



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
LABORATORI NAZIONALI DI LEGNARO
Il Direttore

Al Responsabile della Divisione Acceleratori LNL
Dott. E. Fagotti

Al Responsabile della Divisione Ricerca LNL
Dott. E. Fioretto

Al Responsabile della Divisione Tecnica e
Del Servizi Generali LNL
Ing. P. Modanese

e p.c.

Dott. L. De Ruvo

Dott. T. Marchi

Dott. V. Rigato

Al Servizio di Radioprotezione LNL

(email)

Invio, per quanto di competenza, il seguente documento:

DOC-LNL "Norme di radioprotezione – Acceleratore Tandem XTU "

e dispongo che ne venga data la massima diffusione ai vostri Servizi e che venga ottemperato a quanto in esso indicato.

In particolare dispongo che, a cura della Divisione Acceleratori, copia di tali norme sia esposta e ben visibile alla sala Comando dell'acceleratore in modo tale da poter essere facilmente consultata dai lavoratori (operatori e utenti).

Cordiali saluti.


Dott.ssa Fabiana Gramigna
Direttore





NORME DI RADIOPROTEZIONE

Le presenti norme disciplinano le attività lavorative nelle aree vano e sottovano dell'acceleratore Tandem, le attività nelle sale sperimentali ovest ed est, nei loro sotterranei e nella sala trattamento aria, esclusivamente per quanto riguarda la protezione dalle radiazioni ionizzanti.

Le attività che si effettuano in questo acceleratore possono comportare, nelle condizioni di normale attività, rischi di irradiazione esterna.

Ricordarsi che tutti i materiali che sono stati sotto fascio, nelle camere di reazione, nelle vicinanze delle linee di fascio, nelle sale sperimentali ove è presente una componente neutronica importante ovvero tutti i materiali dei quali non si possa escludere una attivazione (anche se a contatto con il materiale il rivelatore per radiazioni riporta un valore gamma pari al fondo ambientale), NON possono in nessun modo essere allontanati dai LNL senza il preventivo controllo del Servizio di Radioprotezione.

CRITERI DI ATTUAZIONE DELLE NORME DI ACCESSO

Le norme di accesso alle aree dell'acceleratore Tandem sono stabilite tenendo presente la fase di funzionamento dell'acceleratore.

a) Acceleratore spento (iniettore spento e acceleratore non in tensione)

L'accesso alle sale sperimentali e al vano Tandem è regolamentato anche ad acceleratore spento. Di norma, dopo che sono stati accelerati fasci con $Z < 5$, l'accesso al vano Tandem e alla sala sperimentale è interdetto e diventa senza restrizioni solo dopo il benestare dell'Esperto di Radioprotezione. Il benestare o, comunque, disposizioni in merito vengono annotati sul registro di macchina. In caso di necessità e urgenza, in assenza di tale benestare o di disposizioni in merito, l'accesso è consentito al seguente personale munito di dosimetro individuale x- γ e/o penna dosimetrica o altro dispositivo dosimetrico attivo:

- a) al personale della Divisione Acceleratori
- b) al personale del Servizio di Radioprotezione
- c) a personale dipendente e associato dei LNL (solo nelle sale sperimentali).

In ogni caso resta interdetto l'accesso a tutte le zone dove ci sono problemi di attivazione. Tali zone, localizzate in genere lungo le linee di fascio, sono individuate dall'esperto di radioprotezione o dal personale del Servizio di Radioprotezione e devono essere indicate e/o delimitate con cartelli e transenne. La rimozione di dispositivi che abbiano o possano avere intercettato il fascio deve avvenire previa verifica del livello di attivazione presente e con gli opportuni accorgimenti (uso di guanti, pinze ecc.). Non è consentita, senza autorizzazione scritta dell'esperto di radioprotezione, la rimozione di bersagli, beam stopper ed ogni altro dispositivo che presenti un livello di attivazione tale da fornire a contatto con lo strumento di misura, a disposizione presso l'acceleratore, ratei di equivalente di dose ambientale beta+gamma superiori a $50 \mu\text{Sv/h}$; se la lettura è inferiore a $50 \mu\text{Sv/h}$ l'intervento non deve comunque superare i 30 minuti.



Quando l'accesso è senza restrizioni possono accedere anche visitatori o dipendenti di ditte esterne purché siano accompagnati da personale dei Laboratori.

L'accesso ai sotterranei e alla sala trattamento aria è senza restrizioni.

b) Acceleratore in tensione (iniettore spento)

Se la tensione di terminale è inferiore a 3 MV l'accesso al vano e al sottovano Tandem è sottoposto alla stessa regolamentazione stabilita nel caso di acceleratore spento, ma chi vi accede deve essere munito di dosimetro x-γ e/o penna dosimetrica o altro dispositivo dosimetrico attivo. L'accesso può e deve comunque essere autorizzato dall'operatore alla macchina.

Se la tensione di terminale è superiore a 3 MV, l'accesso al vano Tandem e al sottovano è consentito solo:

- a) al personale della Divisione Acceleratori per il quale è stato previsto nella scheda di radioprotezione che frequenti tali aree
- b) al personale del Servizio di Radioprotezione
- c) a personale dipendente e associato dei LNL per il quale è stato previsto nella scheda di radioprotezione che frequentino tali aree.

E' obbligatorio l'uso di dosimetro personale x-γ, penna dosimetrica o altro dispositivo dosimetrico attivo.

Per le sale sperimentali e i sotterranei delle sale valgono le stesse limitazioni stabilite nel caso di "acceleratore spento" indipendentemente dalla tensione dell'acceleratore.

c) Iniettore acceso e F.C. 2 inserita

In tali condizioni vi sono limitazioni di accesso nell'area circostante la sorgente e in particolare in prossimità della zona all'uscita della linea di fascio dal locale che ospita la sorgente stessa. Può accedere a tale area solo il personale operatore, il personale addetto all'iniettore e il personale del Servizio di Radioprotezione.

Si ricorda inoltre che eventuali modifiche della sorgente o alle procedure che possono cambiare le condizioni di esposizione devono essere preventivamente concordate con l'esperto di radioprotezione.

Nel caso di utilizzo di **fascio di deuterio** si ricorda che si è in presenza di campi di **neutroni indipendentemente dal valore di energia del fascio accelerato**. In tali condizioni la presenza di lavoratori nel vano e sotto vano del Tandem è, di norma, interdetta.

E' obbligatorio l'uso di dosimetri personali X-γ, penna dosimetrica o altro dispositivo dosimetrico attivo e nel caso di fascio di deuterio, se necessario ad entrare in vano del Tandem, anche del dosimetro personale per neutroni.

I criteri di accesso alle altre aree del vano Tandem dipendono dallo stato dell'acceleratore.

Se l'acceleratore è in tensione, valgono le norme stabilite per tale fase, se l'acceleratore non è in tensione quelle stabilite per la fase di "acceleratore spento".



d) Fascio accelerato

Le possibilità di accesso nelle varie aree in questa condizione, dipendono da due fattori:

- 1) il tipo di fascio
- 2) la sala dove il fascio viene trasportato

Nella tabella sottostante sono riportate, di norma, le possibilità di accesso nelle varie condizioni di lavoro. Con Z è indicato il numero atomico dello ione accelerato.

Tipo di fascio	Posizione del fascio accelerato	Accesso consentito senza restrizioni	Accesso vietato o con autorizzazione dell'esperto di radioprotezione
Z < 5	Qualsiasi	Sala Comando, corridoio antistante sale sperimentali, sala compressori e scantinati relativi, sala trattamento aria	In tutte le altre aree
Z ≥ 5	Verso la sala est	Sala Comando, corridoio antistante sale sperimentali, sala compressori e scantinati relativi, sala trattamento aria, sala ovest e relativi scantinati	Vano Tandem e relativo Sotterraneo, sala est e relativo sotterraneo
	Verso la sala ovest	Sala Comando, corridoio antistante sale sperimentali, sala compressori e scantinati relativi, sala trattamento aria, sala est e relativi scantinati	Vano Tandem e relativo Sotterraneo, sala ovest e relativo sotterraneo, bunker Trap-Rad
	F.C. 7	Sala Comando, corridoio antistante sale sperimentali, sala compressori e scantinati relativi, sala trattamento aria, sala est e ovest con relativi sotterranei	Vano Tandem e relativo sotterraneo

L'esperimento TRAP-RAD nella sala sperimentale ovest ha suddiviso la sala ovest come segue:

- a) area bunker, esperimento TRAP-RAD
- b) area dello spettrometro RMS (non operativo)
- c) area GALILEO
- d) area ospitante le linee di fascio -20°B (esperimento PISOLO, operativo) e -40° (esperimento 8πLP, non operativo)

Il bunker dedicato al TRAP-RAD per la produzione di ioni franco è delimitato con schermature in calcestruzzo dello spessore di 50 cm, dotato di una porta d'ingresso schermante mobile, di proprio giro ronda e di pulsante di emergenza.

Il giro ronda nel bunker va effettuato prima del giro ronda della sala sperimentale stessa.

In presenza di fascio l'accesso in sala sperimentale è di norma interdetto. Eccezionalmente, può essere consentito per motivi di sperimentazione l'accesso, su autorizzazione scritta dell'esperto di radioprotezione. Con il fascio nel bunker TRAP-RAD è interdetto l'accesso in tale area.



- USO DEI BY-PASS

E' stata prevista la possibilità di mascherare alcuni sensori del sistema controllo accessi Tandem per consentire delle operazioni altrimenti impossibili ma talvolta necessarie (p.e. l'accesso ad aree vietate). I by-pass sono inseriti dietro password e ne esistono di due livelli.

a) By-pass di I° livello

E' inseribile direttamente dall'operatore seguendo le indicazioni sotto riportate senza dover essere autorizzato dal Servizio di Radioprotezione o dall'esperto di radioprotezione.

In questa categoria rientra:

1) il by-pass MANUTENZIONE: consente di fare girare il laddertron per le prove di manutenzione senza dover effettuare le 3 ronde del vano Tandem. In questa condizione comunque non si riesce ad estrarre la F.C. 2; per farlo è necessario effettuare le 3 ronde.

b) By-pass di II° livello

E' inseribile solo su autorizzazione scritta dell'esperto di radioprotezione. In questa categoria rientrano:

1) By-pass alle porte. Consentono l'ingresso di persone preventivamente autorizzate dall'esperto di radioprotezione in qualsiasi area indipendentemente dal tipo di fascio e dalla sua posizione. Considerata l'esperienza acquisita negli anni su fasci, correnti e bersagli, possono essere concessi by-pass senza la firma dell'Esperto di Radioprotezione e sotto la sua responsabilità.

2) TIMER. Inserisce un tempo di ritardo sull'apertura delle porte della sala est e del vano Tandem nel caso in cui vengano utilizzati fasci e bersagli tali da indurre una significativa attivazione all'interno delle aree sopra considerate.

CUSTODIA CHIAVE DI AVVIAMENTO DELL'ACCELERATORE TANDEM

E' considerata chiave di avviamento la chiave di alimentazione del motore del Laddertron. Tale chiave è custodita dal Responsabile del Servizio Operazione Macchine (su delega del Responsabile della Divisione Acceleratori) che la consegna agli operatori di macchina.

I visitatori e i dipendenti dei LNL, che accedono in aree in cui non e' obbligatorio l'uso di dosimetri personali, possono munirsi di stilodosimetro o altro dispositivo dosimetrico elettronico. Essi si trovano nella sala controllo dell'acceleratore unitamente ad un foglio di registro sul quale devono essere annotati il nome del prelevante e la lettura iniziale e finale del dispositivo. I visitatori devono essere accompagnati da persona autorizzata ad accedere nelle zone in cui hanno intenzione di recarsi.



DISPOSIZIONI GENERALI SUL SISTEMA DI SICUREZZA RADIOPROTEZIONISTICA DELL'ACCELERATORE - EMERGENZE

1) Il Responsabile della Divisione acceleratori, o persona da lui delegata per iscritto, è responsabile del corretto mantenimento della funzionalità dei sistemi di sicurezza radioprotezionistica dell'acceleratore. Tale funzione è espletata, ove richiesta, con la collaborazione e la consulenza del Servizio di Radioprotezione.

2) Il controllo dell'efficacia dei sistemi di sicurezza radioprotezionistica è effettuato periodicamente dall'esperto di radioprotezione. Durante tali controlli personale della Divisione Acceleratori, individuato dal Responsabile della Divisione o dalla persona delegata di cui al punto 1), è tenuto a fornire la necessaria collaborazione.

3) Le schermature, sia fisse che mobili, i rivelatori di radiazioni, gli interlocks, i pulsanti di ronda, le insegne luminose, le segnalazioni che indicano lo stato dell'acceleratore e i pulsanti di emergenza sono parte integrante del sistema di sicurezza. Pertanto qualsiasi modifica al loro assetto deve essere preventivamente concordata con l'esperto di radioprotezione.

4) Dopo le eventuali modifiche di cui al precedente punto 3), l'esperto di radioprotezione provvede alle verifiche di propria competenza, ponendo prescrizioni, ove necessario.

5) Per gli esperimenti che prevedono l'utilizzo di sorgenti radioattive, in particolare **sorgenti alfa e beta emittenti all'interno della camera di reazione**, deve essere previsto un sistema di interblocco sul fascio, realizzato come parte integrante dell'attuale sistema del controllo degli accessi e del sistema di sicurezza dell'acceleratore, che impedisca, in presenza della sorgente nella camera di reazione, l'erogazione del fascio nel canale dell'esperimento.

6) Chiunque venisse a conoscenza di eventuali irregolarità nell'espletamento dell'esperimento che potrebbero coinvolgere la sicurezza radioprotezionistica, irregolarità nel funzionamento del sistema di sicurezza radiologica, con particolare riguardo al sistema elettromeccanico di controllo accessi, deve darne immediata notizia all'operatore di turno che provvederà a interrompere il proseguimento dell'esperimento, informare il Responsabile della Divisione Acceleratori o la persona delegata di cui al punto 1), l'esperto di radioprotezione e a prenderne nota nell'apposito registro di macchina. Il funzionamento dell'acceleratore potrà riprendere soltanto dopo il corretto funzionamento del sistema in parola e/o il benessere dell'esperto di radioprotezione.

- Segnalazioni, sicurezze ed emergenze

- Area vano e sottovano Tandem

Nell'area vano e sottovano Tandem funzionano i mezzi di segnalazione, sicurezza ed emergenza qui di seguito descritti:

- è presente negli principali ingressi in tali aree e anche al loro interno un sistema di segnalazione ottica (panelli luminosi) che indica lo stato di funzionamento della macchina e le condizioni di accesso;
- è presente un sistema di verifica di assenza di persone; prima dell'invio del fascio, l'assenza di persone all'interno delle aree viene garantita dall'effettuazione, in tempo, di tre giri ronda (due nel vano Tandem e una nel sottovano) mediante l'attivazione di opportuni pulsanti gialli distribuiti in tali aree;



- è presente un sistema di blocco rapido del fascio; esso, in caso di emergenza, avviene con l'attivazione di uno qualsiasi dei quattro pulsanti di emergenza rossi distribuiti nel vano Tandem e nel sottovano, tutti autobloccanti, che fanno cadere il giro ronda intercettando il fascio in Faraday cup 2 (F.C.2) ovvero prima di essere accelerato dal Tandem;
- è presente all'acceleratore un sistema di rivelazione delle radiazioni; esso prevede nel vano Tandem una stazione mobile (rivelatore X- γ - camera d'ionizzazione - e rivelatore per neutroni - rem-counter - in corrispondenza dell'area magnete di analisi). I rivelatori, muniti di segnalazioni acustiche ed ottiche, hanno impostate due soglie di rateo di equivalente di dose ambientale. Il superamento della prima soglia, posta a 10 μ Sv/h attiva un segnale luminoso e blocca l'apertura delle porte di accesso all'area. Il superamento della seconda soglia, posta a 10 mSv/h, attiva un segnale ottico ed acustico e fa intervenire la F.C.2, intercettando il fascio prima di essere accelerato dal Tandem.

- Sala sperimentale est

Nella sala sperimentale est funzionano i mezzi di segnalazione, sicurezza ed emergenza qui di seguito descritti:

- è presente negli principali ingressi in tale area e anche al suo interno un sistema di segnalazione ottica (panelli luminosi) che indica lo stato di funzionamento della macchina e le condizioni di accesso nella sala;
- prima dell'invio del fascio, l'assenza di persone all'interno della sala est e relativo sotterraneo viene garantita dall'effettuazione dei giri ronda mediante l'attivazione in sequenza di opportuni pulsanti gialli;
- il blocco rapido del fascio, in caso di emergenza, avviene con l'attivazione di uno qualsiasi dei pulsanti di emergenza rossi collocati in tali aree, tutti autobloccanti, che fanno cadere il giro ronda intercettando il fascio in Faraday cup 2;
- il sistema di rivelazione delle radiazioni dell'acceleratore prevede nella sala est una stazione mobile composta da un rivelatore X- γ (camera d'ionizzazione) e un rivelatore per neutroni (rem-counter) che deve essere posizionata dal operatore di macchina il più vicino al canale che ospita il fascio. I rivelatori, muniti di segnalazioni acustiche ed ottiche, hanno impostate due soglie di rateo di equivalente di dose ambientale. Il superamento della prima soglia, posta a 10 μ Sv/h attiva un segnale luminoso e blocca l'apertura delle porte di accesso all'area. Il superamento della seconda soglia, posta a 10 mSv/h, attiva un segnale ottico ed acustico e fa intervenire la F.C.2, intercettando il fascio prima di essere accelerato dal Tandem.

- Sala sperimentale ovest acceleratore Tandem

Nella sala sperimentale ovest funzionano i mezzi di segnalazione, sicurezza ed emergenza qui di seguito descritti:

- è presente nel principale ingresso in tale area e all'interno della sala un sistema di segnalazione ottica (panelli luminosi) che indica lo stato di funzionamento della macchina, le condizioni di accesso nella sala;
- prima dell'invio del fascio, l'assenza di persone all'interno della sala sperimentale e relativo sotterraneo viene garantita dall'effettuazione dei seguenti giri ronda:
 - ronda all'interno del bunker TRAP-RAD
 - ronda della sala ovest (pulsante posto in corrispondenza dell'ingresso LC10);
 - ronda nel relativo sotterraneo della sala ovest;



- il blocco rapido del fascio, in caso di emergenza, avviene con l'attivazione di uno qualsiasi dei pulsanti di emergenza rossi collocati nelle aree bunker TRAP-RAD e sala ovest, tutti autobloccanti, che fanno cadere il giro ronda intercettando il fascio in Faraday cup 2;
- il sistema di rivelazione delle radiazioni dell'acceleratore prevede nella sala ovest una stazione mobile composta da un rivelatore X- γ (camera d'ionizzazione) e un rivelatore per neutroni (rem-counter) che deve essere posizionato dal operatore di macchina il più vicino al canale che ospita il fascio. I rivelatori, muniti di segnalazioni acustiche ed ottiche, hanno impostate due soglie di rateo di equivalente di dose ambientale. Il superamento della prima soglia, posta a 10 $\mu\text{Sv/h}$ attiva un segnale luminoso e blocca l'apertura delle porte di accesso all'area. Il superamento della seconda soglia, posta a 150 $\mu\text{Sv/h}$, attiva un segnale ottico ed acustico e fa intervenire la F.C.2, intercettando il fascio prima di essere accelerato dal Tandem.

- Area TRAP-RAD dedicata all'installazione dei laser

L'accesso a tale area, anche se fisicamente il locale è all'interno della sala ovest del Tandem, avviene dall'esterno della sala stessa. L'accesso in tale area, con il fascio nella sala ovest, è senza restrizioni (zona classificata come "zona senza restrizioni") e possono accedere le persone che sono state autorizzate (attività prevista nella loro scheda di radioprotezione).

L'apertura avviene con l'utilizzo di una scheda magnetica nominativa valida solo per uno spazio di tempo predefinito che abilita l'apertura dell'elettro-serratura della porta stessa. La scheda è abilitata solo dal Servizio di Radioprotezione, tenuto conto del calendario della macchina e sentito l'esperto di radioprotezione. Una tessera non valida non è in grado di attivare l'apertura della porta.

Nell'area è presente una stazione di monitoraggio ambientale mobile composta da un rivelatore X- γ (camera d'ionizzazione) e un rivelatore per neutroni (rem-counter). I rivelatori, muniti di segnalazioni acustiche ed ottiche, hanno impostata una soglia pari a 1.5 $\mu\text{Sv/h}$. Il superamento di tale soglia attiva un segnale luminoso e acustico e le persone presenti devono abbandonare l'area immediatamente. Il blocco rapido del fascio, in caso di emergenza, avviene con l'attivazione del pulsante autobloccante di emergenza rosso collocato nel locale, che fa cadere il giro ronda intercettando il fascio del Tandem in Faraday cup 2.

Si rammenta che il giro ronda delle sale sperimentali che ospitano il fascio viene di norma effettuata dall'utente in turno, mentre il giro ronda in tutte le altre aree viene effettuato dagli operatori dell'acceleratore. Chi effettua il giro ronda è responsabile dell'assenza di persone in tale area.

SORVEGLIANZA FISICA INDIVIDUALE

1) Il personale classificato come lavoratore esposto non può iniziare la propria attività con rischio da radiazioni ionizzanti 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. E' compito del responsabile delle attività verificare che il personale in parola svolga attività con rischio da radiazioni soltanto dopo aver acquisito il giudizio di idoneità.

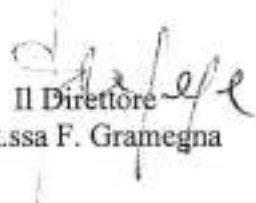


2) Le lavoratrici devono notificare alla Direzione, anche tramite Medico Autorizzato e/o Competente, il proprio eventuale stato di gravidanza non appena accertato.

3) I dosimetri individuali devono essere richiesti al Servizio di Radioprotezione dai responsabili delle attività. E' compito del responsabile delle attività verificare che il personale in parola acceda alle aree con obbligo di dosimetri soltanto dopo aver ottenuto i relativi dosimetri individuali.

4) I dosimetri individuali devono essere indossati all'altezza del petto, salvo diversa indicazione dell'esperto di radioprotezione. Si collocano di norma 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 e al Servizio di Radioprotezione.

Si sottolinea che per il tipo di attività sperimentali che vengono attualmente svolte presso l'acceleratore Tandem XTU, non esiste nessuno scenario prevedibile in condizioni normali di funzionamento dell'acceleratore o in caso di eventi anomali o incidentali che possa generare una situazione di emergenza con coinvolgimento a qualsiasi livello di dosi ricevute o impegnate superiori a 10 μ Sv/anno l'individuo rappresentativo della popolazione.


Il Direttore
Dott.ssa F. Gramegna