A1 Titolo dell'attività di Ricerca

Radioattività ambientale e radioprotezione Dosimetria ambientale e clinica Radiobiologia

A2 Responsabile

Mariagabriella Pugliese

Responsabile del Laboratorio di Radioattività LaRa Ed. 6 Dipartimento di Fisica "E. Pancini" 0G16-0G17

A3 Personale Dipartimento di Fisica

Prof. Ordinari: - -

Prof. Associati: M. Pugliese Ricercatori Universitari: - -

RTDA: Fabrizio Ambrosino

RTDB: --

A4 Collaborazioni con altri enti

ENEA- INMRI, ISS, ASI, Università Tor Vergata, SUN, Parthenope, BfS (Germania), IIT, INGV-OV, INFN, CNR, SOGIN, Radon Vos (Repubblica Ceca), Istituto Nazionale Tumori IRCCS Fondazione G. Pascale, Regione Campania, Sogin, Università della Campania "L. Vanvitelli, ARPA Campania – Veneto – Toscana e Lombardia.

A5 Personale strutturato ricercatore o tecnologo altri enti convenzionati

A6 Altro personale di ricerca (Assegnisti, Borsisti)

Assegnisti post-doc: Giuseppe La Verde

A7 Dottorandi di Ricerca

B1 Breve descrizione della linea di ricerca

(max 1000 caratteri)

L'attività di ricerca è svolta presso il Laboratorio di Radioattività (LaRa), che ha ottenuto la certificazione *UNI EN ISO 9001:2015 "Attività di misure e prove nel campo della radioattività naturale ed artificiale mediante spettrometria gamma e rivelazione passiva. Progettazione, sviluppo e gestione di progetti di ricerca in ambito radio-protezionistico"*

Le principali linee di ricerca riguardano:

- i. la ricostruzione, attraverso campagne di misura, della distribuzione della concentrazione di attività di radionuclidi naturali e artificiali nell'ambiente, sviluppando anche tecniche di rivelazione originali del radon e del thoron, sia attive che passive.
- ii. lo sviluppo di tecniche di rivelazione ottimizzate per il campo di indagine di interesse e per la realizzazione di reti di monitoraggio in tempo reale (sistema RaMonA) e la messa a punto di rivelatori attivi radon e toron.
- iii. la comunicazione agli studenti delle scuole superiori del metodo scientifico, inserendoli in attività di ricerca sulla misura della concentrazione di radon, mettendo a punto con i docenti percorsi formativi interdisciplinari (partecipazione al progetto INFN RadioLab- RN M. Pugliese)
- iv. la dosimetria clinica e ambientale attraverso l'utilizzo di dosimetri a termoluminescenza:

- v. lo studio degli effetti delle radiazioni ionizzanti sulle proprietà biomeccaniche del citoscheletro di linee cellulari di mammella sane e tumorali; studio dei meccanismi di internalizzazione di nanovettori nelle medesime linee cellulari post-irraggiamento.
- vi. lo studio di protocolli operativi e metodologie di calcolo per l'attuazione della nuova normativa di radioprotezione, recepimento della Direttiva 59/2013 EURATOM, in settori industriali NORM in particolare per l'impatto radiologico.
- vii. lo studio dell'utilizzo delle zeoliti per il decommissioning delle ex centrali nucleari italiane.
- viii. lo studio dell'efficacia delle zeoliti come strumento di rivelazione del gas radon

B2 Descrizione attività svolta nel triennio 2021-2023

(max 2000 caratteri)

- i. Lo svolgimento di varie campagne di misura della concentrazione di radon e della dose gamma nelle scuole e nelle abitazioni al fine di implementare la conoscenza dell'esposizione radiologica indoor degli abitanti della Campania e di altre regioni italiane.
- ii. L'apparato di misura della concentrazione di radon/thoron già sviluppato presso il laboratorio e basato sulla spettrometria alfa dei discendenti ionizzati dei due isotopi è stato arricchito con l'ottimizzazione di nuove camere di raccolta che hanno permesso di estenderne il campo di applicazione.
- iii. L'attività svolta con gli studenti delle scuole superiori e con i docenti degli istituti coinvolti, è stata volta alla problematica della percezione del rischio radon da parte della popolazione e alla messa a punto di un percorso didattico che possa essere utilizzato per avvicinare i giovani al mondo della ricerca scientifica. Il progetto RadioLab è stato esteso coinvolgendo alcune isole minori italiane con l'istituzione di ISOradioLAb che al momento coinvolte le isole di Lampedusa, Linosa, Pantelleria, San Pietro
- iv. L'attività svolta in ambito dosimetrico per gli aspetti clinici ha permesso di mettere a punto un protocollo di verifica per la dose erogata al paziente attraverso la sperimentazione di procedure e verifiche dosimetriche nel campo della radioterapia sia interna (brachiterapia) con l'uso di sorgenti radioattive che esterna con acceleratori lineari di utilizzo standard. La dosimetria ambientale è stata sviluppata attraverso la partecipazione al progetto INFN SAMADHA considerando la dosimetria neutronica cosmica ad alta quota attraverso la caratterizzazione dei dosimetri dedicati TLD-600 e TLD-700 e l'esposizione combinata presso i laboratori ad alta quota
- v. L'attività svolta nell'ambito della ricerca sugli effetti della radioterapia a livello biomeccanico delle cellule tumorali e sane ha permesso una caratterizzazione preliminare della risposta a questo tipo di insulto fisico nell'ottica dell'ottimizzazione della strategia di cura combinata radioterapia-chemioterapia. Un ulteriore studio ha riguardato invece l'internalizzazione di nanoparticelle rivestite di acido ialuronico per il miglioramento del drug-delivery, al fine di implementare l'intake cellulare.
- vi. Nell'ambito del progetto BRiC INAIL ID30 2019-2021 sono stati studiati alcuni scenari espositivi nelle industrie NORM (Naturally Occurring Radionulcides Material) che ricadono nel campo di applicazione della normativa di radioprotezione (D.Lgs. 101/2020 e ss.mm.ii.). In particolare, sono stati sviluppati protocolli standardizzati di campionamento delle matrici di interesse radiologico, e metodi di calcolo della dose per lavoratori e individuo rappresentativo della popolazione. Da aprile 2023 è iniziato BRiC INAIL ID37 (2022-2023) dal titolo 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, nell'ottica dei principi dell'Economia Circolare.
- vii. L'attività svolta nell'ambito della ricerca sull'utilizzo delle zeoliti per il decommissioning delle ex centrali nucleari italiane ha riguardato la caratterizzazione radiologica di campioni di acque reflue radioattive delle ex centrali del Garigliano e di Latina e, sulla base di ciò, si sono studiate le potenzialità delle zeoliti

- naturali ed artificiali per rimuovere i radionuclidi artificiali attraverso scambio ionico con esperimenti in batch e in colonna.
- viii. Da ottobre 2023 ha avuto inizio il progetto ZEBRA (ZEolite Blocks RAdon) nell'ambito del FRA2022 (Finanziamento della Ricerca di Ateneo) che mira allo studio della rimozione del gas radon mediante materiali zeolitici tramite adsorbimento.

B3 Descrizione attività programmata nel triennio 2024-2026

(max 2000 caratteri)

- Grazie all' incremento delle misure di concentrazione di radon indoor che continueranno nel prossimo triennio, ne sarà realizzata una mappa estesa a tutto il territorio regionale. Tale attività risponde alla necessità istituzionale di individuare eventuali zone radon-prone inserendosi nelle attività previste dal Piano Nazione d'Azione Radon (D. Lgs. 101/2020) per la realizzazione della mappa geogenica della Campania come previsto dalla legislazione nazionale in vigore
- Il coinvolgimento degli studenti e dei docenti delle scuole superiori nelle attività di ricerca sulla radioattività ambientale prevede la messa a punto del percorso formativo che si è individuato essere il più efficace nel corso di questi anni. Sono programmate giornate di divulgazione scientifica nelle città sede degli istituti scolastici coinvolti e giornate di citizen science. ISOradioLAb potrebbe coinvolgere anche altre isole come Salina, Eolie ecc..
- L'obiettivo principale del BRiC INAIL ID37 (2022-2023) sarà 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.
- I risultati ottenuti in merito al decommissioning delle acque reflue delle ex centrali nucleari italiane tramite zeoliti potrebbe avere ricadute non solo scientifiche ma anche economiche e sociali, in quanto faciliterà lo smaltimento di impianti nucleari e affretterà i tempi per la bonifica definitiva dei terreni sui quali oggi esistono.
- Le attività previste dal progetto ZEBRA riguarderanno esperimenti per investigare l'adsorbimento di ²²²Rn e ²²⁰Rn da parte di zeoliti selezionate, all'interno di una camera di esposizione con atmosfere controllate dei due isotopi con concentrazioni di attività note.
- Nell'ambito del progetto PRIN FIGHT-TUMOR, lo scopo sarà quello di sfruttare le potenzialità promettenti della TPM-FC (Tomographic Phase Microscopy Flow Cytometry), per eseguire analisi 3D high-throughput su singola cellula e senza l'utilizzo di marcatori esogeni: ciò consentirà, grazie all'utilizzo di reti neurali convoluzionali, di a) identificare specifici biomarcatori per valutare l'effetto dell'irraggiamento sulla morfologia e sulle funzioni cellulari e quindi b) implementare una RT personalizzata, aumentandone così l'efficacia intrinseca, riducendo i danni indesiderati su tessuti e cellule sane.

C1 Pubblicazioni scientifiche nel triennio 2021-2023

(indicare il numero complessivo nel triennio e elencare le più significative)

N. complessivo: 34

Eur. Phys. J. Plus 138, 909 (2023). https://doi.org/10.1140/epip/s13360-023-04491-3

Sensors 23, 3592 (2023) https://doi.org/10.3390/s23073592

Isot. Environ. Health Stud., 59:2, 192, (2023) https://doi.org/10.1080/10256016.2023.2189249

Appl. Sci., 13, 4701. (2023) https://doi.org/10.3390/app13084701

Atmosphere 14, 635. (2023) https://doi.org/10.3390/atmos14040635

Eur. Phys. J. Plus 138, 691 (2023). https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-023-04299-1

Eur. Phys. J. Plus 138, 811 (2023). https://doi.org/10.1140/epip/s13360-023-04428-w

Horticulturae 9, 452. (2023) https://doi.org/10.3390/horticulturae9040452

Appl Radiat Isot 193: 110664. (2023) https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2023.110664

PeerJ, 11, e15281. (2023) https://doi.org/10.7717/peerj.15281

Eur. Phys. J. Plus 138:828 (2023) https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-023-04452-w

Int. J. Mol. Sci. 24, 601. (2023) https://doi.org/10.3390/jjms24010601

Appl Radiat Isot. 200:110981. (2023) https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2023.110981

Environments 9, 82. (2022) https://doi.org/10.3390/environments9070082

Sensors 22, 5721. (2022) https://doi.org/10.3390/s22155721

Life 12, 246. (2022) https://doi.org/10.3390/life12020246

Front. Bioeng. Biotechnol. 10:969004. (2022) https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.969004

Appl Radiat Isot. 185, 110221 (2022) https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2022.110221

Appl. Sci. 11, 8263. (2021) https://doi.org/10.3390/app11178263

Applied Geochemistry 126: 104890. (2021) https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2021.104890

Life 11, 533. (2021) https://doi.org/10.3390/life11060533

Int. J. Environ. Res. Public Health 18, 11213. (2021) https://doi.org/10.3390/ijerph182111213

Water 13, 3271. (2021) https://doi.org/10.3390/w13223271

Biomedicines 9, 1102. (2021) https://doi.org/10.3390/biomedicines9091102

C2 Presentazioni a Conferenze internazionali e nazionali

(solo se lo speaker è tra il personale elencato nel punto A3)

Il personale del LaRa ha partecipato con numerosi contributi a congressi nazionali e internazionali organizzati da:

- Società Italiana di Fisica (SIF)
- Società Italiana sulla Ricerca delle Radiazioni (SIRR)
- Istituto Nazionale Assicurazione Infortuni Sul Lavoro (INAIL)
- European NORM Association (ENA)
- Associazione Italiana di Radioprotezione (AIRP)
- International Radiation Protection Association (IRPA)

C3 Presentazioni di brevetti internazionali e nazionali

Brevetto per un sistema di monitoraggio del radon: depositato nel 2008, trasferito all' INFN e depositato anche negli USA nel 2011, a nome di V.Roca, M.Pugliese, C.Sabbarese, G.Venoso.

D1 Progetti di ricerca attivi

(Progetti di Enti di ricerca, Progetti Europei, Progetti MIUR, PON, POR, ...)

- BRiC INAIL 2022 ID 37 (RN M. Pugliese; partecipante: La Verde)
- RadioLab e ISOradioLAb INFN (RN M. Pugliese; partecipante: La Verde)
- PRIN 2022 PNRR "Flow-cytometry ImaGing by Holographic tomography for predicting TUMor control in Oncology patients treated with Radiotherapy (FIGHT-TUMOR) (partecipante: Pugliese)
- FRA 2022 tipologia c) ZEBRA (CP Ambrosino)
- ASFIN2 CSN3 INFN (partecipante: La Verde)