

U.O. FISICA SANITARIA
(Direttore: Dott. Fabrizio LEVRERO)

RELAZIONE DI RADIOPROTEZIONE

(D.Lgs 101/2020-art.130 comma 1 punto b-1)

PROGETTO AZIENDALE NUOVA SPECT/TC (N. 895)

Esame Preventivo Nuova Installazione – Calcolo Schermature

INTEGRAZIONE INFORMAZIONI - REV. 09.21

Premessa

Ad integrazione della relazione del 19/01/2021, trasmessa con nota Prot. Generale n. 0002772/21 del 21/01/2021, si forniscono ulteriori informazioni relative a: vincoli di dose di progetto, carichi di lavoro e effettivi fattori di occupazione dei locali.

Vincoli di progetto

Il vincolo di progetto per i vari ambienti P (dose efficace), dichiarato anche nella istanza di modifica del nulla osta, è stato scelto pari a: 1 mSv/anno per le zone classificate del settore (per ridurre il contributo alla dose ai lavoratori, considerato che è aggiuntivo rispetto alla procedure di lavoro con sorgenti e pazienti), ad esclusione delle zone dove sono presenti i pazienti caldi (accesso lavoratori limitato solo per attività a loro connesse), con 3 mSv/anno; 0,3 mSv/anno per le zone classificate di altri settori (nell'ottica dell'ottimizzazione realizzabile); per le zone di libero accesso al pubblico si è impostato un valore di progetto iniziale pari a 0,3 mSv/anno (assimilato al vincolo dose per il pubblico da ICRP103), con l'intenzione però di voler ottimizzare ulteriormente, alla luce di alcune richieste di ISIN, si sono voluti ottenere valori molto più contenuti, soprattutto per le aree esterne al reparto.

Carichi di lavoro

Come indicato in Scheda 1

- Il progetto delle schermature è stato effettuato considerando, a titolo cautelativo, un carico di lavoro del tomografo TC sovradimensionato rispetto a quanto effettivamente necessario. Si considera che presso la Sala Diagnostica 2 verrà svolto il 50% degli esami, dei quali la metà con associata una scansione TC; si è considerato inoltre, la possibilità di ripetizioni della scansione TC (+20% ad esempio per approfondimenti, esami con contrasto, etc), puramente cautelativo:
 - si prevede di effettuare 150 esami scintigrafici a settimana (tra le due sale diagnostiche), di

cui 75 presso la Sala Diagnostica 2

- attività somministrata/paziente: 555 MBq di Tc-99m
 - tempo di attesa pre-esame: 60 minuti
 - durata esame/permanenza paziente nella sala: 30 minuti
 - attività cumulata/anno (corretta per decadimento fisico): 952 GBq*ora/anno
 - si prevede che il 50% delle scintigrafie sia associata ad esame TC
 - parametri esposizione medi esame TC: 140 kVp, 75 mAs/slice, pitch 1, 2 cm spessore fascio, 40 cm scansione; indice ripetizione +20%
 - carico di lavoro RX cumulato: 3510 As/anno
- Sono stati considerati e cumulati il contributo alla dose dovuto alla radiazione emissiva emergente dal paziente iniettato con radiofarmaco (SPECT) e quello dovuto alla radiazione RX diffusa dal corpo del paziente (TC), considerando per ciascuno i diversi poteri schermati delle barriere.

Fattori di occupazione

Pur essendo indicato come “Piano Terra”, il settore di Diagnostica Convenzionale si trova in buona parte sopraelevato rispetto al piano strada esterno (ad esempio in corrispondenza della Sala Diagnostica in questione, il davanzale è sopraelevato di almeno 2 m dal piano strada), pertanto ove possibile si è cercato di mantenere l’illuminazione naturale, per migliore comfort dei pazienti e dei lavoratori. Le aree esterne adiacenti la sala diagnostica sono solo di passaggio (occupazione occasionale), peraltro raramente il paziente somministrato all’interno si trova di fronte alla finestra.

- Tutte le valutazioni sono state effettuate tenendo conto della attuale destinazione d’uso dei vari locali, adiacenti, soprastanti e sottostanti.
- T Fattore di occupazione: si è tenuto conto della tipologia di presenza di lavoratori o pubblico (permanenza abituale/saltuaria/occasionale), indicativamente 1 (piena), 1/4 (parziale), 1/8 (passaggio pubblico esterno con occupazione saltuaria, il paziente è raramente di fronte alla luce della finestra), 1/16 (occasionale personale esposto), 1/64 (sporadico accesso a locali tecnici).
- Per l’esposizione da radiofarmaci, il fattore d’uso U è posto pari a 1: tutte le barriere sono primarie in caso di sorgenti radioattive. Per la radiazione X si considerano tutte barriere secondarie (diffusa dal paziente)

Risultati

- La parete confinante con la sala comandi necessita di schermatura aggiuntiva rispetto all’attuale: +0,5 mm Pb da affiancare al 1 mm già presente, fino a 220 cm dal pavimento sala.
- La visiva schermata verso la sala comandi è già adeguata.
- Le restanti pareti sono già adeguate.
- L’attuale porta schermata, verso il corridoio, è già adeguata.
- Le finestre che si affacciano sulla scala di emergenza devono essere chiuse con muratura o schermatura in piombo, a tutta altezza (chiudere finestra F1 con 2 mm Pb o 20 cm mattoni pieni a tutta altezza, chiudere finestra F2 con 1,5 mm Pb o 18 cm mattoni pieni a tutta altezza).
- Per le altre due finestre (piano rialzato verso ovest - Pad. A) non è strettamente necessario chiuderle completamente, ma è sufficiente garantire la schermatura prescritta fino all’altezza indicata (chiudere finestre F3 e F4 con 1 mm Pb o 15 cm mattoni pieni, verificando la consistenza dell’attuale chiusura della finestra F3; fino a 150 cm dal pavimento sala).
- Il soffitto non richiede ulteriore schermatura.

- In generale si prevede di posizionare una schermatura aggiuntiva parziale “a tappeto” a protezione del pavimento della sala diagnostica (indicati solo dimensioni, spessore e posizione indicativi), sulla base delle isodosi dichiarate dal fornitore dell’apparecchiatura che sarà installata (schermare porzione pavimento con 0,5 mm Pb, "tappeto" indicativamente da 9 mq: $\pm 1,5$ m centrato su isocentro TAC)

Annotazioni

La reale forma e disposizione della schermatura aggiuntiva “a tappeto” del pavimento della sala diagnostica (attualmente solo dimensioni indicative), sarà indicata successivamente, sulla base delle isodosi dichiarate dal fornitore dall’apparecchiatura che sarà installata.

Genova, 13/09/2021

L'Esperto di Radioprotezione
Dott.ssa M.Claudia BAGNARA

Dott.ssa M.Claudia BAGNARA
Dirigente Fisico - OCF Liguria n. 1332
Specialista in Fisica Medica
Esperto di Radioprotezione di III grado n.465



SCHEDE 1 – CARICHI DI LAVORO

SETTORE DIAGNOSTICA MN CONVENZIONALE - CARICO DI LAVORO COMPLESSIVO:

N. esami/giorno:	30	Giorni lavoro/settimana:	5	
Carico di lavoro intero settore:	150	esami/settimana	7800	scintigrafie/anno
Radionuclide considerato:	Tc-99m	utilizzato quasi esclusivamente		
Attività somministrata/paziente:	555	MBq	cautelativo	
Att. Tc-99m impiegata/anno (GBq):	18.000	GBq	(tiene conto di tutte le eluizioni)	NULLAOSTA (noA_HSM_IMP79)
Att. Tc-99m somministrata/anno (GBq):	4.329	GBq	(solo attività somministrata)	

CARICO DI LAVORO PER UNA SOLA GAMMA CAMERA (DIAGNOSTICA 2):

CARICO DI LAVORO RISCHIO RADIOLOGICO PAZIENTI INIETTATI CON RADIOFARMACI:

Carico di lavoro Diagnostica 2:	75	esami/settimana	3900	scintigrafie/anno	50%	carico di lavoro totale
Att. somm/anno (GBq) per Diagnostica 2:	2.200	GBq	(effettiva somministrazione)			
Durata esame:	30	min	Rt	0,97	(decadimento durante esame)	SI correzione
Attesa pre esame:	60	min	Fu	0,89	(decadimento per attesa)	SI correzione
Attività cumulata/anno:	952	GBq*ora/anno	con correzioni per decadimento (trascurato escrezione)			
LIVELLI DI ESPOSIZIONE DA Tc-99m:	(rateo di dose efficace da sorgente puntiforme, trascurato autoassorbimento paziente)					
Rateo di dose efficace @1m:	1,85E-05	mSv/h/MBq a 1 m gamma ray effective dose rate @ 1m - Radionuclide Information Booklet (2018)				

DATI SCHERMATURE RADIAZIONE GAMMA Tc-99m BROAD BEAM @140 keV

Metodo e dati da: Radionuclide Information Booklet - Canadian Nuclear Safety Commission - CNSC (2018)

calcolo attenuazione considerando HVL / TVL (HVL2 DA SOMMARE a HVL e TVL2 a TVL per ottenere QVL e CVL)

RADIONUCLIDE	mat	g/cm3	HVL mm	HVL2 mm	TVL mm	TVL2 mm	QVL mm	CVL mm
Piombo	Pb	11,36	0,40	0,30	1,10	1,00	0,70	2,10
Calcestruzzo (concrete)	cls	2,35	84	30	151	83	114	234
mattone pieno	brk	1,8	110	39	197	108	149	306
mattone semipieno POROTON® 800	brk8	0,800	247	88	444	244	335	688

mattone impiegato il lotto 2012: mattone semipieno POROTON® 800 (800 kg/m3 apparente 45% foratura)

per mattoni: HVL/TVL interpolati in base a densità a partire dai dati per il calcestruzzo

CARICO DI LAVORO RISCHIO RADIOLOGICO TC:

Carico di lavoro:	37,5	esami/settimana	1950	esami TC/anno in SALA DIAGNOSTICA 2	pari al 50% del totale degli esami
in media pazienti: 3/4 body 40 cm e 1/4 head 20 cm (slice 2 cm):					
<i>tipo</i>	<i>mAs/rot</i>	<i>cm</i>	<i>pitch</i>	<i>mAs tot</i>	<i>mAs medio</i>
<i>body</i>	95	40	1,5	1267	1419
<i>head</i>	150	20	0,8	1875	1419
l'estensione della scansione TC è al massimo pari ad una vista SPECT (40 cm circa)					
Parametri esposizione MEDI:	140	kVp	75	mAs/slice medio	1 pitch
(considero spessore come per isodosi)	2	cm spessore fascio		40	cm scansione MEDIA
Workload:	1,2	TC/esame		rara la doppia scansione (contrasto etc)	
	1800	mAs/es	3510	As/anno	(media pesata; parametri equivalenti)

LIVELLI DI ESPOSIZIONE PER RADIAZIONE DIFFUSA DA TC: (rateo di dose equivalente - approssimazione per dose efficace)

Da confronto dati di letteratura e dati ditte (BODY @ 140 kV, 20 mm, stima cautelativa)

FIT POTENZA ISODOSI (A*X^B)	per TC @140 kVp a 16 strati (cautelativo)		
Kerma non schermato @1m-orizz:	126 uGy/As	* X ^	2,1 isodosi orizzontali-diagonale
Kerma non schermato @1m-vert:	86,0 uGy/As	* X ^	2,0 isodosi verticali

DATI SCHERMATURE PER RADIAZIONE DIFFUSA DA TC: BROAD BEAM @140 kVp

Metodo di Archer (1983); dati per radiazione diffusa da TC rielaborati da Simpkin (1995)

Formula Archer TC	α	β	γ
piombo (mm)	2,0090	5,9160	0,4018
calcestruzzo cls (cm)	0,3345	0,7476	1,0470

Fattori d'occupazione (T) da NCRP-147

Fattori d'uso (U) 1

Tipo di barriere: primarie per MN; secondarie per TC

Isocentro spect e tac non coincidono (circa ±50 cm)