

AZIENDA SANITARIA UNIVERSITARIA INTEGRATA di UDINE

Presidio Ospedaliero Santa Maria della Misericordia

Prot. n. 47/IEQ /16

SOC Fisica Sanitaria

Direttore f.f. dr. Claudio Foti

Responsabile del procedimento: dr. Claudio Foti

Tel.: +39 0432 554572 – Fax: +39 0432 552548

e-mail: foti.claudio@aoud.sanita.fvg.it

**Indicazioni su carico di lavoro, obiettivi di progetto, fattori d'uso e di occupazione delle barriere del Bunker D della SOC Radioterapia Oncologica
Pad.15 - Nuovo Ospedale ai fini della stesura di
Relazione di Radioprotezione**

a. DESCRIZIONE DEI LOCALI DI SVOLGIMENTO DELLE PRATICHE

a1. Collocazione e accessi

I locali della SO di Radioterapia sono situati al piano primo interrato del Padiglione Nuovo Ospedale con i locali (bunker) di irradiazione esterni al perimetro dell'edificio. In tal modo non vi sono locali direttamente sovrastanti o sottostanti i locali ad alto rischio di irradiazione. In corrispondenza agli altri locali della Sezione, al piano terra è ubicata l'area di endoscopia, nel piano sottostante non vi sono locali con significativo fattore di occupazione, ma solo locali tecnici (REQ1, REQ2, REQ3 e REQ4).

Due sono gli accessi alla SO:

- Il primo dall'accettazione;
- Il secondo, porta direttamente al corridoio ove si affacciano i locali di trattamento.

La piantina riportata nell'allegato REQ_1 visualizza la disposizione dei locali di irradiazione, gli atri di accesso ai locali di irradiazione, i posti di comando delle apparecchiature, gli spogliatoi, le sale di attesa dei pazienti, gli ambulatori, il locale di simulazione, gli studi medici, la segreteria e i locali di servizio.

a2. Descrizione dei locali e criteri generali di progetto di radioprotezione del reparto

La SO di Radioterapia può essere suddivisa in 2 sezioni:

- La prima, all'estremità sud-est dell'edificio, comprende i 5 locali (bunker) di irradiazione, i relativi spogliatoi, gli atri di comando, il corridoio d'accesso e le sale d'attesa (sezione trattamenti);
- La seconda, centrale, comprende, il corridoio, gli ambulatori, un'area d'attesa, il locale di simulazione con la relativa postazione di comando, studi medici e locali di servizio.

GC/rt



La distribuzione dei locali della prima sezione è organizzata in modo da limitare al massimo, al di fuori dei bunker, il rischio di irradiazione derivante dall'alto carico radiante connesso ai trattamenti. I bunker, infatti, sono collocati all'esterno dell'edificio, privi di contatto diretto con altri locali. Le pareti ed il soffitto di spessori adeguati e la presenza di labirinti d'accesso forniscono un'attenuazione della radiazione tale da consentire una permanenza senza restrizioni nel corridoio adiacente e nelle relative sale d'attesa, come pure in tutti i locali del piano sovrastante ed all'esterno dell'edificio.

Nella seconda sezione l'impiego di radiazioni è limitato al locale di simulazione in cui è presente un tomografo assiale dedicato (TAC). L'apparecchio fa uso di radiazioni X di bassa energia, facilmente contenibili con barriere di basso spessore (dell'ordine di 1-2 millimetri di piombo equivalente), sì da non costituire rischio per i locali adiacenti, sovra o sottostanti.

Le pareti dei locali sono esaminate in rapporto alla loro possibilità e probabilità di essere investite dalla radiazione, alla distanza della sorgente ed alla distanza delle persone da proteggere.

Le zone esterne alle pareti, in cui le persone possono sostare, sono esaminate in rapporto al tipo di utilizzo delle zone stesse.

Alle varie zone sono attribuite le dosi massime ammissibili stabilite dalla legge per le persone che in esse possono sostare (Decreto Leg.vo 17.03.95, n. 230); tuttavia le ipotesi cautelative adottate per le valutazioni consentono di prevedere che le dosi effettive risulteranno significativamente inferiori ai limiti di legge.

Nei primi 3 bunker collocati all'estremità sud-est sono installati 3 acceleratori lineari per la produzione di fasci di elettroni e fotoni di energia massima non superiore a 15 MeV. Le pareti, il dente del labirinto, il soffitto e la porta di ciascun bunker sono costruiti in materiali adeguati ed hanno uno spessore tale da attenuare a livelli trascurabili la radiazione prodotta nel corso dei trattamenti. In particolare, le caratteristiche geometriche del labirinto sono state studiate in modo da minimizzare la dose di radiazione all'ingresso di ciascun bunker.

La destinazione d'uso del quarto bunker prevede l'installazione di un acceleratore lineare per la produzione di fasci di elettroni e fotoni (anche modalità FFF) di energia massima non superiore ai 15 MeV.

Nel quinto bunker, collocato sul lato nord-est della Sezione, è stata collocata un'apparecchiatura tipo "remote afterloading" per la brachiterapia ad alto dose rate (HDR) contenente una sorgente radioattiva di alta attività.

Per il carico di lavoro e le operazioni eseguite tutti i bunker sono considerati "zona controllata" con pericolo di irradiazione. L'accesso è vietato alle persone non autorizzate e durante il corso degli irraggiamenti.

Le adiacenti postazioni di comando sono classificate "zona libera", ma ugualmente sottoposte a controllo dosimetrico ambientale.

b. DESCRIZIONE DELLE AREE CIRCOSTANTI

L'area dedicata è situata al piano primo interrato con i locali (bunker) di irradiazione esterni al perimetro dell'edificio.

In tal modo non vi sono locali direttamente sovrastanti o sottostanti i locali ad alto rischio di irradiazione. In corrispondenza agli altri locali, al piano terra è ubicata l'area di endoscopia, nel piano sottostante vi sono locali tecnici con basso fattore di occupazione.

La zona direttamente sovrastante i bunker è occupata da un giardino recintato e quindi non accessibile al pubblico che richiederà solo presenze saltuarie per la manutenzione del prato.

L'area circostante i bunker è occupata da un corridoio con passaggio saltuario.

c. DESCRIZIONE DEI LOCALI DI SVOLGIMENTO DELLE PRATICHE

c1. Ipotesi di calcolo

Per il calcolo delle barriere di protezione dei bunker ove era/è prevista l'installazione di acceleratori lineari, è stato assunto un carico massimo di lavoro pari a:

$$W = 750 \text{ Gy/settimana a } 1 \text{ m}$$

con energia del fascio X pari a 6 MV per l'acceleratore installato nel bunker A, e di 15 MV per gli acceleratori installati o da installare nei bunker B, C e D. Tale carico di lavoro corrisponde all'effettuazione di 50 trattamenti al giorno per 5 giorni alla settimana con una dose media erogata all'isocentro pari a 3 Gy (più verosimilmente 30 al giorno con dose media di 5 Gy per il bunker D).

In questa ipotesi è presente un fattore cautelativo non inferiore a 2 per quanto riguarda il numero di pazienti trattati e la qualità dei fasci impiegati. Le tecniche di trattamento (IMRT, VMAT), infatti, richiedono maggiore tempo di esecuzione limitando il numero di pazienti giornalmente trattati; inoltre fanno maggior uso dei fotoni di bassa energia (6 MV) per contenere la dose integrale al paziente.

A questi fattori vanno aggiunti i fermi-macchina per malfunzionamento e per manutenzione ordinaria dell'apparecchiatura.

Si è assunto che in ciascun bunker l'acceleratore venga installato con l'asse di rotazione del gantry parallelo al dente del labirinto. L'isocentro è stato individuato ad un'altezza dal pavimento di 1.3 m e ad una distanza dalla parete comandi di 3.5 m. In questo modo risultano primarie le barriere costituite dalle pareti divisorie tra i bunker, la parete esterna verso EST, la parete adiacente alla galleria di collegamento al Padiglione Petracco, il pavimento ed il soffitto dei bunker stessi. Le rimanenti barriere sono da considerarsi secondarie.

Per i calcoli delle schermature il valore di progetto è stato definito a contatto con la barriera.

I condotti di ventilazione dei bunker attraversano la barriera del bunker sopra la porta di accesso al labirinto attraversando un cunicolo in calcestruzzo (allegata planimetria con l'indicazione dei condotti)

Le console delle tre apparecchiature linac sono collocate nel corridoio esterno ai bunker lateralmente agli spogliatoi. La console del sistema di brachiterapia è collocata nel corridoio di accesso ai bunker ma sul lato delle console dei linac, tra la console del 3° e del 4° bunker (bunker D).

I valori dello spessore di attenuazione decivalente (TVL) del materiale utilizzato sono ricavabili dal report NCRP n. 151 e sono di seguito riportati:

Fotoni 6 MV					
Materiale	Densità (gr/cm ³)	HVL (cm)	TVL _{primaria} (cm)	TVL _{secondaria} (cm)	TVL _{fuga} (cm)
Calcestruzzo	2.35	11.1	37	23	34
Calcestruzzo baritico	3.30	6.9	23	16.4*	23*
Piombo	11.20			5.7	5.7
Fotoni 15 MV					
Materiale	Densità (gr/cm ³)	HVL (cm)	TVL _{primaria} (cm)	TVL _{secondaria} (cm)	TVL _{fuga} (cm)
Calcestruzzo	2.35	12.60	44	26	36
Calcestruzzo baritico	3.50	8.28	27.5	19*	23*

Materiali per l'attenuazione di neutroni e X/gamma per la porta d'accesso				
Materiale	Densità (gr/cm ³)	TVL _{neutroni} (mm)	TVL _{diffusa e fuga} (mm)	TVL _{cattura} (mm)
Polietilene	0.93	45		
Piombo	11.20		4.7	61

Per la valutazione delle barriere di protezione vengono sottoindicati i seguenti parametri:

- Carico di lavoro (W)
- Fattore d'uso delle pareti (U)
- Fattore d'occupazione del locale (T)
- Dose massima ammissibile in mSv/anno (P)

c2. Bunker D

Caratteristiche generali dell'acceleratore

Nel locale di irradiazione D sarà installato un acceleratore lineare per la produzione di elettroni e fotoni di alta energia.

Caratteristiche del fascio di fotoni

- fotoni X di energia nominale massima di 15 MV
- distanza fuoco-isocentro: 100 cm (accuratezza entro una sfera di raggio 0.7 mm);
- intensità della dose all'isocentro, alla profondità del massimo di dose (fotoni): variabile in step fino a 10 Gy/min (FF) e fino a 24Gy/min (FFF);
- campo massimo irradiato (fotoni): 40x40 cm² ad 1 m dal fuoco: dimensioni dei campi continuamente variabili fino a 40x40 cm².

Radiazione di fuga:

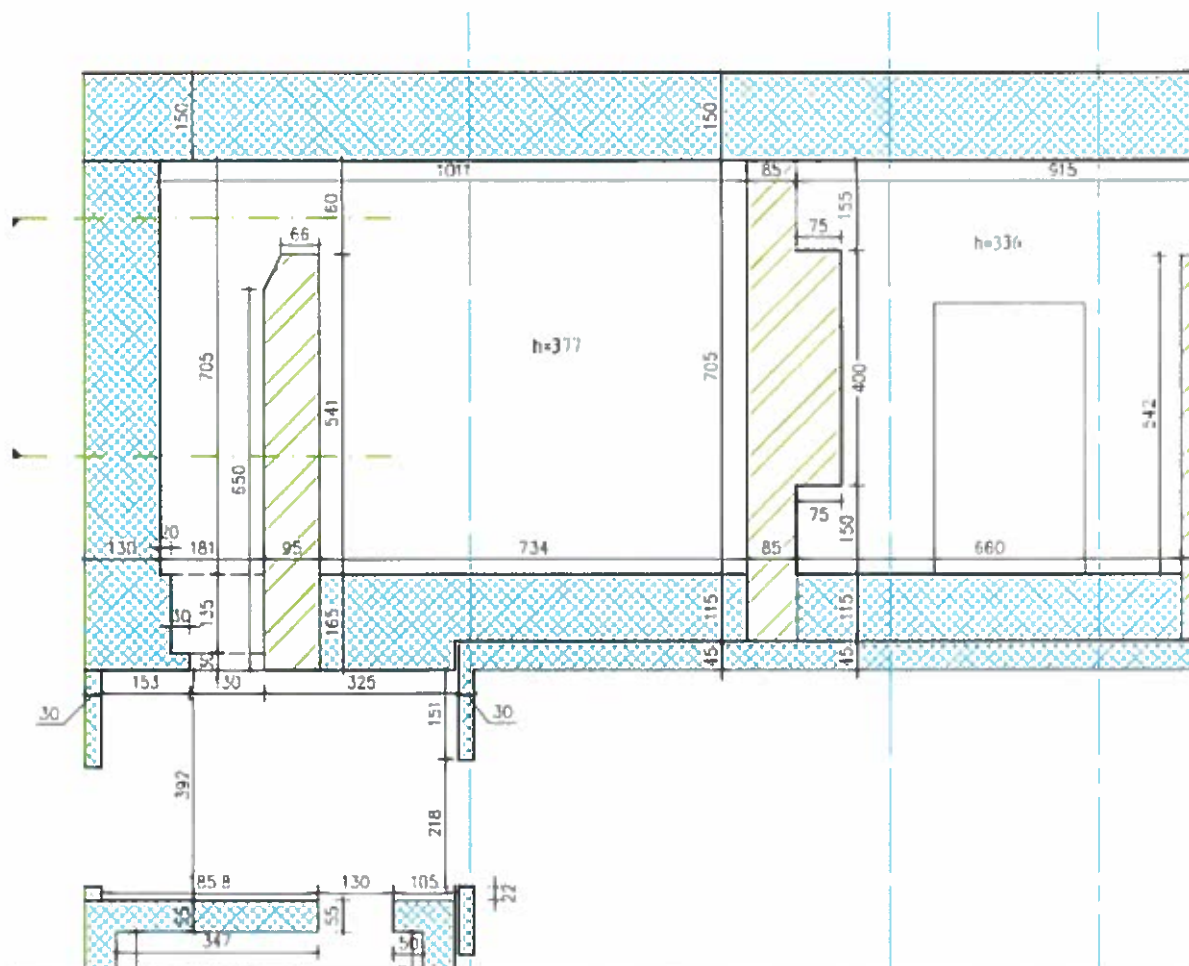
In accordo con la clausola n. 6 della pubblicazione IEC 601-2-1, la dose da radiazione X, misurata su una superficie circolare piana di raggio 2 m, perpendicolare all'asse del fascio e contenente l'isocentro, non supera lo 0.1% della dose massima all'isocentro. Al di fuori di quest'area, alla distanza di 1 m dal percorso del fascio di elettroni, la dose da radiazione X, mediata su un'area di 100 cm², non supera lo 0.1% della dose massima all'isocentro.

La trasmissione media dei raggi X attraverso i collimatori non risulta superiore al valore 0.5%.

Valutazione delle barriere di protezione

Con riferimento alla planimetria sottoriportata del bunker D, si riportano i dati da utilizzare per il computo delle schermature, con spessori realizzati e il materiale utilizzato come da planimetrie in allegato REQ_2.

Le pareti del locale sono numerate da 1 a 4 procedendo in senso orario, partendo dalla parete di separazione tra bunker D (a sinistra) e bunker C (a destra)



Barriere primarie

Parete D1 - Verso il locale di irradiazione C

$P = 2.5 \text{ mSv/anno}$ (zona controllata, dose proveniente anche da altra direzione)

$U = 0.25$

$T = 1/2$

Parete D3 + dente labirinto D – Verso l'esterno

$P = 0.5 \text{ mSv/anno}$

$U = 0.25$

$T = 1/16$

Soffitto

$P = 0.5 \text{ mSv/anno}$

$U = 0.25$

$T = 1/16$ (giardino non accessibile al pubblico)

Pavimento

Non vi sono locali direttamente sottostanti. La soletta del pavimento, realizzata in calcestruzzo normale con uno spessore di 30 cm, corrisponde a poco meno di un TVL per la radiazione primaria di un fascio da 6 MV. Per schermare la radiazione trasmessa attraverso il pavimento, tutte le barriere sono state prolungate in profondità (vedasi planimetrie allegate REQ_2).

Barriere secondarie

Parete D2 - Verso la barriera comandi.

$P = 0.5 \text{ mSv/anno}$

$U = 1$

$T = 1$

Parete D3 sec oltre il dente labirinto D (verso l'esterno).

$P = 0.5 \text{ mSv/anno}$

$U = 1$

$T = 1/16$

Parete D4 - Verso l'esterno.

$P = 0.5 \text{ mSv/anno}$

$U = 1$

$T = 1/16$

Parete D1 sec - Verso il locale di irradiazione C, ai lati dello scudo

$P = 2.5 \text{ mSv/anno}$ (zona controllata, dose proveniente anche da altra direzione)

$U = 1$

$T = 1/2$

Soffitto sec - Ai lati dello scudo

$P = 0.5 \text{ mSv/anno}$

$U = 1$

$T = 1/16$ (giardino non accessibile al pubblico)

Pavimento secondario

Non vi sono locali direttamente sottostanti. La soletta del pavimento, realizzata in calcestruzzo normale con uno spessore di 30 cm, corrisponde a circa un TVL per la radiazione secondaria generata da un fascio da 6 MV. Per schermare la radiazione trasmessa attraverso il pavimento, tutte le barriere sono state prolungate in profondità (vedasi planimetrie allegate REQ_2).

Porta d'accesso

$P = 0.5 \text{ mSv/anno}$

$U = 1$

$T = 1/8$ (NCRP 151)

La porta dovrà schermare la radiazione gamma dovuta alla diffusione della radiazione primaria e della radiazione di fuga, la radiazione gamma da cattura neutronica e la componente neutronica.

Allegati:

REQ_1: Planimetria piano interrato

REQ_2: Planimetria e sezioni Bunkers (scala 1:100)

REQ_3: Planimetria piano terra

REQ_4: Planimetria piano 2° interrato

Udine 11/10/2016

L'Esperto Qualificato
Claudio Foti

