



**Istituto Nazionale di Fisica Nucleare**  
**Laboratori Nazionali di Frascati**

**NORME DI RADIOPROTEZIONE PER L'USO DELLE SOSTANZE  
RADIOATTIVE E DELLE MACCHINE RADIOGENE NEI LNF**

**Novembre 2023**



## NORME PER L'USO DELLE SOSTANZE RADIOATTIVE E DELLE MACCHINE RADIOGENE NEI LNF

### I - Terminologia e definizioni

Attivazione: trasformazione di un nucleo stabile in uno instabile in seguito all'interazione di particelle.

Attività: numero di nuclei atomici instabili che si disintegrano nell'unità di tempo. L'unità di misura dell'attività è il becquerel (simbolo Bq).

Becquerel: nome speciale dato all'unità di attività nel Sistema Internazionale delle unità di misura.  $1\text{Bq} = 1\text{s}^{-1}$ .

Contaminazione radioattiva: inquinamento conseguente alla produzione, alla manipolazione e all'uso di sostanze radioattive, che può prodursi negli ambienti di lavoro o sulle persone dei lavoratori e che può estendersi anche all'ambiente esterno.

Sorgente di radiazioni ionizzanti: apparecchio generatore di radiazioni (macchina radiogena) o sostanza radioattiva, ancorché contenuta in apparecchiature o dispositivi in genere, dei quali, ai fini della radioprotezione, non si può trascurare l'attività, o la concentrazione di radionuclidi, o l'emissione di radiazioni.

Materiali attivati: qualsiasi materiale che esposto a flussi di particelle ha subito il processo di attivazione.

Sorgente sigillata: sorgente formata da sostanze radioattive solidamente incorporate in materie solide e inattive, o sigillate in un involucro inattivo, che presenti una resistenza sufficiente per evitare, in condizioni normali d'impiego, qualsiasi dispersione di sostanze radioattive e qualsiasi possibilità di contaminazione.

Sorgente non sigillata: sorgente avente caratteristiche tali da non consentire di prevenire qualsiasi dispersione di sostanze radioattive e qualsiasi rischio di contaminazione.

Sostanza radioattiva: ogni specie chimica contenente uno o più radionuclidi di cui, ai fini della radioprotezione, non si può trascurare l'attività o la concentrazione.



## **II - Detenzione**

1. È vietato introdurre sostanze radioattive nei LNF o trasferirle fuori di essi, senza averne dato preventiva comunicazione e ottenuto il relativo benestare dall'Esperto di Radioprotezione che cura, per conto della Direzione, l'inventario di tutto il materiale radioattivo, a qualunque titolo fatto entrare o uscire dall'Istituto, e la documentazione necessaria per provvedere ai relativi adempimenti di legge. È comunque vietato introdurre sorgenti "non sigillate".
2. È vietato acquistare sostanze radioattive, ovvero strumenti aventi incorporate dette sostanze, senza averne dato preventiva comunicazione e ottenuto il relativo benestare dall'Esperto di Radioprotezione.
3. È vietato introdurre o costruire nei LNF macchine radiogene senza il consenso preventivo dell'Esperto di Radioprotezione, che cura per conto della Direzione la documentazione necessaria per provvedere ai preventivi adempimenti di legge.
4. Le proposte d'ordine di macchine radiogene e sostanze radioattive devono sempre recare il visto dell'Esperto di Radioprotezione.

## **III - Prestiti e impiego di sorgenti radioattive**

1. Per ottenere il prestito di una delle sorgenti di cui all'allegato 1, se ne deve fare richiesta al Servizio FISMEL, ricordando che queste possono essere utilizzate, oltre che nei locali del complesso DAFNE, solo negli edifici 24 e 48 attrezzati e autorizzati allo scopo. I prestiti possono essere concessi solo al personale per il quale l'uso di sorgenti radioattive è previsto espressamente nella scheda di radioprotezione.
2. All'atto del prelievo, il richiedente deve firmare per ricevuta una scheda relativa al materiale prelevato. Sulla stessa scheda saranno anche registrate la data di consegna e la durata del prestito.
3. La persona che firma la scheda di cui al precedente punto 2) in qualità di prelevante, è responsabile della sorgente prelevata e deve assicurarne la reperibilità in qualsiasi momento. Il prelevante è altresì responsabile del corretto impiego della sorgente e degli eventuali danni causati a sé stesso o a terzi per imprudenza nell'uso della sorgente radioattiva.
4. Il trasporto della sorgente dal locale deposito FISMEL al punto in cui sarà utilizzata, e viceversa, deve essere curato dal prelevante.
5. Il prestito ha la durata concordata con il Servizio FISMEL all'atto del prelievo. Allo scadere del periodo di prestito, il prelevante deve restituire la sorgente o chiedere il rinnovo del prestito.
6. Insieme alla sorgente, vengono consegnati al prelevante un contenitore di sicurezza, un cartello e una scheda. Sul cartello e sulla scheda sono indicate le principali caratteristiche del materiale radioattivo e le precauzioni da adottare per la salvaguardia della propria e dell'altrui incolumità. Il cartello deve essere sempre utilizzato per segnalare la presenza della sorgente.
7. Il prelevante ha l'obbligo di far rispettare tutte le indicazioni contenute nel cartello e nella scheda di cui al precedente punto 6). In particolare deve far rispettare le distanze di sicurezza e accertarsi che le persone che lavorano nei pressi della sorgente usino correttamente i dispositivi di protezione e i dosimetri personali eventualmente prescritti.



8. Quando la sorgente prelevata non viene usata, deve rimanere custodita nel suo contenitore di sicurezza in un armadio metallico chiuso a chiave, e con il cartello chiaramente in vista che ne segnali la presenza.

#### **IV - Smarrimento di sorgenti radioattive**

1. Nel caso di smarrimento di una sorgente radioattiva il prelevante ha l'obbligo di avvisare immediatamente il personale del Servizio FISMEL che a sua volta provvederà ad avvisare tempestivamente l'Esperto di Radioprotezione.
2. L'Esperto di Radioprotezione provvederà, per conto della Direzione dei LNF, ad effettuare la comunicazione di smarrimento agli organi del Servizio Sanitario Nazionale, all'ARPA/APPA, al Comando dei Vigili del Fuoco competenti per territorio, alla più vicina autorità di Pubblica Sicurezza e all'ISIN.
3. L'eventuale ritrovamento del materiale smarrito deve essere comunicato immediatamente al Servizio FISMEL che provvederà, tramite l'Esperto di Radioprotezione e il Direttore, ad informare tempestivamente le medesime amministrazioni.

#### **V - Danneggiamento di sorgenti radioattive**

1. Nel caso di rottura dell'involucro di contenimento della sorgente radioattiva ("sigillo"), ovvero di danneggiamento del suo schermo protettivo ovvero d'incidente di qualsiasi genere, deve esserne dato avviso immediato al Servizio FISMEL che provvederà ad avvisare tempestivamente l'Esperto di Radioprotezione che disporrà sulle azioni da intraprendere.
2. Quando esiste il sospetto di una contaminazione di oggetti o di ambienti se ne deve dare immediatamente avviso al personale del Servizio FISMEL che provvederà ad avvisare tempestivamente l'Esperto di Radioprotezione che disporrà sulle azioni da intraprendere. Ad ogni modo, come prima misura d'intervento si prescrive di lavare con abbondante acqua tiepida e sapone neutro le zone contaminate della pelle.

#### **VI - Incendio che coinvolga sostanze radioattive**

1. Rischi connessi con incendi che coinvolgano sostanze radioattive

Nel caso un incendio coinvolga sostanze radioattive, potrebbero risultare per i soccorritori, in aggiunta al rischio legato all'incendio e alla sua estensione, il rischio di irradiazione esterna, dovuto alle radiazioni penetranti emesse dalle sostanze radioattive, e il rischio di irradiazione interna e di contaminazione, dovuto alla loro eventuale dispersione nell'ambiente.

- 1.1 Rischio di irradiazione esterna.

Un modesto rischio di irradiazione esterna è sempre presente quando ci si avvicina a sorgenti radioattive o materiali attivati, anche se ben schermati. Tale rischio può diventare importante nel caso l'incendio distrugga gli schermi di protezione.



### 1.2 Rischio di contaminazione.

Il rischio di contaminazione può essere provocato da radionuclidi sotto forma di polveri, aerosol, vapori, che successivamente, per ricaduta, contaminano le superfici circostanti.

Tale rischio, nel caso dei LNF, è di natura molto modesta, tenuto conto che le strutture eventualmente attivate della macchina sono essenzialmente costituite da materiali solidi quali ferro, acciaio, rame, alluminio, con assenza pressoché totale di contaminazione superficiale rimovibile e che la maggior parte delle sorgenti radioattive detenute nei LNF sono sigillate in contenitori di acciaio inox.

## 2. Azioni da effettuare nel caso venga avvistato un incendio che coinvolga sorgenti radioattive e/o materiali attivati

Le sorgenti radioattive e i materiali attivati detenuti nei LNF sono custoditi, a cura del Servizio FISMEL, nei depositi di cui alla planimetria del comprensorio INFN-LNF.

Chiunque avvisti un incendio che coinvolga i locali in parola ovvero qualsiasi altro locale del complesso DAFNE ove fossero momentaneamente presenti tali materiali (officine, laboratori etc.), dovrà darne immediata comunicazione al Servizio di Vigilanza, telefono interno d'emergenza 5555.

Detto Servizio di Vigilanza provvederà a richiedere tempestivamente l'intervento dei Vigili del Fuoco e a segnalare l'incendio in atto al Responsabile del Laboratorio, al Servizio FISMEL, all'Esperto di Radioprotezione, al Responsabile del Servizio Protezione e Prevenzione e al Direttore.

In attesa dell'intervento dei Vigili del Fuoco e dell'arrivo dei Responsabili avvertiti dal Servizio di Vigilanza, i primi soccorritori provvederanno, nei limiti delle proprie competenze e secondo le indicazioni contenute nel documento "Sicurezza sul lavoro e organizzazione pronto soccorso", ad eliminare tutte le tensioni di alimentazione elettrica dei locali coinvolti, a chiudere le alimentazioni di servizio (aria compressa, gas, liquidi infiammabili etc.), ad allontanare materiali e sostanze che, per loro natura, potrebbero rappresentare pericoli per la propagazione dell'incendio, intervenendo infine sul principio d'incendio con i mezzi di pronto intervento in dotazione.

## 3. Azioni da effettuare nel caso venga avvistato un incendio che coinvolga le zone controllate dei LNF.

Le zone controllate dei LNF, che restano tali anche a macchine ferme sono:

- Il Tunnel del Linac
- L'Area Linea di trasporto Damping Ring-Main Rings
- Il Damping Ring
- L'Area Linac di trasporto Linac-Damping Ring
- L'Area Alimentatori Linea di trasporto Linac-Damping Ring

Chiunque avvisti un incendio che coinvolga le predette aree dovrà darne immediata comunicazione al Servizio di Vigilanza, telefono interno d'emergenza 5555.



Detto Servizio di Vigilanza provvederà a richiedere tempestivamente l'intervento dei Vigili del Fuoco e a segnalare l'incendio in atto al Responsabile del Laboratorio, all'Esperto di Radioprotezione, al Responsabile del Servizio Protezione e Prevenzione e al Direttore.

In attesa dell'intervento dei Vigili del Fuoco e dell'arrivo dei Responsabili avvertiti dal Servizio di Vigilanza, i primi soccorritori provvederanno, nei limiti delle proprie competenze e secondo le indicazioni contenute nel documento "Sicurezza sul lavoro e organizzazione pronto soccorso", ad eliminare tutte le tensioni di alimentazione elettrica dei locali coinvolti, a chiudere le alimentazioni di servizio (aria compressa, gas, liquidi infiammabili etc.), ad allontanare materiali e sostanze che, per loro natura, potrebbero rappresentare pericoli per la propagazione dell'incendio, intervenendo infine sul principio d'incendio con i mezzi di pronto intervento in dotazione.

#### 4. Azioni riguardanti la condotta delle operazioni di spegnimento

Ricordando che l'incendio coinvolge materiale radioattivo, l'attacco al fuoco dovrebbe essere attuato con estintori a polvere o a CO<sub>2</sub>, da più lontano possibile e dal minimo numero di persone necessarie. L'utilizzazione dell'acqua dovrebbe essere ridotta al minimo e, ove indispensabile, utilizzata di preferenza polverizzata anche allo scopo di abbattere eventuali polveri presenti.

I soccorritori dovranno comunque indossare vestiario di protezione, maschere antigas ed antipolvere, e, nel caso le condizioni di urgenza lo permettessero, munirsi di dosimetro individuale e/o di apparecchi portatili di rivelazione.

#### 5. Azioni da effettuare dopo lo spegnimento dell'incendio

La sosta ovvero qualsiasi altra attività nei locali coinvolti nell'incendio sarà vietata senza la preventiva autorizzazione dell'Esperto di Radioprotezione.

La rimozione dei materiali di scarto, prodotti dall'incendio, dovrà avvenire secondo le modalità raccomandate dall'Esperto di Radioprotezione e comunque sotto il diretto controllo del personale del Servizio FISMEL.

I locali in parola non potranno essere riutilizzati senza il parere favorevole dell'Esperto di Radioprotezione.

### **VII - Impiego di macchine radiogene**

Per ogni singola macchina radiogena verranno emesse, ad integrazione delle presenti, apposite norme operative, che verranno esposte nei luoghi frequentati dai lavoratori.



## VIII - Norme generali

1. I Direttori delle Divisioni, i Responsabili dei Servizi, i Capigruppo, o comunque tutti coloro per i quali sia configurabile la figura giuridica di "dirigente" o di "preposto", devono preventivamente compilare la scheda di radioprotezione per tutto il personale che intendono adibire ad attività che comportino l'uso di sorgenti radioattive o di macchine radiogene. Devono inoltre verificare che il personale appartenente al loro gruppo sia stato riconosciuto idoneo alla mansione specifica da parte del medico competente/autorizzato, osservi scrupolosamente le presenti norme e sia inoltre edotto dei rischi specifici da radiazioni ionizzanti cui è esposto.
2. Eventuali valori di dose oltre i limiti stabiliti saranno comunicati al Medico Autorizzato e al Direttore dei Laboratori per i provvedimenti di competenza.
3. Tutto il personale è tenuto ad osservare le presenti norme. La responsabilità di eventuali danni conseguenti ad inosservanza delle stesse ricade, a tutti gli effetti, sugli inadempienti.
4. Fatto salvo quanto già previsto dalle presenti norme in materia di compiti e responsabilità e, in particolare, dai precedenti punti III.3 e VIII.1, il personale del Servizio FISMELE è autorizzato a vigilare circa la corretta applicazione delle norme stesse.
5. Le presenti norme sostituiscono, a tutti gli effetti, qualsiasi precedente disposizione in materia.

Frascati, 7 Novembre 2023

La Direzione dei LNF



## All. 1 - Sorgenti radioattive detenute nei LNF

Il Servizio FISMEL detiene in deposito tutte le sorgenti radioattive dei LNF. Nella tabella I sono elencate le sorgenti radioattive di taratura attualmente disponibili per eventuali prestiti al personale che ne facesse richiesta. Nella tabella II sono indicate le principali caratteristiche fisiche delle stesse.

**Tab. I - Sorgenti radioattive detenute nei LNF per eventuali prestiti**

RADIONUCLIDE	Matricola	Attività al 01/01/2016 [MBq]
Am 241	6553RA	3,86E-04
Am 241	5054 LA	3,52E+02
Co 57	SH 458	1,33E-02
Co 60	2920	1,90E-02
Co 60	2702	2,96E+00
Eu 152	7D225	9,84E-03
Fe 55	1752 LE	1,45E-01
Sr 90	2368 BB	1,76E+00
Sr 90	E1344E	2,30E+00
Sr 90	E1345E	2,30E+00
Na 22	MS926	1,67E-02
Tc 99	1748-48	3,87E-02
Cs 137	0006/02	1,03E+03
Fe 55	AF-9168	6,88E+02

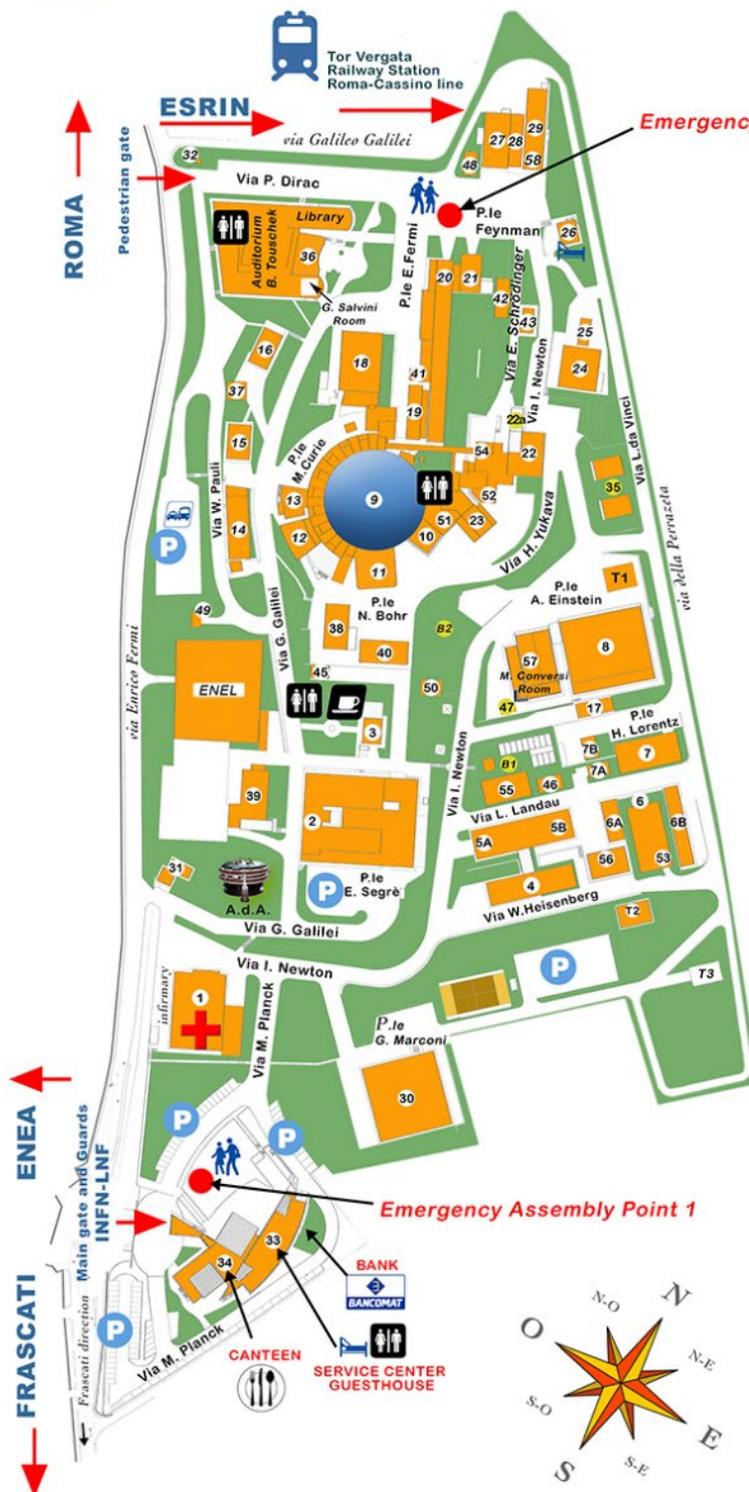


## All. 2 - Principali caratteristiche delle sorgenti detenute nei LNF

Radionuclide	Tipo di decadimento radioattivo	Principali radiazioni emesse energia in MeV	Emissione %	Tempo di Dimezzamento
Na-22	$\beta^+$	$\beta 1$ max 0.545 $\gamma 1$ 0.511 $\gamma 2$ 1.275	90 180 100	2.6 y
Fe-55	CE	0.0059 raggi X del Mn	27.7	2.7 y
Co-57	CE	$\gamma 1$ 0.122 $\gamma 2$ 0.136 raggi X del Fe	85.6 10.6	271 d
Co-60	$\beta^-$	$\beta 1$ max 0.314 $\gamma 1$ 1.173 $\gamma 2$ 1.332	99 100 100	5.27 y
Sr-90+Y-90	$\beta^-$	$\beta 1$ maxSr-90 0.546 $\beta 1$ maxY-90 2.27	100 100	28.1 y 64 h
Cs-137	$\beta^-$	$\beta 1$ max 0.512 $\beta 2$ max 1.173 $\gamma 1$ 0.662 raggi X del Ba $e^-$ 0.624	100 7 85 7.6	30.1 y
Eu-152	$\beta^-$ CE	$\beta 1$ max 1.48 $\gamma 1$ 0.122 $\gamma 2$ 0.344 $\gamma 3$ 0.867 $\gamma 4$ 0.964 $\gamma 5$ 1.085 $\gamma 6$ 1.408	28.4 26.6 4.2 14.6 9.9 20.8	13.6 y
Am-241	$\alpha$	$\alpha 1$ 5.49 $\alpha 2$ 5.44 $\gamma$ 0.59	85 13 36	432.2 y
Tc- 99	$\beta^-$	$\beta$ max 0.294	100	2,13 E5 y



# LNf Map



## Legenda

- 1 Directorate - Administration office - Central storehouse (Directorate room - Infirmary)
- 2 Accelerator Division and Technical Division (Dafne room)
- 3 Cafeteria
- 4 PULS - Accelerator Division (Master room, PULS room)
- 5 Vacuum Service Laboratory
- 5A - Mechanical Engineering Service Workshop
- 6 SPARC Control Room (6A) Technical Hall (6B)
- 7 Technologies Laboratory (7A) - Compressor Hall (7B)
- 8 Gran Sasso Laboratory and NAUTILUS Gravitational Antenna
- 9 DAFNE
- 10 Cryogenic Plant Station
- 11 KLOE Experimental Hall
- 12 DAFNE - Light Experimental Hall
- 13 DAFNE - UV Light Experimental Hall
- 14 Central Data Centre (Calcolo Room)
- 15 Health Physics Service
- 16 Prevention and Protection Service
- 17 VIRGO - ROG Mechanical Workshop
- 18 Power Supply Hall
- 19 Fluid Plants Workshop
- 20 Modulator Hall
- 21 LINAC
- 22 Nuclear Physics (Leale Room) (22A) - Siddhartha Laboratory
- 23 Damping Ring Booster Hall
- 24 High Energies detached Offices - Synchrotron Light
- 25 Superconductors production Laboratory
- 26 ADONE Guesthouse
- 27 Nuclear Physics Support Laboratory
- 28 Clean Room Laboratory
- 29 Laboratory for the high-energy physics
- 30 Central Administration - Offices
- 31 Security - Secondary Gate, PBX Room
- 32 Security - Secondary Gate
- 33 Service Center - Guesthouse - Main Security
- 34 (Canteen)
- 35 Activated material deposit
- 36 High Energies (B. Touschek Room, Salvini Room, A1, B1, A75, B-75 Rooms, Library)
- 37 Radioactive Sources Deposit
- 38 Magnetic Measurements Laboratory
- 39 Power Station
- 40 DAFNE Pumping Station
- 41 Material Deposit
- 42 LINAC Pumping Station
- 43 LINAC Storehouse
- 45 Deposit
- 46 Electrical Substation
- 47 Deposit
- 48 Sources Laboratory
- 49 Fire Water Supply Pumping Station (FWSPS)
- 50 Cleaning Service Box
- 51 Damping Ring Pumping Station
- 52 Damping Ring Power Supply Hall
- 53 Material deposit
- 54 BTF
- 55 SPARC Offices
- 56 FLAME Laboratory
- 57 GRAN SASSO Laboratory Extension and annexed offices (Conversi Room)
- 58 Visitor Centre
- T1-T2-T3 Material Deposit
- B1 B2 Box Area

Grafic by Claudio Federici - april 2018