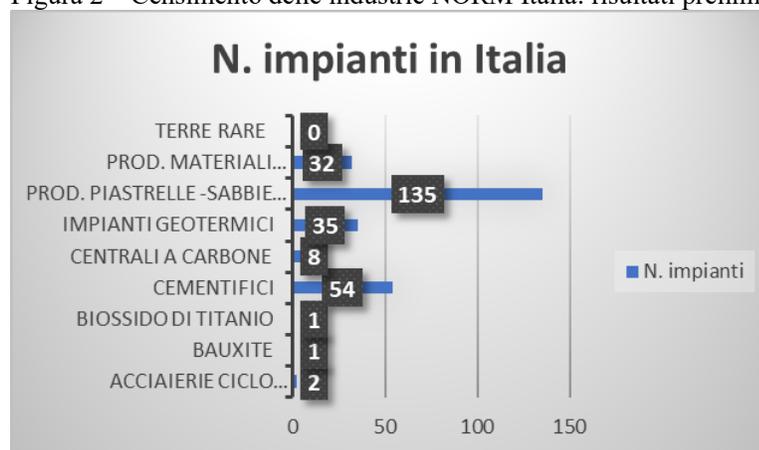
Come anticipato, si è proceduto alla revisione e all'aggiornamento dei dati del censimento realizzato da ISPRA nel 2014 allo scopo di tracciare un quadro aggiornato delle cosiddette "Industrie NORM" presenti sul territorio italiano, utile anche a valutare l'impatto dell'applicazione del nuovo decreto. I primi dati sull'aggiornamento del censimento delle Industrie NORM in Italia sono stati presentati e discussi in [7].

I settori industriali finora censiti sono:

- lavorazione dei minerali di ferro in acciaierie a ciclo integrale;
- lavorazione della bauxite;
- produzione di biossido di titanio;
- cementifici;
- centrali elettriche a carbone;
- impianti per la filtrazione delle falde freatiche;
- produzione di energia geotermica;
- produzione e commercio all'ingrosso di fertilizzanti fosfatici e potassici;
- estrazione di petrolio e gas naturale;
- lavorazione delle sabbie zirconifere;
- estrazione delle terre rare.

Come emerge dal grafico in figura (fig.2), i settori industriali NORM più presenti sul nostro territorio sono gli impianti di lavorazione delle sabbie zirconifere (produzione di materiali refrattari e piastrelle), gli impianti geotermici e gli impianti di produzione di cemento. Si osserva, inoltre, che attualmente in Italia non risultano imprese che operano nel settore di estrazione di terre rare, della monazite e la lavorazione del minerale niobite-tantalite. Per quanto riguarda l'estrazione di petrolio e gas naturale, secondo i dati riportati dal Ministero dello Sviluppo Economico [8], i pozzi presenti ad oggi in Italia sono 1581 (contro i 1642 del 2014) di cui 9 non sono più produttivi e 859 sono produttivi non eroganti.

Figura 2 – Censimento delle industrie NORM Italia: risultati preliminari



Vista la grande eterogeneità dei settori industriali, per una raccolta sistematica di diverse tipologie di informazioni caratterizzanti ciascun settore, nell'ambito dello stesso progetto INAIL è stato elaborato un prototipo di scheda tecnica che potesse tenere conto quanto più possibile delle esigenze specifiche (fig.3). Le informazioni sono state acquisite attraverso diverse fonti bibliografiche italiane e internazionali come reports, atti di convegno, relazioni tecniche, nonché per contatto diretto o tramite siti web delle associazioni di categoria.

Parallelamente al censimento è in corso di realizzazione la banca dati NORM. Tale banca dati raccoglie dalla letteratura nazionale e internazionale i dati radiologici (contenuto di U, Th e K) delle materie prime e dei residui NORM con particolare attenzione a quelle utilizzate in Italia; inoltre la banca dati offre la possibilità di stimare le dosi (al lavoratore e ad individui della popolazione) a partire dai contenuti medi dei radionuclidi di interesse per ciascun NORM, nell'ambito di alcuni scenari espositivi (ad esempio lavoratore di industria NORM, lavoratore impegnato nella costruzione di strade, ecc.), L'obiettivo è di rendere fruibile la banca dati attraverso il Portale Agenti Fisici – PAF ([www.portaleagentifisici.it](http://www.portaleagentifisici.it)).

Figura 3 – Progetto INAIL: prototipo scheda tecnica per settore industriale

**Industrial sector**

N° facilities: \_\_\_\_\_

*Radiological information*

---

**WORKERS**

SCENARIOS Fare clic o toccare qui per immettere il testo.

**EXPOSURE**

Irradiation (External exposure)       Dust inhalation (Internal exposure)

Radon (Internal exposure)               Ingestion (Internal exposure)

**RISK-REDUCTION PROVISIONS**

necessary?  Yes  No

Fare clic o toccare qui per immettere il testo.

**MAIN CONTRIBUTORS (gg)** Fare clic o toccare qui per immettere il testo.

**DOSES RANGE** Fare clic o toccare qui per immettere il testo.

**Irradiation**

Dust inhalation

Radon

Ingestion

**RESIDUES\***  Yes  No

**TYPES OF RESIDUES** Fare clic o toccare qui per immettere il testo.

**RANGE OF ACTIVITY CONCENTRATIONS** Fare clic o toccare qui per immettere il testo.

**RECYCLE**  Yes  No

**REUSE**  Yes  No

\* D.Lgs.101/2020

1

Fare clic o toccare qui per immettere il testo.

**WASTE MANAGEMENT**

in-situ storage     conventional waste storage

mono landfill / specific storage     radioactive waste storage

**PROTECTION OF POPULATION AND ENVIRONMENT**

**EFFLUENTS**  liquid     gaseous     no

**PROVISIONS FOR POPULATION?**  Yes     No     To be decided

**ENVIRONMENTAL MONITORING PROVISIONS?**  Yes     No     To be decided

Industrial Sector	Inventory:
n. facilities	References
Occupational exposure	References
Scenarios *	
<small>Based on a review of relevant literature, tables are provided and consider both protection and reduction and whether the actions, available.</small>	
Main exposure	
Exposure pathways *	
Main contributors	
<b>Risk-reduction provisions</b>	
<b>risk</b>	<b>reduction</b>
Dust inhalation	
Radon	
Intervention ingestion	
Raw materials	
Residues	
Doses range	
<b>Protection of population and environment</b>	References
<b>Types of effluents</b>	
Risk-reduction provisions	
Environmental monitoring provisions	

2

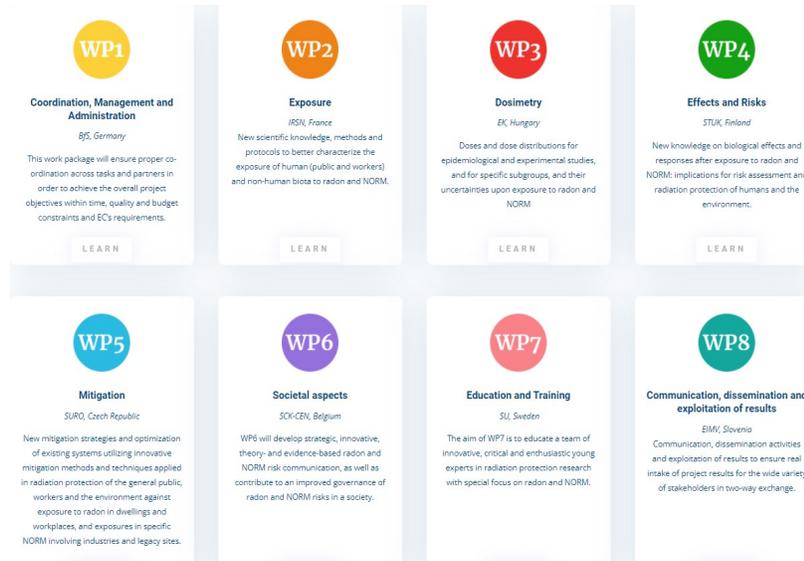
## PROGETTO RADONORM

Per dare sostegno agli Stati membri dell’Unione Europea nell’attuazione della Direttiva 59/2013/Euratom, il 01.09.2020 è iniziato un progetto finanziato dall’Unione Europea nell’ambito del programma EURATOM Horizon 2020, chiamato “RadoNorm – Towards effective radiation protection based on improved scientific evidence and social considerations – focus on Radon and NORM” della durata di cinque anni. Al progetto, coordinato dalla Germania, prendono parte 55 partner tra istituzioni e imprese da 22 Paesi (18 Paesi UE, Svizzera, Norvegia, Ucraina, UK). La maggior parte del progetto è dedicata al Radon, circa il 60-70%, ma diverse attività pongono l’attenzione anche sui problemi legati ai NORM.

RadoNorm si configura come un progetto di ricerca multidisciplinare e inclusivo che riguarda tutte le fasi rilevanti del ciclo di gestione del rischio attraverso diversi approcci: (i) indirizzare la ricerca e lo sviluppo verso tutte le fasi del ciclo di gestione; (ii) combinare la ricerca biomedica ed ecologica con lo sviluppo della mitigazione del rischio e la ricerca nelle scienze sociali, (iii) favorire l’integrazione dei ricercatori di istituzioni nazionali di radioprotezione, centri di ricerca e università, (iv) prevedere attività di E&T (Education&Training) in tutte le iniziative (v) collegare gli sforzi, volti alla diffusione, direttamente alle nuove conoscenze acquisite e alle nuove raccomandazioni [4].

Il progetto RadoNorm è strutturato in otto WorkPackages (WP) della durata di 60 mesi e focalizzati su tutte le fasi del ciclo di gestione del rischio (fig.4). Il WP2 è dedicato ai NORM.

Figura 4 – Gli 8 Work Packages RadoNorm (Fonte: [www.radonorm.eu](http://www.radonorm.eu))



Poiché sui diversi aspetti inerenti all'esposizione ai NORM non si ha lo stesso grado di conoscenza e approfondimento che si ha per il radon, l'obiettivo del WP2 è di acquisire conoscenze scientifiche sui fattori e sui processi che impattano sul trasferimento nell'ambiente di radionuclidi contenuti nei NORM. I siti sui quali impattano materiali o residui NORM sono caratterizzati in modo approfondito, con misurazioni in situ e prove in laboratorio fino ad arrivare all'implementazione di modelli di trasferimento e dispersione dei NORM nell'ambiente [3].

Ogni WP è articolato in Tasks. In particolare, il WP2 si suddivide in:

- Task 2.1: Riduzione delle incertezze di misura del radon;
- Task 2.2: Trasporto di radon nell'ambiente;
- Task 2.3: Esposizione al radon negli edifici;
- Task 2.4: Miglioramento dei metodi per identificare livelli elevati di radon indoor (mappatura del radon e altri metodi);
- Task 2.5: Panoramica dei siti NORM e degli scenari di esposizione in Europa e loro caratteristiche;

- Task 2.6: Identificazione dei parametri biologici e chimici che controllano il trasferimento di NORM alle piante per derivare fattori di trasferimento (TF) più robusti;
- Task 2.7: Identificazione dei processi geochimici e biologici che controllano la mobilità NORM per ricavare un coefficiente di distribuzione solido/liquido più robusto (Kd);
- Task 2.8: Aggiornare gli approcci per la modellazione della previsione a lungo termine del trasferimento di NORM nell'ambiente.

Il gruppo italiano che contribuisce alla parte NORM del progetto è costituita da:

- ISS (partner);
- ARPA Veneto (Sub contractor);
- INAIL – DIMEILA (candidato a partecipare Linked Third Party – LTP di ISS)

Le attività in cui il gruppo è impegnato sono:

- Task 2.5
- Task 2.8

La Task 2.8 si pone gli obiettivi di rivalutare le vie di esposizione presso i siti industriali/legacy NORM considerate nei modelli radioecologici ai fini della valutazione della dose per i membri del pubblico e per il biota, di applicare modelli specifici a siti NORM selezionati che tengano conto di una migliore conoscenza dei processi biologici e geochimici e, infine, di elaborare linee guida/ documenti, ad esempio per contribuire all'aggiornamento delle linee guida RP 122 [9] e RP 135 [10].

La Task 2.5 prevede tra i vari obiettivi l'elaborazione di un format di "Systematic NORM Inventory" per garantire l'armonizzazione dei censimenti delle "Industrie NORM" realizzati nei vari Paesi Membri (vedi fig.5).

Figura 5 – Inventario Task 2.5 RadoNorm



## Develop questions/Task 2.5

- **Task 2.5:**
  - Systematic NORM inventory;
  - Type and amount of NORM involving sites;
  - Types and amount of NORM legacy sites;
  - For which situations exposure assessment is necessary/carried out?
  - Extent of liquid discharges, into water bodies;
  - Extent of gaseous discharges;
  - Main NORM exposure scenarios for workers and members of public;
  - What are the challenges from scientific point of view/ from regulatory point of view to deal with these sites?

 This project has received funding from the Euratom research and training programme 2019-2020 under grant agreement No 900009.

## CONCLUSIONI

La protezione dei lavoratori e degli individui della popolazione dall'esposizione ai radionuclidi naturali presenti nelle materie e nei residui in relazione ad alcuni settori industriali NORM è stata rafforzata in Italia con l'entrata in vigore del D.lgs.101/2020 di recepimento della Direttiva 59/2013/Euratom.

I settori industriali coinvolti dalla normativa italiana sono elencati nell'allegato II del d.lgs.101/2020 e sono disciplinati dal Titolo IV. Con esso sono state introdotte importanti novità di interesse per le industrie NORM, a partire dal fatto che esse sono classificate come "pratiche", con diverse opportunità di esenzione.

Il D.lgs.101/2020 ha introdotto una classificazione dei residui NORM al fine di disciplinare il loro allontanamento in base al contenuto radiologico.

In Italia, un progetto di ricerca promosso da INAIL sarà di supporto agli stakeholders italiani mettendo a disposizione strumenti tecnici, come protocolli di campionamento, modelli semplificati per la stima della dose, ecc. e strumenti formativi e informativi, basati sulla raccolta di informazioni in una banca dati online.

In ambito europeo, è in corso un progetto di ricerca, denominato "RadoNorm", della durata di cinque anni, che affronterà, oltre al Radon, la tematica dei NORM.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] D. Lgs.101/2020, «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...» Suppl.ordinario alla Gazzetta ufficiale n.201 del 12 agosto 2020, Roma, 2020.
- [2] European Commission (EC), «Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97» Off. J. Eur. Union, pp. 1-73, December 2013.
- [3] «Towards effective radiation protection based on improved scientific evidence and social considerations – focus on radon and NORM» [Online]. Available: [www.radonorm.eu](http://www.radonorm.eu).
- [4] Nuccetelli C., Venoso G., et al., «Esposizioni ai NORM: attività dell'Italia nell'ambito del progetto europeo RadoNorm,» in Atti del convegno nazionale Airp di Radioprotezione "La radioprotezione: novità e sfide tra innovazione normativa e tecnologica", Roma, 2021.
- [5] D.lgs.230/95, «Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti» Decreto Legislativo del Governo 17 marzo 1995 n.230, 1995.
- [6] ISPRA, «Task 03.01.01 Censimento attività/siti con NORM e raccolta delle analisi di rischio» 2014.
- [7] Luzzi L., Leonardi F., et al., «Nuovo censimento delle industrie NORM in Italia,» in Atti del Convegno Nazionale Airp di Radioprotezione "La radioprotezione: novità e sfide tra innovazione normativa e tecnologica", Roma, 2021.
- [8] M. d. S. e. (MISE), «ELENCO DEI POZZI PER LA COLTIVAZIONE DI IDROCARBURI,» 2020.
- [9] R. P. 122, «Practical use of the Concepts of Clearance and Exemption» 2000.
- [10] R. P. 135, «Effluent and dose control from European Union NORM industries Assessment of current situation and proposal for a harmonised Community» 2003.