



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI
Il Direttore



INFN
AOO_LNF-2022-0000166
del 18/02/2022

Frascati, 18/02/2022

Al Responsabile della Divisione
Acceleratori dei LNF

Al Responsabile della Divisione
Ricerca dei LNF

Al Responsabile del servizio di Fisica Sanitaria e
MDL
dei LNF

All'Esperto di Radioprotezione dei LNF

Al Medico addetto alla sorveglianza medica
dei LNF

Al Responsabile del Servizio di Prevenzione e
Protezione dei LNF

Ai RLS dei LNF

SEDE

Vi trasmetto per competenza e per adeguata diffusione il documento recante le "**NORME INTERNE PER LA PROTEZIONE DALLE RADIAZIONI IONIZZANTI NELLA FASE DI ESERCIZIO DELL'ACCELERATORE SPARC**".

Cordiali saluti.

Dr. Fabio Bossi
Direttore LNF

FB/fismel



Istituto Nazionale di Fisica
Nucleare
codice fiscale 84001850589

Laboratori Nazionali di Frascati - Via Enrico Fermi, 40 - 00044 Frascati Roma (Italia) - <https://www.lnf.infn.it>
tel. +39 06 9403.2223 - fax +39 06 9403.2582 - email: direzione.lnf@lists.lnf.infn.it -



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Laboratori Nazionali di Frascati

Febbraio 2022

**NORME INTERNE PER LA PROTEZIONE DALLE RADIAZIONI
IONIZZANTI NELLA FASE DI ESERCIZIO
DELL'ACCELERATORE SPARC**



NORME INTERNE PER LA PROTEZIONE DALLE RADIAZIONI IONIZZANTI NELLA FASE DI ESERCIZIO DELL'ACCELERATORE SPARC

Le presenti norme disciplinano le attività lavorative nella fase di esercizio del complesso SPARC esclusivamente per quanto riguarda la protezione dalle radiazioni ionizzanti.

1. INTRODUZIONE

Il complesso SPARC è costituito da un acceleratore lineare per elettroni le cui caratteristiche massime di funzionamento sono di seguito elencate:

- Energia degli elettroni: 280 MeV
- Corrente di picco: 200 A;
- Durata dell'impulso: 10 ps;
- Frequenza di ripetizione: 10 Hz;
- Ore di funzionamento anno: 3000.

Il complesso SPARC è costituito dalle seguenti aree, la cui dislocazione è mostrata in Fig.1A,B,C:

- Sala SPARC
 - Camera Pulita Laser del Cannone (Camera Laser)
 - Camera Pulita Laser di Seeding (Camera Seeding)
 - Cunicolo Accesso carrabile
- Sala Controllo SPARC
- Sala Macchine superiore (o Sala Modulatori, o sala Klystrons)
- Corridoio di Servizio sottostante la Sala Macchine SPARC o Sala Macchine inferiore (corridoio tornello).

Nella fase di esercizio dell'acceleratore, sono consentite esclusivamente le seguenti fasi di funzionamento:

- Gun + laser;
- acceleratore;
- acceleratore + onduttore + line sperimentali;

Le linee sperimentali operative sono:

- Linea onduttore per esperimenti di FEL (Free Electron Laser)



- Linea per il test di sistemi di diagnostica per acceleratori ed esperimenti Terahertz
- Linea Exin-Thomson per interazione elettroni laser per la realizzazione di un fascio di raggi X.

Sono in attesa di essere installati i seguenti esperimenti:

Sulle sezioni acceleranti del LINAC:

- Installazione di sezione auto-accelerante di tipo COMB

Sulle linee sperimentali:

- Realizzazione di un set-up per irraggiare con elettroni in aria al termine delle linee Exin-Thomson.

L'operazione del complesso SPARC è la seguente:

- Accensione e caratterizzazione del laser per il catodo. Questa operazione va fatta tutte le volte che si vogliono cambiare le caratteristiche del fascio in termini di carica e tempi.
- Accensione dei modulatori e attesa dei tempi di riscaldamento dei filamenti dei klystron. Il tempo da 15 minuti (banda S) a circa 1 ora (banda C).
- Ronda e chiusura della sala.
- Accensione finale dei modulatori e apertura dello shutter per la generazione degli elettroni
- Caratterizzazione del fascio in reazione all'esperimento da realizzare.

Tutte le operazioni a macchina accesa avvengono tramite sistema di controllo che garantisce tutte le operazioni da remoto.

2. SISTEMA DI SICUREZZA-EMERGENZA-SEGNALAZIONE

Nell'impianto SPARC funziona il sistema di sicurezza-emergenza-segnalazione qui descritti:

2.1 Quadri luminosi

L'impianto SPARC è dotato di quadri luminosi indicanti la fase di funzionamento della macchina: "MACCHINA SPENTA", "TENSIONE AI CONTROLLI", "ALTA TENSIONE", "ELETTRONI ACCELERATI". Tali quadri sono ubicati in: sala controllo, sala modulatori, in prossimità del sistema elettromeccanico di controllo accessi (tornello), all'interno della sala SPARC.



2.2 Lampade verdi e rosse

Nella Sala SPARC, nella Camera Pulita Laser del Cannone, nella Camera Pulita Laser di Seeding, nel Cunicolo Accesso carrabile, nella Sala Macchine e nel Corridoio di Servizio sottostante la Sala Macchine (corridoio tornello) sono installate delle lampade Verdi e rosse

- Le lampade rosse lampeggiano quando uno o più modulatori sono pronti per l'accensione dell'alta tensione e le porte di accesso alla sala dell'acceleratore sono chiuse. Sono invece accese fisse quando vi è alta tensione ad uno o più modulatori;
- Le lampade verdi sono accese nelle fasi di “macchina spenta” e “tensione ai controlli”;

2.3 Lampade sui modulatori (o klystrons)

Su ciascun modulatore vi sono due lampade: una verde, accesa quando c'è tensione ai controlli ed un'altra rossa, accesa quando vi è alta tensione.

2.4 Accessi

La Sala SPARC ha un accesso principale e un accesso di servizio, entrambi comunicanti mediante percorsi a labirinto e/o scale con l'esterno.

L'accesso principale è dotato di un sistema elettromeccanico di controllo degli accessi (tornello), comandato e controllato da lettori di schede magnetiche per l'ingresso e l'uscita, e di porta con maniglione antipanico. Quest'ultima destinata all'uscita d'emergenza dalla Sala SPARC, nel caso venisse a mancare l'alimentazione elettrica al sistema elettromeccanico di controllo accessi.

L'accesso secondario è anch'esso protetto da porte dotate di maniglione antipanico, destinate all'uscita d'emergenza.

L'apertura di una qualsiasi delle porte a spinta con maniglione antipanico, presenti lungo tutti i labirinti di accesso, dalla sala SPARC verso il Cunicolo Accesso Carrabile, dal Cunicolo Accesso Carrabile verso l'esterno e dalla sala SPARC verso il corridoio di servizio (zona tornello), provoca, mediante un sistema di microinterruttori montati su due linee indipendenti ciascuna costituita da due microinterruttori in serie, la caduta della ronda ed impedisce il funzionamento dell'acceleratore.



Il riavvio della macchina, dopo ogni accesso alla Sala SPARC, richiede l'effettuazione in tempo prefissato di una "ronda" di controllo da parte del personale operativo. Durante tale controllo si predispongono la riaccensione della macchina con il ripristino degli appositi pulsanti distribuiti razionalmente all'interno della sala dell'acceleratore. Detti pulsanti di ronda sono ripristinabili solo in sequenza. Fra il ripristino di un pulsante e di quello successivo, fra l'azionamento dell'ultimo e la chiusura della porta non deve trascorrere un tempo superiore a quello stabilito. A ronda effettuata e porte chiuse un suono di campana della durata di 30 s precederà il riavvio della macchina.

2.5 Pulsanti di emergenza

In Sala SPARC, in Camera Pulita Laser del Cannone, in Camera Pulita Laser di Seeding, nel Cunicolo Accesso Carrabile, in Sala Controllo, nella Sala Macchine, sono installati dei pulsanti di emergenza a ripristino locale che quando premuti:

- fanno cadere la ronda
- producono un segnale acustico in sala controllo
- mandano in tensione ai controlli l'acceleratore, eliminando il fascio e le alte tensioni.

La riaccensione della macchina richiede il ripristino locale del pulsante che ne ha determinato l'arresto e il ripristino della ronda.

2.6 Camera Pulita Laser del Cannone (Camera Laser)

La Camera Pulita Laser del Cannone (o Camera Laser) è costituita da due ambienti. L'accesso viene effettuato a mezzo di porta con serratura a chiave prigioniera dotata di un sistema di microinterruttori montati su linee indipendenti. Il prelievo della chiave dalla sua sede in Sala Controllo impedirà il funzionamento dell'acceleratore. Il riavvio della macchina, dopo ogni accesso alla Camera Pulita Laser del Cannone, richiede l'effettuazione in tempo prefissato di una "ronda locale" di controllo da parte del personale operativo. La chiusura della porta deve necessariamente avvenire entro un tempo prefissato dalla pressione dei pulsanti di ronda. Durante tale controllo si predispongono la riaccensione della macchina con il ripristino degli appositi pulsanti distribuiti razionalmente all'interno della sala stessa.

2.7 Camera Pulita Laser di Seeding (Camera Seeding)

La Camera Pulita Laser di Seeding è costituita da un solo ambiente. L'accesso viene effettuato a mezzo di porta con serratura a chiave prigioniera, dotata di un sistema di



microinterruttori montati su linee indipendenti. Il prelievo della chiave dalla sua sede in Sala Controllo impedirà il funzionamento dell'acceleratore. Il riavvio della macchina, dopo ogni accesso alla Camera Pulita Laser di seeding, richiede l'effettuazione in tempo prefissato di una "ronda locale" di controllo da parte del personale operativo. La chiusura della porta deve necessariamente avvenire entro un tempo prefissato dalla pressione dei pulsanti di ronda. Durante tale controllo si predispongono la riaccensione della macchina con il ripristino degli appositi pulsanti distribuiti razionalmente all'interno della sala stessa.

La Camera Pulita Laser di Seeding è dotata di uscita di emergenza mediante porta a spinta con maniglione antipánico munita di microinterruttori di controllo, che quando aperta fa cadere "la ronda" ed impedisce il funzionamento dell'acceleratore.

2.8 Cunicolo di Accesso carrabile

Il Cunicolo di Accesso carrabile è dotato di due porte. L'accesso dall'esterno è possibile solo in caso di manutenzioni straordinarie e di trasporto di materiali ingombranti.

L'accesso dall'interno, usato anche come uscita di emergenza, è anch'esso possibile solo in caso di manutenzioni straordinarie e di trasporto di materiali ingombranti, viene effettuato mediante l'apertura con maniglione antipánico.

Il riavvio della macchina, dopo ogni accesso al Cunicolo di Accesso di Servizio, richiede l'effettuazione in tempo prefissato di una "ronda locale" di controllo da parte del personale operativo.

2.9 Chiave del LINAC

L'accensione del Linac è possibile solo se la chiave "alta tensione Linac" è presente nella sua sede. L'estrazione della stessa è possibile nella sola posizione "Linac in tensione ai controlli".

2.10 Recinto Modulatori (o Klystrons)

All'interno della Sala Macchine l'area dove sono installati i modulatori (o klystrons) è delimitata da un recinto. Le porte di accesso al recinto sono interbloccate con il funzionamento dei klystrons a mezzo di due linee indipendenti di microinterruttori ciascuna costituita da due microinterruttori in serie. Le porte vengono utilizzate, previa autorizzazione dell'Esperto di Radioprotezione, per l'accesso per eventuali interventi a klystrons funzionanti. Tali accessi sono possibili al solo personale di manutenzione autorizzato dal responsabile di SPARC. Ogni accesso deve essere registrato sul libro macchina e firmato dal responsabile che lo ha autorizzato.



Le porte di accesso alla Sala Modulatori sono dotate di maniglione antipánico per l'uscita di emergenza.

2.11 Controllo del sistema di sicurezza-emergenza-segnalazione

Lo stato di funzionamento della macchina e dei sistemi di sicurezza risulta in un quadro sinottico situato in Sala Controllo.

La mancanza di alimentazione ai pannelli di controllo dei dispositivi di sicurezza ed emergenza impone l'effettuazione della ronda prima del riavvio della macchina.

2.12 Sistemi fissi di monitoraggio radiometrico

Nel camino di scarico del Linac è installato uno strumento per la misura della concentrazione di nuclidi radioattivi in aria. Il superamento del livello prefissato dall'Esperto di Radioprotezione manda il Linac in tensione ai controlli

In Sala Macchine, in Sala Controllo SPARC, nel Corridoio di Servizio sottostante la Sala Macchine SPARC (corridoio tornello) sono installati una camera a ionizzazione per radiazione γ e un rem counter per la radiazione neutronica. Il superamento del livello prefissato dall'Esperto di Radioprotezione manda il Linac in tensione ai controlli.

2.13 Pozzi di spegnimento

Il percorso del fascio di elettroni è sempre all'interno di guide da vuoto e termina con una flangia finale seguita da un pozzo di spegnimento (beam dump) posto ad una distanza massima di 1 metro dalla flangia.



3. DISPOSIZIONI GENERALI SUI SISTEMI DI SICUREZZA

3.1 Il responsabile di SPARC è responsabile del corretto funzionamento dei sistemi di sicurezza-emergenza-segnalazione descritti nella **Sez. 2**, compresa la regolarità delle schede magnetiche di cui al punto **2.4**.

3.2 Il controllo dell'efficacia dei sistemi di sicurezza-emergenza-segnalazione descritti nella **Sez. 2** deve essere effettuato periodicamente con la frequenza stabilita dall'Esperto di Radioprotezione e in collaborazione con quest'ultimo.

3.3 Tutte le schermature sono parte integrante del sistema di sicurezza. Pertanto, qualsiasi modifica al loro assetto deve essere preventivamente concordata con l'Esperto di Radioprotezione.

3.4 Dopo le eventuali modifiche di cui al precedente punto, l'Esperto di Radioprotezione provvede alla misura dei livelli di radiazioni nelle zone interessate, limitando se del caso l'accesso e i tempi di permanenza ove ciò fosse necessario.

3.5 Chiunque venga a conoscenza di eventuali irregolarità di funzionamento dei sistemi di accesso e di sicurezza-emergenza-segnalazione di cui alla **Sez. 2** deve darne immediata notizia all'operatore di turno che provvederà a informare il preposto della Direzione per SPARC nonché l'Esperto di Radioprotezione e a prenderne nota nell'apposito registro di macchina. La macchina verrà spenta e potrà riprendere solo dopo il ripristino del corretto funzionamento del sistema in parola e la sua verifica da parte dell'EDR.



4. NORME PER L'ACCESSO E LA PERMANENZA NELLE AREE DI PERTINENZA DEL COMPLESSO SPARC

L'accesso e la permanenza negli ambienti di lavoro di pertinenza del complesso SPARC sono disciplinati come in Tabella I.

		Fasi di funzionamento	
		“Macchina spenta” “Tensione ai controlli”	“Elettroni accelerati”
Aree	Sala SPARC	L	V
	Camera Laser	L	V
	Camera Seeding	L	V
	Cunicolo carrabile	L	V
	Sala controllo	L	L
	Sala modulatori	L	ZCR
	Corridoio tornello	L	L

Tabella 1.

Legenda:

L = Zone di libero accesso - Di norma nessuna restrizione per motivi di radioprotezione.

ZCR = Zone controllate ad accesso regolamentato - L'accesso e la permanenza sono consentiti solo alle persone munite di dosimetro individuale con le modalità descritte nella successiva **Sezione 5**.

V = Zona controllata ad accesso interdetto - L'accesso è vietato a tutti.



5. NORME PER L'ACCESSO E LA PERMANENZA NEGLI AMBIENTI DELL'IMPIANTO SPARC

L'accesso e la permanenza negli ambienti di lavoro dell'impianto SPARC sono disciplinati come segue.

5.1 Sala SPARC

L'accesso in Sala SPARC è a tutti vietato nelle fasi "Alta Tensione" e "Elettroni accelerati". Nelle altre fasi di lavoro ("Macchina spenta" e "Tensione ai controlli") l'accesso in Sala SPARC è consentito alle persone cui è stata assegnata l'apposita scheda magnetica, seguendo di norma il percorso dell'accesso di servizio. L'altro accesso s'intende riservato alle operazioni di manutenzione.

5.2 Sala Macchine

L'accesso e la permanenza in Sala Macchine all'interno del recinto klystrons, nelle fasi "Alta tensione" ed "Elettroni accelerati", sono consentite solo alle persone autorizzate dal responsabile di SPARC e dall'Esperto di Radioprotezione, purchè munite di dosimetro individuale per X+gamma.

Eventuali interventi con i klystrons in funzione che richiedano la rimozione delle schermature di piombo devono essere autorizzati dall'Esperto di Radioprotezione che indicherà tutte le precauzioni da osservare.

L'accesso e la permanenza in Sala Macchine nelle fasi "Macchina spenta" e "Tensione ai controlli" non sono sottoposti a limitazioni per quanto riguarda la protezione dalle radiazioni ionizzanti.

5.3 Sala Controllo

L'accesso e la permanenza in Sala Controllo, in tutte le fasi di lavoro, non sono sottoposti a limitazioni per quanto riguarda la protezione dalle radiazioni ionizzanti.



6. SMONTAGGIO E ALLONTANAMENTO DI MATERIALI

Lo smontaggio di materiali dalle strutture dell'acceleratore per operazioni di manutenzione o allontanamento deve essere previamente concordato con il personale del Servizio FISMEL al fine dei dovuti controlli di attività residua.

7. SORVEGLIANZA FISICA INDIVIDUALE

7.1 I Responsabili delle attività con rischio da radiazioni ionizzanti (dirigenti, capigruppo, preposti, etc.) devono preventivamente compilare la scheda di radioprotezione per tutto il personale che intendono adibire a tali attività. Sulla base delle informazioni contenute nella predetta scheda:

- a) l'Esperto di Radioprotezione provvede ad effettuare la classificazione di radioprotezione dei lavoratori e stabilisce gli eventuali dosimetri individuali da usare.
- b) il datore di lavoro inviterà il personale esposto a sottoporsi alla sorveglianza medica ai sensi del D.Lgs. 101/20, secondo le indicazioni fornite dal Medico addetto alla sorveglianza medica.
- c) il Medico addetto alla sorveglianza provvederà a formulare il giudizio di idoneità al lavoro specifico.

7.2 I responsabili delle attività con rischio da radiazioni ionizzanti devono:

- a) verificare che il personale in parola acceda in zona controllata soltanto dopo aver ottenuto il relativo dosimetro individuale.
- b) provvedere ad aggiornare le schede di radioprotezione ogniqualvolta intervengano variazioni nelle notizie in esse riportate.

7.3 I lavoratori esposti:

- a) hanno l'obbligo di sottoporsi a sorveglianza medica secondo le indicazioni fornite dal Medico addetto alla sorveglianza medica;
- b) non possono iniziare la propria attività in zona controllata fino all'ottenimento del giudizio di idoneità da parte del Medico addetto alla sorveglianza medica e all'assegnazione del dosimetro personale;
- c) devono partecipare al programma di formazione in radioprotezione secondo le indicazioni del datore di lavoro

In caso di inadempienza il datore di lavoro provvede ad allontanare il lavoratore dalle attività con rischio da radiazioni ionizzanti.



7.4 Lavoratrici e gravidanza

7.4.1 Ferma restando l'applicazione delle norme speciali concernenti la tutela delle lavoratrici madri, le donne gestanti non possono svolgere attività in zone classificate o, comunque, attività che potrebbero esporre il nascituro ad una dose che ecceda un millisievert durante il periodo della gravidanza.

7.4.2 È fatto obbligo alle lavoratrici di notificare al datore di lavoro il proprio stato di gestazione, non appena accertato (art.111 comma 1 e) D.Lgs .101/20).

7.5 I dosimetri individuali devono essere indossati all'altezza del petto, salvo diversa indicazione dell'Esperto di Radioprotezione. Si consiglia in linea di massima di attaccarli al bavero del camice o di altro indumento. Si ricordano inoltre le seguenti norme: i dosimetri, al termine del lavoro, devono essere riposti nelle apposite bacheche; non devono mai essere lasciati sui tavoli o altrove; non devono essere scambiati con quelli di altre persone o essere usati per scopi diversi da quelli per cui sono stati assegnati; il loro eventuale smarrimento deve essere immediatamente comunicato all'Esperto di Radioprotezione.

8. NORME GENERALI

8.1 Il Responsabile di SPARC deve provvedere affinché l'esercizio dell'impianto si svolga nel rispetto delle presenti norme.

8.2 Il Responsabile di SPARC, degli esperimenti, o comunque tutti coloro per i quali sia configurabile la figura giuridica di "preposto", oltre a quanto indicato nel precedente punto 7.1., devono aver cura che le persone appartenenti al loro gruppo facciano uso dei prescritti dosimetri negli ambienti di lavoro dove questi sono obbligatori. Devono inoltre assicurarsi che dette persone siano edotte del rischio specifico da radiazioni ionizzanti cui sono esposte, conoscano le presenti norme, con particolare riferimento al significato delle segnalazioni (quadri e segnalazioni luminose) e siano in grado di usare correttamente i pulsanti di



emergenza. Le persone che non si trovino in tali condizioni possono fruire delle zone controllate soltanto se accompagnate.

8.3. Coloro per i quali sia configurabile la figura giuridica di "preposto", devono assicurare ai lavoratori autonomi e/o dipendenti da terzi, incaricati di compiti rientranti nel proprio campo di attività, tutto quanto previsto nel precedente punto **8.2**.

8.4. In caso di incidenti di qualsiasi tipo deve esserne dato immediatamente avviso all'Esperto di Radioprotezione.

8.5. Eventuali superamenti dei limiti di dose saranno comunicati al Medico Autorizzato e al Direttore dei LNF, per i provvedimenti di competenza, nonché agli stessi interessati e alle Organizzazioni Sindacali.

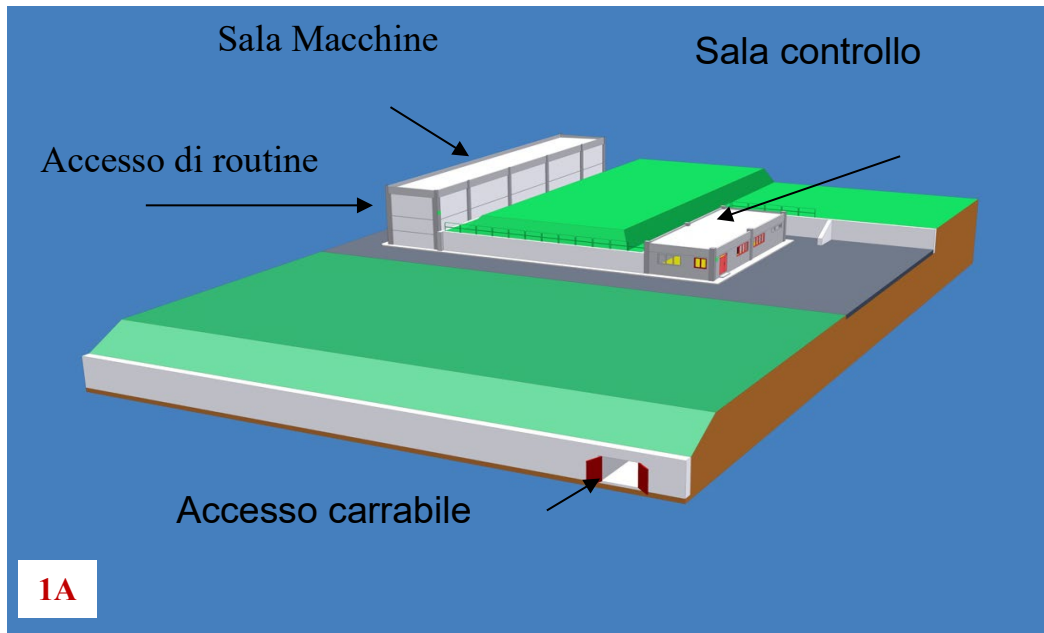
8.6. Tutto il personale è tenuto ad osservare le presenti norme. La responsabilità per eventuali danni conseguenti ad inosservanza delle stesse ricade, a tutti gli effetti, sugli inadempienti. Il personale è tenuto altresì al corretto uso della scheda magnetica per l'accesso nel complesso SPARC e dei dosimetri personali assegnati.

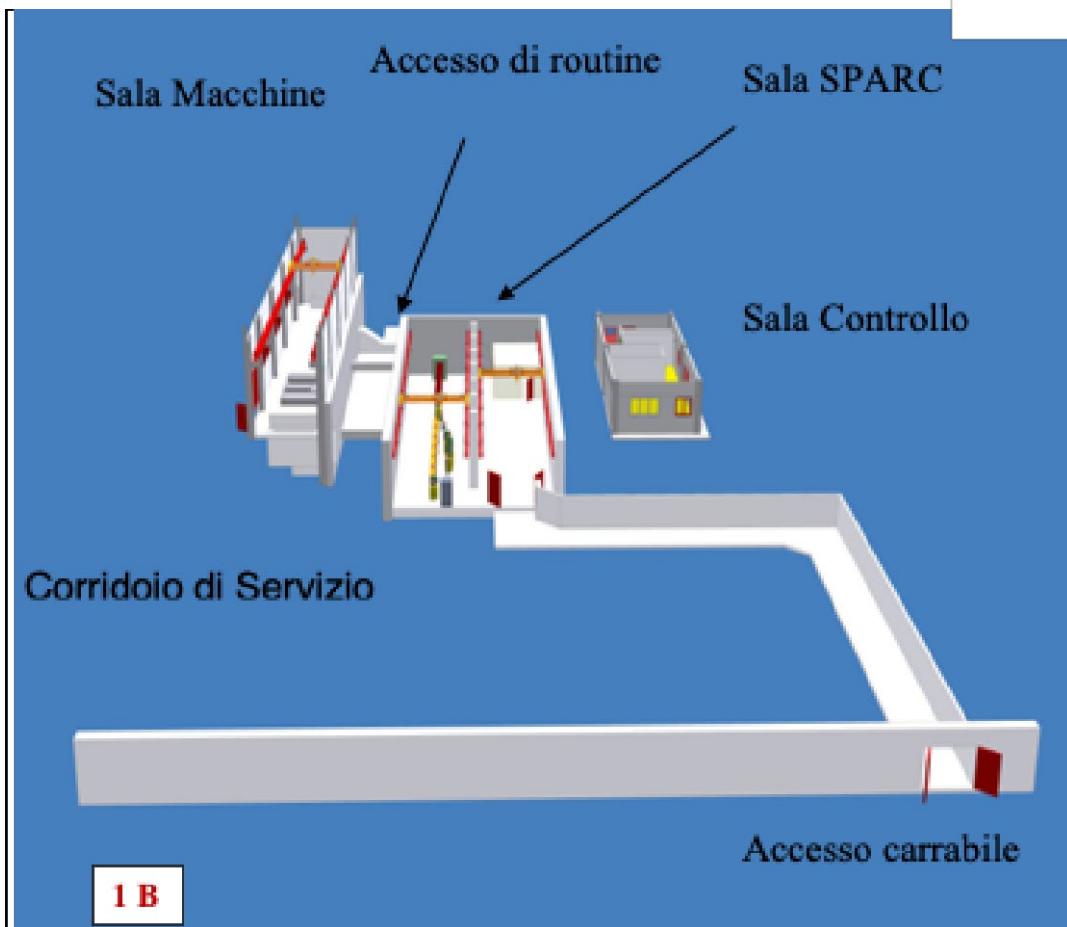
8.7. Fatto salvo quanto già previsto in materia di compiti e responsabilità delle presenti norme, il personale FISMEL è autorizzato a vigilare circa la corretta applicazione delle norme stesse.

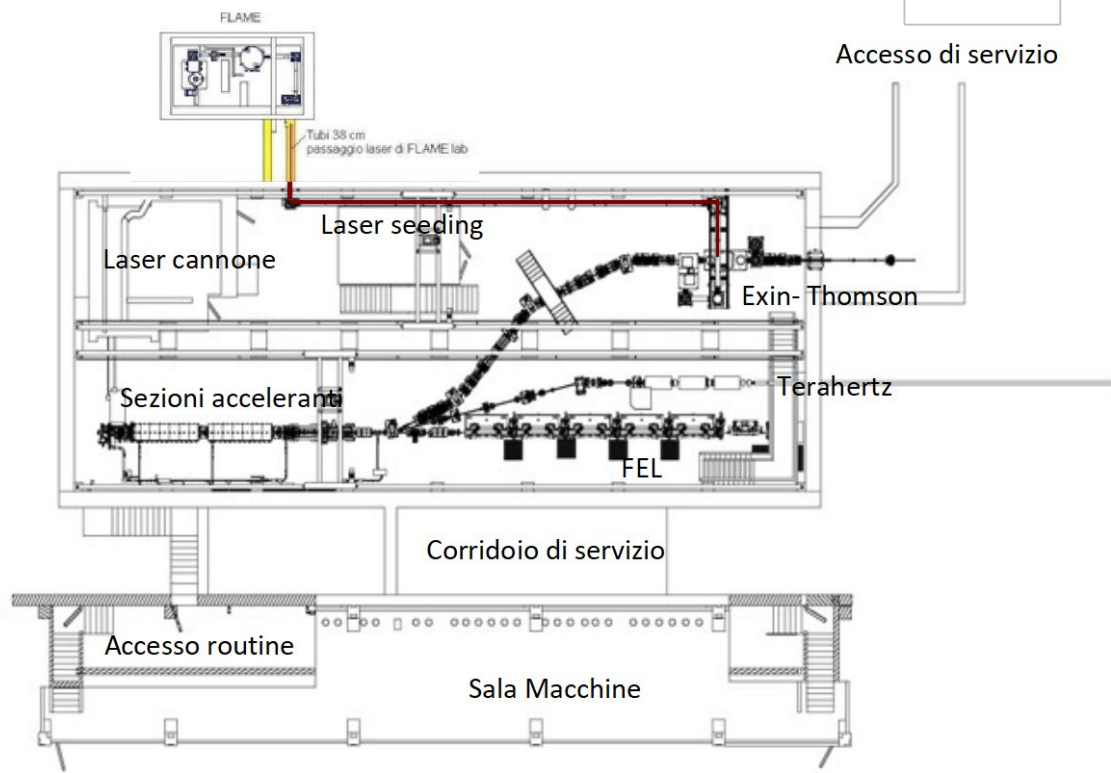
8.8. Questo documento sostituisce a tutti gli effetti precedenti documenti riguardanti le norme interne di radioprotezione per SPARC.

Frascati, febbraio 2022

Il Direttore dei LNF







1C

Rev.	1	01/02/2022	01/02/2022
Aut.
Ver.
Appr.

Figura 1A,B,C. Schemi dell'area SPARC.