



Al Direttore della Sezione di Firenze  
Dr. O. Adriani

Sede

**Oggetto:** Criteri e modalità per l'attuazione a quanto richiesto dal D. Lgs. 101/2020.

Caro Direttore,  
in riferimento all'oggetto, ti invio per opportuna conoscenza e per quanto di competenza quanto richiesto dal D.Lgs. 101/2020.

**CRITERI E MODALITA' DEI CONTROLLI DELL'EFFICACIA DEI DISPOSITIVI  
TECNICI DI PROTEZIONE, SICUREZZA ED EMERGENZA DELL'ACCELERATORE**

Il controllo dell'efficacia dei dispositivi di sicurezza e di emergenza viene effettuato dall'esperto di radioprotezione in collaborazione con personale della Sezione addetto all'operazione della macchina; il Responsabile dell'acceleratore, incaricato dal Direttore, o persona da lui delegata per iscritto, deve essere considerato come preposto al corretto funzionamento dei sistemi di sicurezza degli acceleratori descritti nei vari documenti sull'argomento emanati dal Direttore. Tale controllo avviene con frequenza annuale dall'esperto di radioprotezione e trimestralmente dal personale della Sezione addetto all'operazione della macchina. I risultati delle verifiche trimestrali devono essere comunicati per iscritto al Direttore e all'esperto di radioprotezione. In caso di manutenzione e/o guasti dei sistemi dell'acceleratore che possono coinvolgere la sicurezza radioprotezionistica l'acceleratore non deve ripartire senza la verifica con esito positivo del sistema controllo degli accessi e del sistema radiologico installati.

La verifica dei sistemi di sicurezza radioprotezionistica avviene nelle reali condizioni di lavoro, sulla base di appropriata "check-list" predisposte.

In particolare si verificano le seguenti funzionalità:

- a) sistemi e condizioni di sicurezza radioprotezionistica regolanti l'accesso alla sala sperimentale e al vano dell'acceleratore;
- b) sistemi e condizioni di sicurezza radioprotezionistica preposti all'avviamento dell'acceleratore;
- c) dispositivi e condizioni di blocco rapido del fascio;
- d) dispositivi segnalazione ottica;
- e) dispositivi segnalazione ottica e acustica dei rivelatori di radiazione e buon funzionamento delle segnalazioni di stato delle soglie dei rivelatori stessi.



## **CRITERI E MODALITA' PER LA VERIFICA DI BUON FUNZIONAMENTO DELLA STRUMENTAZIONE DI RADIOPROTEZIONE.**

Le verifiche periodiche vengono effettuate con l'utilizzo di una sorgente radioattiva di calibrazione per neutroni ( $^{241}\text{Am-Be}$ ) della quale si sfrutta ad una certa distanza il rateo di equivalente di dose neutronica e gamma. In particolare si utilizza per la strumentazione su carello, per il rivelatore gamma-X posto sulla tank e per la strumentazione portatile.

Si confronta il rateo di equivalente di dose ambientale  $\gamma$  e neutroni letto dalla strumentazione con quello teorico della sorgente ad una distanza pari a 50 cm.

Il fondo strumentale viene sottratto dai risultati delle letture; le valutazioni così effettuate vengono riportate dall'esperto di radioprotezione nel Registro di Radioprotezione.

## **CRITERI E MODALITA' PER LE VALUTAZIONI DI DOSE INDIVIDUALE**

Le attività con rischio da radiazioni ionizzanti svolte presso la Sezione, in condizioni di normale attività lavorativa e nel rispetto delle norme interne di radioprotezione emanate dal Direttore, comportano per dirigenti, preposti e lavoratori un rischio solo di esposizione globale esterna da radiazione X, gamma e neutroni. Per quanto riguarda i rischi di irradiazione esterna al corpo intero le valutazioni vengono fatte sulla base dei responsi dosimetrici forniti dal Servizio Dosimetrico dell'ENEA di Bologna in termini di  $H_p(d)$  in unità Sievert e sulla base di misure ambientali riportate nel Registro di Radioprotezione ed effettuate dall'esperto di radioprotezione con rivelatori tarati in  $H^*(10)$  in unità Sievert. Nel caso di misure ambientali, i dati numerici in  $H^*(10)$  per i fotoni vengono trasformati in dose efficace tenendo conto che così facendo la dose efficace è sovrastimata, per irraggiamenti (AP, PA e ROT) del circa 15%, a meno che l'energia media non sia estremamente bassa - range 15-20 keV (ICRP 74, pg.96, par. 5.3.2., num. 324). Sempre nel caso di misure ambientali e per quanto concerne l'irraggiamento da neutroni, la dose efficace è sottostimata, nella geometria AP, per neutroni con energie tra 1 eV e 40 keV, nella regione da 3 a 13 MeV e in quella sopra i 40 MeV. Però questa sottostima per neutroni monoenergetici non dovrebbe creare nessuna difficoltà nella radioprotezione operativa perché campi di neutroni realistici sono caratterizzati da una distribuzione energetica dello spettro tale che la quantità  $H^*(10)$  garantisce comunque una stima conservativa della dose efficace (rif. ICRP 74, pg.98, par. 5.3.2., num. 327. Alberts, W.G., Ambrosi, P. Bohm, J., Dietze, G., Hohlfeld, K. and Will, W. "New Quantities of Measurement in Radiation Protection ", PTB-Dos-23 (1994)).

Oltre a quanto sopra riportato, si tiene conto anche dei risultati delle letture dei dosimetri della rete ambientale di controllo ( $H_p(d)$ ) basati su dosimetri forniti sempre dall'ENEA.

I dosimetri per il corpo intero e della rete ambientale vengono sostituiti con periodicità di 12 settimane (3 mesi).

Nel caso particolare in cui i dosimetri individuali non vengano ritornati per la lettura (smarriti), la lettura viene assunta uguale ai periodi precedenti (per attività presso l'acceleratore e per simile carico di lavoro e condizioni operative), se non sono presenti oscillazioni di dose; viene assunta uguale alla media degli ultimi 12 mesi se sono presenti notevoli variazioni di dose e viene

assunta uguale ai valori registrati da dosimetri individuali utilizzati da operatori che effettuano attività simili se il dosimetro smarrito è relativo ai primi periodi di attività.

I dosimetri personali e quelli della rete ambientale utilizzati sono:

- a) dosimetri a TLD per la radiazione X-gamma
- b) dosimetri a CR-39 per i neutroni veloci.

Non esistono in Sezione attività autorizzate con rischio da radiazioni ionizzanti che possono comportare esposizione in particolare al cristallino dell'occhio.

Come si è detto precedentemente i dosimetri dell'ENEA forniscono risposte in termini di  $H_p(d)$  in unità Sievert. Questa grandezza per fotoni ed elettroni, come riportato nell'ICRP 74, pg.110, par. 5.3.4., num. 351, dovrebbe dare una buona stima della dose efficace nelle condizioni di geometria di maggior interesse in radioprotezione come la AP e la ROT (rotazione a 360° intorno all'asse longitudinale del fantoccio e con il fascio che arriva perpendicolare all'asse stesso). Particolare cura verrà data nel caso di una geometria, nota a priori, di irraggiamento PA posizionando in modo giusto il dosimetro sull'individuo.

Per i dosimetri a TLD, ENEA comunica sia l'equivalente di dose personale  $H_p(10)$  che l'equivalente di dose personale  $H_p(0.07)$ .

La misura dell'equivalente di dose personale potenzialmente potrebbe sottostimare la dose efficace per alcune energie dei neutroni anche per in geometria d'irraggiamento di tipo ROT. Però, in condizioni di lavoro reali dove l'energia dei neutroni è distribuita su uno spettro energetico molto ampio, una misura della grandezza  $H_p(10)$  dovrebbe dare una misura ragionevole della dose efficace E (sopravalutando E anche del 25% o anche più). Dati realistici sulla E possono essere ottenuti solo conoscendo lo spettro dei neutroni emessi (ICRP 74, pg.110, par. 5.3.4., num. 352).

Il sistema di monitoraggio ambientale installato presso l'acceleratore è dotato di due carrelli su ruote muniti di un rem-counter per la radiazione neutronica e un rivelatore per la radiazione X-gamma e un geiger collocato sulla tank della macchina. Registrano in modo continuo su PC il rateo di equivalente di dose ambientale nelle zone controllate, sorvegliate della sala dell'acceleratore.

In caso di discordanze tra le letture del Servizio Dosimetrico dell'ENEA e le rivelazioni effettuate nel periodo di servizio, l'esperto di radioprotezione valuta e registra le dosi ritenute più attendibili, indicando, volta per volta, i criteri seguiti.

Non sono presenti lavorazioni che possono comportare rischi di esposizioni parziali.

Per quanto concerne il criterio di valutazione della dose legata alle letture dei dosimetri personali passivi X, gamma e neutroni dell'ENEA si riporta che a quelli dosimetri che riporteranno valori di lettura uguali al dosimetro di controllo sarà assegnata una dose pari a 0 mSv.

La valutazione delle dosi per l'individuo rappresentativo della popolazione, in condizione di normale attività dell'acceleratore, viene effettuata sulla base dei risultati delle letture dei dosimetri della rete ambientale di controllo (collocati anche lungo il recinto), sulla base dei risultati delle misure che vengono effettuate con strumentazione portatile n- $\gamma$  (mappe dosimetriche) e sulla base dei risultati ottenuti con strumentazione fissa su carrello.

Per quanto concerne l'impiego di sorgenti radioattive la Sezione detiene ed impiega solo sorgenti sigillate di modesta attività con l'eccezione di una sorgente di neutroni di Am-Be di attività pari a 3,7 GBq. Esse sono di norma detenute presso il locale denominato Sala Stoccaggio Sorgenti collocato nell'edificio dell'acceleratore, piano terra; il locale è schermato con pareti in calcestruzzo dello spessore di 50 cm, è munito dei dovuti sistemi di allarme e porta antincendio.

Le sorgenti solo per motivi legati alla sperimentazione possono essere temporaneamente collocate presso altri laboratori dell'edificio dell'acceleratore.

Nelle aree di tali laboratori è presente una cassaforte per poter collocare le sorgenti quando non utilizzate.

Le attività con le sorgenti, quando sono scrupolosamente seguite le norme interne di radioprotezione emanate dal Direttore, non comportano un rischio significativo di irraggiamento.

La sostituzione delle sorgenti deve avvenire entro la loro working life dichiarata dal produttore. In particolare le sorgenti alfa emittenti vengono immediatamente sostituite in caso di presentazione di graffi sulla superficie attiva della sorgente.

Durante le verifiche programmate di controllo delle sorgenti impiegate non sono mai riscontrate situazioni di pericolo o di non ottemperanza grave delle norme di radioprotezione.

Per quanto riguarda le sorgenti radioattive, sono di seguito riportate le valutazioni preventive della distribuzione spaziale e temporale delle materie radioattive disperse o rilasciate, nonché delle esposizioni potenziali relative ai lavoratori e ai gruppi di riferimento della popolazione in caso di incendio che coinvolge sorgenti radioattive.

Prima di qualsiasi valutazione di calcolo è fondamentale sottolineare che il valore di carico di incendio all'interno del locale che ospita le sorgenti radioattive è uguale a zero. Nessun tipo di materiale infiammabile, esplosivo o incendiabile è tenuto all'interno di tale ambiente. Inoltre le sorgenti radioattive di maggior attività sono costruite in modo di essere incapsulate in acciaio inox e sono certificate a resistere, in caso d'incendio, almeno 1 ora a 800°C (sorgente di neutroni).

Si ritiene che le attività con l'acceleratore, anche in caso di emergenza, possono comportare all'individuo rappresentativo della popolazione una dose incrementale pari a 0 mSv o comunque inferiore a 10 microSv/anno.

E' esclusa, nelle normali condizioni di lavoro, una situazione che possa coinvolgere una sorgente radioattiva e possa comportare all'individuo rappresentativo della popolazione una dose superiore a 10 microSv/anno.

## **CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DELLE AREE DI LAVORO**

Per quanto riguarda la classificazione delle aree con rischio radiogeno dovuto all'impiego in esse di sorgenti di radiazioni ionizzanti, si seguono i criteri riportati nel D.Lgs. 101/2020. Nel caso particolare in cui il rischio di esposizione annua in un'area che ospita una sorgente di radiazioni è minore di 1 mSv, oltre il fondo ambientale, la zona viene classificata "zona senza restrizioni" nel senso che in essa potrebbe essere presente una sorgente di radiazioni ionizzanti e che comunque viene effettuata una sorveglianza fisica ambientale.

## **CRITERI DI CLASSIFICAZIONE DEL PERSONALE**

I criteri ed i parametri utilizzati per la classificazione del personale operante l'acceleratore e/o lavora con macchine radiogene minori e/o sorgenti radioattive sono:

- Macchina radiogena presso la quale svolge la propria attività con rischio da radiazioni
- Mansioni e carico di lavoro (numero delle ore annue di permanenza in ambienti con radiazioni)
- Organizzazione del lavoro
- Presenza in zone classificate e relativo tempo di presenza
- Tipo di sorgenti utilizzate
- Attività con rischio da radiazioni presso sedi esterne ed estere.

Cordialmente

  
L'esperto di radioprotezione  
D. Zafiropoulos

**Dr. Demetre Zafiropoulos**  
Esperto di Radioprotezione III° grado  
N° 275