



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare  
LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI  
Il Direttore

## LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI

**DOC-LNF- AOO\_LNF-2017-0000984**

**Ottobre 2017**

**NORME INTERNE PER LA PROTEZIONE DALLE RADIAZIONI  
IONIZZANTI NELLA FASE DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DEL  
LABORATORIO FLAME**

## NORME INTERNE PER LA PROTEZIONE DALLE RADIAZIONI IONIZZANTI NELLA FASE DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DEL LABORATORIO FLAME

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

### I- INTRODUZIONE

- 1) Il Laboratorio FLAME è costituito da un capannone industriale di dimensioni 18x12x8m<sup>3</sup> al cui interno è installato un sistema laser denominato FLAME (Frascati Laser for Acceleration and Multidisciplinary Experiments).

Detto laser, basato sulla tecnologia CPA con Ti: zaffiro come materiale attivo, fornisce impulsi  $\geq 20$  fs con potenza di picco fino a circa 250 TW nominali ( $\leq 8$  Joule), in grado di funzionare alla frequenza di 10 Hz (modalità di funzionamento non prevista nella prima fase dell'esercizio). La lunghezza d'onda della luce laser sarà centrata intorno a 800 nm con larghezza di banda di circa 40 nm. L'impulso laser prodotto verrà utilizzato in due differenti modi:

- a) focalizzazione su campioni solidi o gassosi ad intensità fino a  $10^{20}$  W/cm<sup>2</sup> nell'apposita camera di misura;
  - b) trasporto e focalizzazione all'interno della sala SPARC su fascio di elettroni per il progetto PLASMON-X.
- 2) Il complesso FLAME è costituito dai seguenti ambienti o aree, la cui dislocazione è mostrata in fig.1.

Al livello stradale, aree A e B, sono ricavati i seguenti ambienti:

- a) Ingresso principale del laboratorio;
- b) Camera Pulita di FLAME ;
- c) Vestibolo Camera Pulita di FLAME;
- d) Sala controllo, diagnostica e acquisizione;
- e) Locale di servizio riservato alle unità di controllo e raffreddamento dei laser di pompa.

Al di sotto del livello stradale alla profondità di 5 m è ricavato un solo ambiente "Sala Sperimentale", suddiviso in due aree, C1 e C2. Le zone C1 e C2 sono separate da un muro di

calcestruzzo posizionato in modo tale da schermare la zona C2 (nella quale è presente la camera di interazione laser-bersaglio in cui sarà generata la sorgente di particelle energetiche e quindi di radiazione) dalla zona C1. Nella zona C1 è presente il compressore sotto vuoto del fascio laser amplificato. La “Sala Sperimentale” è accessibile attraverso una scala dotata di cancello con serratura a chiave prigioniera.

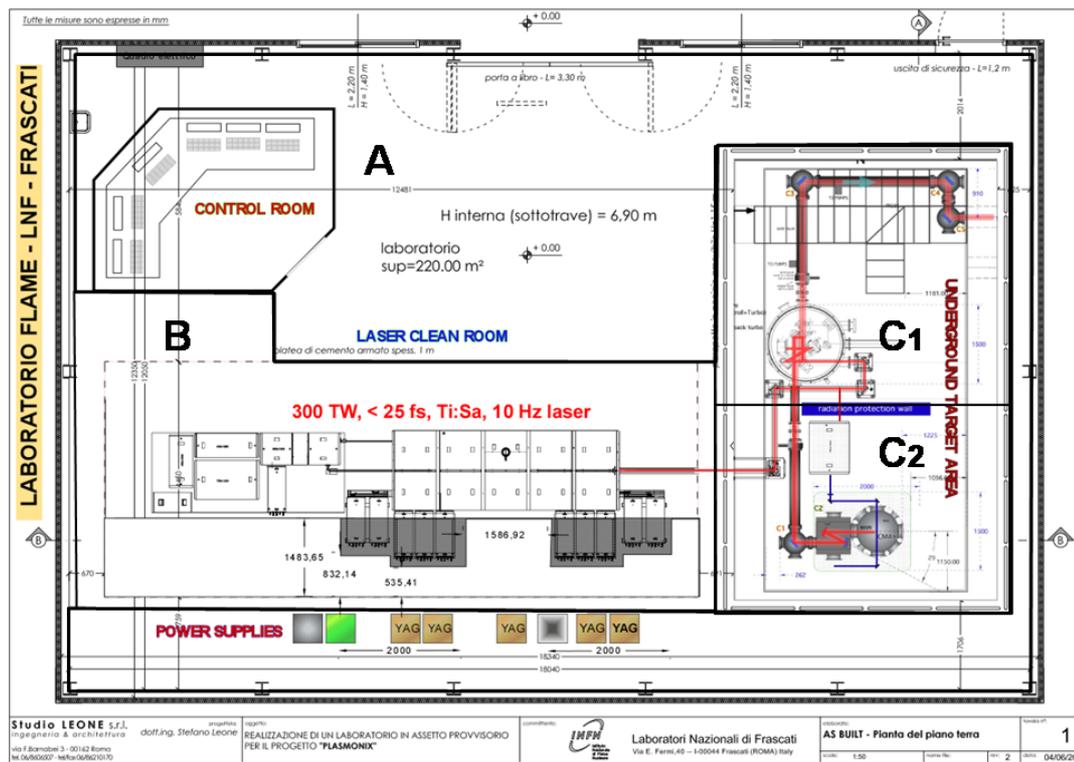


Fig. 1 Pianta del laboratorio FLAME

- 3) Nella fase di costruzione ed esercizio dell'impianto, sono consentite esclusivamente le seguenti prove di funzionamento articolate principalmente in tre fasi successive:
  - a) la prima fase riguarda il test e la misura delle proprietà del fascio laser (misure di contrasto, misure di stabilità, misure di qualità del fascio) ed il test di propagazione del fascio dal piano terra al pozzo per verificare l'efficienza di trasporto, l'assenza di retro riflessioni, il controllo del puntamento. In questa fase, si utilizzerà il fascio laser non focalizzato e con potenza di picco che gradualmente salirà da valori bassi (ordine di 1 TW) ai valori massimi (> 200 TW);
  - b) la seconda fase riguarda il test e la misura delle proprietà del fascio laser focalizzato tramite una parabola fuori asse in assenza di bersaglio;

- c) la terza fase riguarda la sperimentazione vera e propria di accelerazione di particelle (elettroni e protoni), prodotta in interazioni tra fascio laser focalizzato e bersagli solidi o gassosi e l'utilizzo del laser per gli esperimenti in connessione con l'impianto Sparc.
- 4) Il laser FLAME può funzionare nelle seguenti fasi o modalità di funzionamento:
  - a) Laser-off
  - b) Laser-low power to FLAME or to SPARC; Blocked/Enabled
  - c) Laser-high power to FLAME or to SPARC; Blocked/Enabled
- 5) Il tipo di funzionamento è predisposto mediante un commutatore dislocato nei pressi della Sala Controllo FLAME, all'interno del pannello di controllo del sistema di sicurezza segnalazione ed emergenza.

## II - SEGNALAZIONI, SICUREZZE ED EMERGENZE

Nell'impianto FLAME funzionano i mezzi di segnalazione, sicurezza ed emergenza qui di seguito descritti.

- 1) Nella Sala Sperimentale e nella Sala Controllo sono vi sono dei quadri luminosi con le seguenti scritte:
  - a) Laser-off
  - b) Laser-low power to FLAME or to SPARC; Blocked/Enabled
  - c) Laser-high power to FLAME or to SPARC; Blocked/Enabled
- 2) Nella Sala Sperimentale, nella Camera Pulita, nella Sala Controllo saranno installate lampade rosse. Dette lampade sono accese fisse quando l'impianto è pronto per erogare un impulso di laser sul bersaglio e l'accesso alla sala è stato chiuso con la procedura di sicurezza prevista.
- 3) Nella Sala Sperimentale, nella Camera Pulita, nella Sala Controllo l'erogazione del fascio verrà preceduta dal suono di un segnalatore acustico della durata di circa 30 secondi.
- 4) La Sala Sperimentale è dotata di cancello con serratura a chiave prigioniera e microinterruttori. Nella fase Laser High Power to Flame il prelievo della chiave dalla propria sede sul pannello in Sala Controllo nonché l'apertura dei contatti dei microinterruttori, causato dall'apertura delle porta, provocano la caduta della ronda e l'inserimento dell'assorbitore che inibisce il trasporto del fascio laser. Una nuova erogazione dell'impulso laser alla camera di misura è subordinata all'effettuazione della ronda in Sala Sperimentale e alla richiusura del cancello di accesso in accordo con la procedura di sicurezza prevista.

- 5) Nella Sala Sperimentale, nella Camera Pulita, nella Sala Controllo sono presenti pulsanti di emergenza a ripristino locale, che, se premuti, provocano, in tutte le fasi di funzionamento, l'interruzione dell'erogazione dell'impulso laser alla camera di misura, mediante l'inserimento dello shutter, la caduta della ronda e generano un segnale acustico in Sala Controllo.
- 6) Il riavvio della macchina è sempre subordinato alla effettuazione della ronda di controllo da parte del personale operativo, tale ronda consiste nel ripristino degli appositi pulsanti nella sequenza corretta e nel tempo fissato. Fra l'azionamento di un pulsante e il successivo, così come fra l'azionamento dell'ultimo pulsante e la chiusura del cancello di accesso alla Sala Sperimentale non deve trascorrere un tempo superiore a quello prefissato. Associato al sistema di ronda ed in grado di coprire tutta l'area della Sala Sperimentale è posta una telecamera il cui monitor è installato in Sala Controllo.
- 7) In Sala Sperimentale una schermatura aggiuntiva di 1 m di spessore di calcestruzzo, le cui dimensioni laterali siano tali da coprire l'intercetta geometrica di qualsiasi punto della camera di misura con il bordo superiore della parete adiacente alla scala di accesso, e' installata intorno alla camera di misura stessa.
- 8) La mancanza di alimentazione ai pannelli di controllo dei dispositivi di sicurezza ed emergenza impone l'effettuazione della ronda prima del riavvio della macchina.

All'esterno della schermatura di FLAME sono installati una camera a ionizzazione per radiazione  $\gamma$  e un contatore proporzionale al  $\text{BF}_3$  (rem counter tipo Anderson e Braun). Il superamento del livello prefissato dall'Esperto Qualificato impedisce l'erogazione dell'impulso laser.

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

### III - DISPOSIZIONI GENERALI SUI SISTEMI DI SICUREZZA

- 1) Il responsabile del Laboratorio FLAME è responsabile del corretto funzionamento dei sistemi di sicurezza descritti nel par. II.
- 2) Il controllo dell'efficacia dei sistemi di sicurezza descritti nel par. II deve essere effettuato periodicamente con la frequenza stabilita dall'Esperto Qualificato e in collaborazione con quest'ultimo.
- 3) Le schermature, sia fisse che mobili, sono parte integrante del sistema di sicurezza. Pertanto qualsiasi modifica al loro assetto deve essere preventivamente concordata con l'Esperto Qualificato.

- 4) Dopo le eventuali modifiche di cui al precedente punto, l'Esperto Qualificato 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.
- 5) Chiunque venga a conoscenza di eventuali irregolarità di funzionamento del sistema di sicurezza di cui al par. II deve darne immediata notizia all'operatore di turno che provvederà a informare il Responsabile di FLAME, il Responsabile della Divisione Acceleratori nonché l'Esperto Qualificato e a prenderne nota nell'apposito registro di macchina. Il funzionamento dell'acceleratore potrà riprendere solo dopo aver ripristinato il corretto funzionamento del sistema in parola.

#### IV - NORME PER L'ACCESSO E LA PERMANENZA NELLE AREE DI PERTINENZA DI FLAME

L'accesso e la permanenza negli ambienti di lavoro di pertinenza di FLAME, per i soli aspetti radioprotezionistici, sono disciplinati come in Tabella I.

Tabella I

Modi di funzionamento Aree	Laser off	Laser on/laser probe on Fase di allineamento	Laser-on – fase ad alta potenza ed alta intensità
Ingresso principale del laboratorio	L	L	L
Camera Pulita di FLAME	L	L	L
Vestibolo Camera Pulita di FLAME	L	L	L
Sala controllo, diagnostica e acquisizione	L	L	L
Locale di servizio riservato alle unità di controllo e raffreddamento dei laser di pompa	L	L	L
Sala Sperimentale	L	L	V

Il significato dei simboli è il seguente:

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

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

## VI - SORVEGLIANZA FISICA INDIVIDUALE

- 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 di radioprotezione, l'Esperto Qualificato provvede ad effettuare la classificazione di radioprotezione dei lavoratori e stabilisce gli eventuali dosimetri individuali da usare. I responsabili delle attività in parola devono provvedere ad aggiornare le schede di radioprotezione ogniqualvolta intervengano variazioni nelle notizie in esse riportate.
- 2) I lavoratori esposti, di cui all'art. 6 comma 1 lettera c) del D.Lgs. 230 del 17 marzo 95, non possono iniziare la propria attività in zona controllata fino a quando il Medico Autorizzato e/o Competente non avrà provveduto a formulare il giudizio di idoneità al lavoro specifico. Detto personale dovrà sottoporsi a sorveglianza medica, secondo le indicazioni fornite dal Medico Autorizzato e/o Competente stesso. In caso di inadempienza, la Direzione, su segnalazione del Medico Autorizzato e/o Competente, provvede ad allontanare il lavoratore dalle attività con rischio da radiazioni ionizzanti.
- 3) Le lavoratrici devono notificare alla Direzione il proprio eventuale stato di gravidanza non appena accertato.
- 4) I dosimetri individuali, se del caso, devono essere richiesti all'Esperto Qualificato da parte dei responsabili delle attività, prima che i lavoratori inizino le loro prestazioni in zona controllata. E' compito del responsabile delle attività verificare che il personale in parola acceda in zona controllata soltanto dopo aver ottenuto il relativo dosimetro individuale.
- 5) I dosimetri individuali devono essere indossati all'altezza del petto, salvo diversa indicazione dell'Esperto Qualificato. Si consiglia in linea di massima di attaccarli al bavero del camice o di altro indumento. I TLD a bulbo possono essere tenuti nel taschino della giacca. 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 Qualificato.

## VII- NORME GENERALI

- 1) Il Responsabile del Laboratorio FLAME e il Responsabile della Divisione Acceleratori devono provvedere affinché le prove di collaudo e l'esercizio dell'impianto si svolgano nel rispetto delle presenti norme.
- 2) Il Responsabile del Laboratorio FLAME, il Responsabile della Divisione Acceleratori, i Responsabili dei Servizi, i capigruppo, o comunque tutti coloro per i quali sia configurabile la figura giuridica di "preposto", oltre a quanto indicato nel precedente punto VI.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 frequentare le zone controllate soltanto se accompagnate.
- 3) Il Responsabile del Laboratorio FLAME, il Responsabile della Divisione Acceleratori, i responsabili dei Servizi, i capigruppo, o comunque tutti 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 2) a proposito di lavoratori subordinati.
- 4) In caso di incidenti di qualsiasi tipo deve esserne dato immediatamente avviso all'Esperto Qualificato.
- 5) Eventuali superamenti dei limiti di dose saranno comunicati al Medico Autorizzato e/o Competente e al Direttore dei LNF, per i provvedimenti di competenza, nonché agli stessi interessati e alle Organizzazioni Sindacali.
- 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 ad attenersi a ogni altra disposizione del Responsabile del Laboratorio FLAME per l'accesso nel Laboratorio stesso e all'obbligo dell'uso dei dosimetri personali eventualmente assegnati.

- 7) Fatto salvo quanto già previsto in materia di compiti e responsabilità delle presenti norme, il personale del Servizio di Fisica Sanitaria e Medicina del lavoro è autorizzato a vigilare circa la corretta applicazione delle norme stesse.
- 8) Le presenti norme sostituiscono, a tutti gli effetti, qualsiasi precedente disposizione in materia.

Frascati, Ottobre 2017

Il Direttore dei LNF