Azienda Ospedaliero - Universitaria
"Policlinico - Vittorio Emanuele"
Catania

RELAZIONE TECNICA

VALUTAZIONI DI RADIOPROTEZIONE E MEZZI DI PROTEZIONE PREVISTI PER L'IMPIEGO DI *UN ACCELERATORE LINEARE* NELL'ESERCIZIO DELLA PRATICA *"RADIOTERAPIA CON FASCI ESTERNI"*

Documentazione da allegare all'istanza per il rilascio del *"nulla osta"* all'impiego di sorgenti di radiazioni di Categoria B

[artt. 27 e 29 del D.Lgs. 230/95, come modificato dal D.Lgs. 241/00 e successivi]

- Allegato IX, punto 4.4. del D.Lgs. 241/2000 -

Questo documento è costituito da 29 pagine, numerate da 1 a 29.

Catania lì, 4 Novembre 2009

L'Esperto Qualificato
Dr. Vincenzo Salamone

Il Legale Rappresentante
Dr.
IL COMMISSARIO STRAORDINARIO
(Dott. Armando GRACALONE)

Premessa

La presente Relazione, redatta in qualità di Esperto Qualificato incaricato per la Sorveglianza Fisica della Radioprotezione presso *l'Azienda Ospedaliero-Universitaria Policlinico "Gaspare Rodolico"* di Catania, con sede operativa e legale a Catania in via S. Sofia n. 78, si basa sulle notizie fornite dal Datore di Lavoro sullo stato di fatto della struttura e su quanto rilevato dallo scrivente, nel corso di appositi sopralluoghi.

Questa Relazione, da allegare alla **istanza di *"nulla osta"* all'impiego di sorgenti di radiazioni di Categoria B** *(ex artt. 27 e 29 del D.Lgs. 230/1995),* secondo quanto previsto dal Decreto dell'Assessorato della Sanità - Regione Sicilia del 9 luglio 2004 e successive modifiche, riporta, punto per punto, la documentazione indicata nell'Allegato IX, punto 4.4. del D.Lgs. 241/2000, atta anche a dimostrare l'idoneità della località dove la *pratica* verrà svolta.

In particolare, essa contiene:

- **D**escrizione del tipo di *pratica* che si intende svolgere;
- **D**escrizione del sito, con particolare riferimento ai locali destinati alla *pratica;*
- **C**aratteristiche delle sorgenti di radiazioni ionizzanti;
- **C**riteri adottati per la valutazione dei rischi, ai fini della individuazione e classificazione delle Zone e della Classificazione del Personale addetto;
- **D**escrizione delle operazioni che si intendono svolgere;
- **I**ndividuazione e valutazione dei rischi in relazione alle operazioni che si intendono svolgere, alle sorgenti di radiazioni ed ai mezzi di protezione adottati nella *normale attività programmata* ed in caso di *incidente*, sia per i Lavoratori che per la Popolazione;
- **I**ndividuazione dei Gruppi di riferimento della Popolazione *(gruppi critici)* e valutazione delle Dosi in condizioni di normale attività ed in caso di incidente;
- **I**ndividuazione e classificazione delle Aree e del Personale;
- **I**ndicazioni al Datore di lavoro, relativamente agli obblighi di cui all'art. 61 del D.Lgs. 230/1995;
- **N**orme interne di protezione e sicurezza.

Nel prosieguo della Relazione, salvo diversa ed esplicita citazione, tutti gli articoli cui si farà riferimento sono da intendere relativi al **Decreto Legislativo 17 marzo 1995, n. 230** [*"Attuazione delle direttive Euratom 80/836, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti"*], così come modificato dal **Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 241** [*"Attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei Lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti"*] successivamente integrato e corretto dal **Decreto Legislativo 9 maggio 2001, n. 257**.

Elenco dei contenuti

In quello che segue saranno riportate tutte le indicazioni previste al punto 4.4. dell'Allegato IX del D.Lgs. 241/2000, modificato dal D.Lgs. 257/2001, nella sequenza prevista nel citato Decreto Legislativo:

a) descrizione dei locali e delle aree interessati all'attività che si intende svolgere, illustrati con disegni in planimetria e sezione, indicando, per ogni locale ed area, la classificazione in zone ai sensi dell'articolo 82 del presente decreto, nonché degli ambienti e delle aree circostanti anche esterni all'installazione, indicandone la destinazione d'uso e le eventuali sorgenti impiegate; anche da parte di soggetti terzi;

b) criteri seguiti ai fini della individuazione e classificazione delle zone e della classificazione del personale addetto ai sensi dell'articolo 82 del decreto legislativo 17 marzo 1995 n. 230;

c) descrizione delle operazioni che si intendono svolgere, delle sorgenti di radiazioni e delle attrezzature, con riferimento ai diversi locali ed aree; descrizione delle modalità di eventuale movimentazione delle sorgenti all'interno della installazione; indicazione della rispondenza a norme di buona tecnica applicabili in fase di progettazione, costruzione ed esercizio;

d) individuazione e analisi degli eventuali scenari comportanti esposizioni potenziali, e delle specifiche modalità di intervento al fine di prevenire le esposizioni o di limitarne le conseguenze sui lavoratori e sulla popolazione;

e) produzione e modalità di gestione dei rifiuti radioattivi e dei materiali di riciclo o riutilizzati;

f) programmi di costruzione o di adattamento dei locali e delle aree destinati allo svolgimento delle attività, nonché delle prove previste;

g) modalità previste per la disattivazione dell'installazione;

h) valutazione delle dosi per i lavoratori e per i gruppi di riferimento della popolazione in condizioni di normale attività;

i) i risultati delle valutazioni di cui all'articolo 115-ter;

l) criteri e modalità di attuazione degli adempimenti di cui all'articolo 79 ed all'articolo 80 del presente decreto;

m) indicazione delle modalità con cui si intende adempiere agli ulteriori pertinenti obblighi di cui all'articolo 61 del presente decreto, con particolare riferimento al contenuto delle norme interne di sicurezza e protezione; indicazione delle modalità con cui si intende assicurare la formazione di radioprotezione dei lavoratori ed indicazione della qualificazione professionale dei medesimi;

n) nel caso degli impieghi medici delle materie radioattive, ai fini delle valutazioni e delle soluzioni progettuali ed operative di cui alle lettere precedenti, indicazione, particolarmente per quanto riguarda la gestione e l'eventuale smaltimento nell'ambiente dei rifiuti radioattivi, anche del contributo delle materie radioattive somministrate ai pazienti sottoposti ad indagine diagnostica (o a trattamento terapeutico).

Attività esercitata

In base alle indicazioni fornite dal Datore di Lavoro ed a quanto previsto dal D.Lgs. 230/95, la specifica attività, individuata come ***pratica*** [art. 4, comma 3., lett. e) del D.Lgs. 241/2000] in quanto comporta rischi di esposizione a radiazioni ionizzanti, si configura quale **Esercizio professionale specialistico della radioterapia** con l'impiego di *sorgenti radiogene.*

> ***" Descrizione dei locali e delle aree interessati all'attività che si intende svolgere, illustrati con disegni in planimetria e sezione, indicando, per ogni locale ed area, la classificazione in zone ai sensi dell'articolo 82 del presente decreto, nonché degli ambienti e delle aree circostanti anche esterni all'installazione, indicandone la destinazione d'uso e le eventuali sorgenti impiegate; anche da parte di soggetti terzi "***
>
> [*Punto 4.4, lettera a) dell'Allegato IX del D.Lgs. 241/2000*]

Descrizione del sito

l'Azienda Ospedaliero-Universitaria Policlinico – Vittorio Emanuele, Presidio Ospedaliero "Gaspare Rodolico" di Catania è ubicata all'interno dell'area universitaria in via S. Sofia (Fig. 1). All'interno della struttura, l'esatta ubicazione del Reparto in questione è rilevabile nella planimetria allegata (Scala 1:100) - **Allegato A**.

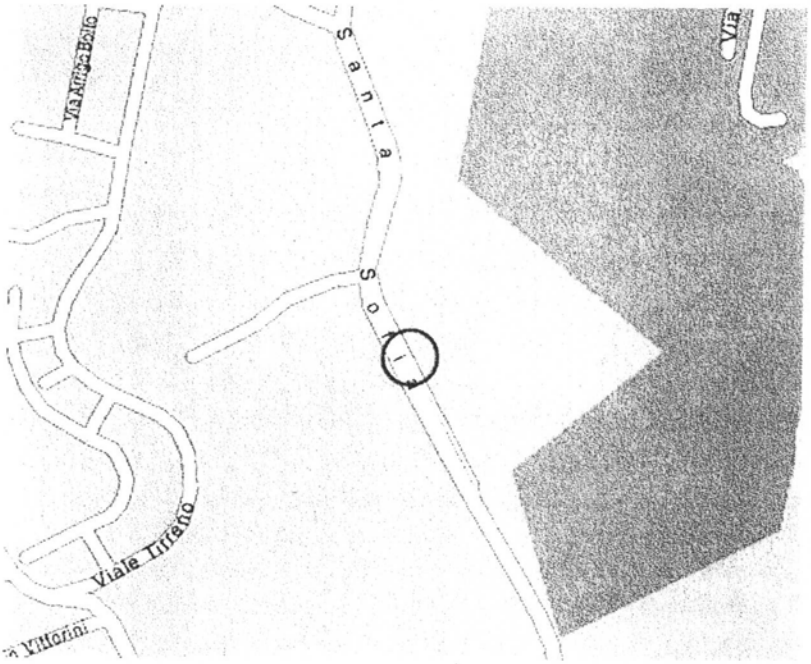


Fig. 1 - P.O. Policlinico "Gaspare Rodolico"

Descrizione del Reparto di svolgimento della pratica

L'area in cui sarà svolta la *pratica* comportante l'impiego di sorgenti radiogene, è allocato al piano -2 dell'edificio 29 dell'Azienda. In tale area possono essere individuati i locali di seguito elencati:

1. **Bunker di trattamento** sala di trattamento dei pazienti oncologici;
2. **Sala di Attesa** per i pazienti in attesa di effettuazione del trattamento;
3. **Sala comandi** dell'acceleratore lineare;
4. **Ambulatori** per visite mediche;
5. **Spogliatoi** pazienti.

Tutte le aree fin qui descritte sono direttamente interessate, in qualche modo, alle attività previste per lo svolgimento di questa *pratica*.

Le caratteristiche morfologiche dei locali, la loro distribuzione, nonché le loro dimensioni, sono rilevabili nella planimetria allegata.
In particolare, i muri perimetrali del bunker di trattamento hanno uno spessore di circa 150 cm; i solai, realizzati in latero-cemento, hanno uno spessore complessivo equivalente a circa 150 cm di conglomerato cementizio, a cui è sovrapposto uno strato di terrapieno di circa 50 cm; i tramezzi interni tra gli altri locali hanno uno spessore di circa 20 cm e sono realizzati in cartongesso; l'altezza dell'interpiano è di circa 4 metri.
Per i locali e per le aree circostanti a quelle dove si svolgono tutte le attività connesse alla *pratica* vengono adottati i fattori di occupazione consigliati dalla I.C.R.P.
All'area di interesse si perviene attraverso gli accessi siti al piano terra dell'edificio 29, che conducono ai differenti reparti dell'edificio.
Da questo ingresso hanno accesso tutti i Pazienti, i visitatori ed i Lavoratori.

Classificazione degli ambienti e delle aree interessati alla attività

Gli ambienti di lavoro e le aree circostanti all'installazione, in cui sussiste il rischio di esposizione a radiazioni ionizzanti, sulla base delle valutazioni quantitative riportate nel seguito di questa Relazione e dei criteri stabiliti per la *Classificazione in zone* degli ambienti di lavoro ai fini della radioprotezione (ex art. 82 del D.Lgs. 230/95), sono classificati come di seguito indicato:

- **Bunker di trattamento** → **Zona Controllata**
- **Sala di Attesa** → **Zona Libera**
- **Sala comandi** → **Zona Libera**
- **Ambulatori** → **Zona Libera**
- **Spogliatoi** → **Zona Libera**

La delimitazione degli ambienti, sopra individuati, coincide con il limite fisico offerto dalle barriere (muri e porta) perimetrali delle Sale:

- ⇨ all'interno del bunker di trattamento, pertanto, sussiste per i Lavoratori il rischio di superamento di uno dei limiti di dose fissati per gli Individui della Popolazione:
- ⇨ per le aree limitrofe, invece, risulta rispettato il limite annuale di 1 mSv, fissato per le Persone del Pubblico.

Descrizione degli ambienti e delle aree circostanti, anche esterni alla installazione, con indicazione della destinazione d'uso e delle eventuali sorgenti impiegate anche da parte di soggetti terzi.

Gli ambienti e le aree immediatamente circostanti la zona di svolgimento della pratica, *interni alla allo stabile*, sono costituiti da ambulatori medici, afferenti alla stessa U.O., da degenze e reparti di utilizzo di altre UU.OO..
Gli ambienti e le aree immediatamente circostanti il Reparto, *esterni all'edificio*, sono costituiti da strutture di proprietà del'Azienda.
Gli altri ambienti di lavoro e le aree circostanti l'installazione, anche esterni, sono considerate ***Zone Libere,*** non essendo classificabili Zona Sorvegliata o Controllata, in quanto non sussiste il rischio di superamento di uno dei Limiti di Dose fissati per le Persone del Pubblico (Allegato IV del D.Lgs. 230/95, come modificato dal D.Lgs. 241/2000 e successivi).
Infatti, in ognuna delle aree sopra indicate è ampiamente rispettato il *Limite di Dose di* 1 mSv/anno, fissato per le Persone del pubblico, avendo adottato, già in fase di progettazione, un limite di dose per tali ambienti inferiore ad 0,5 mSv/anno (*criterio di ottimizzazione*).

In tali ambienti, dunque, non sussiste l'obbligo di alcuna regolamentazione ai fini della protezione dalle radiazioni ionizzanti.

Altre sorgenti radioattive

All'interno dello stesso edificio non esistono altre sorgenti radioattive, soggette ad autorizzazioni, diverse da quelle detenute ed impiegate per la pratica in oggetto.
Inoltre, dai dati in nostro possesso, **non risulta che nelle aree circostanti** il Centro siano detenute, da Soggetti Terzi, altre sorgenti radioattive.

" Criteri seguiti ai fini della individuazione e classificazione delle zone e della classificazione del personale addetto ai sensi dell'articolo 82 del decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230 "
[Punto 4.4, lettera b) dell'Allegato IX del D.Lgs. 241/2000]

Fermo restando che i criteri e le modalità per la classificazione dei Lavoratori e delle Aree di Lavoro sono quelli indicati nell'Allegato III del D.Lgs. 241/2000, si è proceduto alla Individuazione ed alla Classificazione delle Zone e del Personale addetto sulla base dei risultati delle valutazioni preventive dei rischi connessi allo svolgimento della *pratica* in questione.
La valutazione della entità del rischio radiologico, nella *normale attività lavorativa programmata*, è connessa alle caratteristiche dell'apparecchiatura impiegata ed, in particolare, al tipo ed alla energia delle radiazioni emesse, nonché al carico di lavoro.
Il criterio adottato è quello di valutare il rischio nelle varie fasi dell'attività lavorativa, tenendo conto di una **rappresentazione,** per quanto possibile, **rispondente alla specifica realtà.**
Vengono, tuttavia, introdotti **fattori di sicurezza,** variabili in relazione alle specifiche modalità ed alle caratteristiche del Reparto, **per tenere conto del grado di incertezza** presente nella stima di alcuni parametri.
Si tiene, inoltre, conto del contributo dovuto alle **esposizioni potenziali**, conseguenti a *eventi anomali e malfunzionamenti,* quali esposizioni accidentali che possono determinare un aumento dei valori di esposizione, producendo così un incremento della dose assorbita nella *normale attività lavorativa programmata* **[Allegato III, punto 5.2. del D.Lgs. 241/2000]**.
Le valutazioni vengono effettuate tenendo conto delle raccomandazioni e dei metodi consigliati dall'I.C.R.P. o da altri organismi internazionali (ICRU, NCRP, ecc..).
Inoltre, gli ambienti di lavoro dove sussiste il rischio da radiazioni ionizzanti sono stati individuati e classificati in Zone adottando, quali parametri di riferimento, valori di Dose Efficace e Dose Equivalente pari al **75%** di quelli previsti dalla Normativa vigente.
Analogamente, fermo restando l'obiettivo di mantenere le dosi dei Lavoratori al livello più basso ragionevolmente possibile (***ottimizzazione***), la classificazione del Personale addetto è stata condotta con criterio analogo a quello adottato per la classificazione delle Zone, sulla base delle valutazioni che tengono conto sia dei mezzi di protezione e sicurezza adottati, sia della ripartizione del carico di lavoro sui vari Operatori impegnati nelle diverse fasi lavorative.
Pertanto, tenuto conto dei carichi di lavoro previsti, delle valutazioni di dose connesse alla normale attività ed ai possibili eventi anomali e malfunzionamenti ipotizzati, nonché dei criteri stabiliti per la valutazione del rischio specifico, appresso meglio specificati, **i Locali destinati alle attività lavorative**, sono classificate **Zone Controllate e Sorvegliate**, definite ai sensi del D.Lgs. 241/2000 (*Allegato III - punto 4.*), con regolamentazione delle modalità di accesso.

Invece, **il Personale** destinato alle procedure legate alla pratica, viene classificato [*Allegato III, punto 1.1. del D.Lgs. 241/2000*] come di seguito indicato:

⇨ Medico Radioterapista	**Lavoratore non Esposto**
⇨ Tecnico Sanitario di Radiologia Medica	**Lavoratore non Esposto**
⇨ Personale ausiliario	**Lavoratore non Esposto**
⇨ Esperti in Fisica Medica	**Lavoratore non Esposto**
⇨ Infermiere Professionale	**Lavoratore non Esposto**

La sopra riportata classificazione riguarda esclusivamente la pratica oggetto della presente relazione. Eventuali differenti classificazioni del personale suddetto possono essere legate a esposizioni a sorgenti differenti da quelle oggetto della presente relazione.

> ***" Descrizione delle operazioni che si intendono svolgere, delle sorgenti di radiazioni e delle attrezzature, con riferimento ai diversi locali ed aree; descrizione delle modalità di eventuale movimentazione delle sorgenti all'interno della installazione; indicazione della rispondenza a norme di buona tecnica applicabili in fase di progettazione, costruzione ed esercizio"***
>
> [Punto 4.4, lettera c) dell'Allegato IX del D.Lgs. 241/2000]

Descrizione della attività e delle attrezzature

Le operazioni, così come desunte dalle informazioni fornite dal Datore di lavoro, riguarderanno lo svolgimento dell'attività di ***Radioterapia a fasci esterni***.

Le principali operazioni effettuate, con riferimento alle attività che espongono gli Operatori al rischio di esposizione (esterna) alle radiazioni ionizzanti, sono riassunte nel seguito.

1. *Posizionamento dei pazienti oncologici*
   All'interno del bunker di trattamento, sede dell'apparecchiatura oggetto della presente relazione, vengono eseguiti le operazioni inerenti il posizionamento del paziente da parte del personale Tecnico Sanitario, infermieristico ed ausiliario. Una volta posizionato il paziente il personale esce dal bunker per l'esecuzione del trattamento dalla consolle comandi.

2. *Esecuzione del trattamento*
   Durante l'esecuzione del trattamento tutto il personale staziona al di fuori del bunker di trattamento, in sala consolle o nei locali attigui. L'esecuzione del trattamento presuppone la chiusura della porta del bunker. In condizioni differenti il trattamento non viene permesso.

3. *Misure fisico-dosimetriche e di controlli di qualità*
   Periodicamente vengono effettuati dal personale Esperto in Fisica Medica e dal personale Tecnico Sanitario i controlli fisico-dosimetrici per testare il mantenimento delle caratteristiche ottimali dei fasci clinici. Tali controlli sono effettuati con il personale al di fuori della sala di trattamento generalmente con porta del bunker chiusa. Potrebbe comunque capitare che le misurazioni vengano effettuate con porta parzialmente aperta, per permettere il passaggio di cavi di connessione tra gli elettrometri, posizionati all'esterno del bunker, e i dosimetri, posizionati sul fascio primario di radiazioni. Il personale staziona comunque in corrispondenza della consolle comandi e viene interdetto il transito nella zona antistante l'ingresso alla sala trattamento. Durante le operazioni legate alle misure di dose assoluta può essere utilizzata la sorgente sigillata di ^{90}Sr per la verifica di tenuta della taratura della camera a ionizzazione di riferimento secondario. Le manipolazioni della bottiglia contenente la sorgente radioattiva vengono effettuate esclusivamente dal personale Esperto in fisica Medica.

Descrizione delle barriere protettive installate

Le schermature aggiuntive già presenti, di spessori non inferiori a quelli indicati, sono quelle riportate nella tabella seguente:

Struttura	Spessore della barriera
Muri perimetrali della sala trattamento	150 cm (Calcestruzzo)
Porta di ingresso sala trattamento	30 mm (Pb)
Soffitto sala trattamento	150 cm (Calcestruzzo) + 50 cm terrapieno

Descrizione delle sorgenti di radiazioni

Per lo svolgimento della *pratica* saranno utilizzate le seguenti sorgenti, delle quali si indicano le caratteristiche fisiche principali:

A) Acceleratore Lineare per radioterapia con fasci di fotoni e fasci di elettroni.

L'apparecchiatura oggetto della richiesta è un acceleratore lineare con fasci clinici di particelle ionizzanti di elevata energia.

Energia dei fasci clinici:

Emissione fotonica: 6 MV;
Emissione elettronica: compresa tra 6 e 21 MeV

Intensità di dose disponibili:

Emissione fotonica:
- 50 UM/min
- 300 UM/min

Emissione elettronica:
- 300 UM/min
- 900 UM/min

B) Sorgenti sigillate

Le sorgenti radioattive che verranno utilizzate nello svolgimento della pratica sono sorgenti di ^{90}Sr contenute e sigillate all'interno di bottiglie di materiale attenuatore (piombo e alluminio), utilizzate per il controllo di tenuta della taratura dosimetrica delle camere a ionizzazione utilizzate per la dosimetria assoluta dei fasci di radiazione clinici. Il rateo di dose a contatto è inferiore a 10 μSv/h.

RADIOISOTOPO	ATTIVITA' ISTANTANEA MASSIMA PREVISTA IN DETENZIONE	Tipo di sorgente
Stronzio - 90	33,3 MBq	Sigillata

Radioisotopo	$T_{1/2}$	*Tipo di decadimento*	*Energia massima* e^- (keV [% frequenza])	*Assorbimento totale* (mm Plastica)
Stronzio - 90	29,1 y	β^-	523 [<1] 546 [100] 2284 [100]	9,2

Movimentazione delle sorgenti

Nel corso della normale attività lavorativa programmata, non è prevista alcuna movimentazione delle sorgenti radioattive all'interno della installazione. L'utilizzo della sorgente radioattiva è previsto esclusivamente all'interno del bunker di trattamento.

Indicazione della rispondenza a norme di buona tecnica
applicabili in fase di progettazione, costruzione ed esercizio

Gli impianti tecnologici (elettrico, antincendio, ecc..) ausiliari al fabbricato sono rispondenti alle Norme in vigore all'atto della costruzione.

Le imprese installatrici hanno eseguito i lavori a regola d'arte, utilizzando materiali e componenti costruiti secondo le norme tecniche di sicurezza dell'Ente italiano di unificazione (UNI) e del Comitato elettrotecnico italiano (CEI).

Le Ditte installatrici, a conclusione dei lavori, hanno rilasciato la **dichiarazione di conformità** degli impianti alla regola d'arte [ex art. 9 della Legge 5 marzo 1990, n. 46].

Tali impianti sono mantenuti in efficienza attuando una regolare manutenzione ordinaria e, ove necessario, straordinaria.

> ***" Individuazione e analisi degli eventuali scenari comportanti esposizioni potenziali e delle specifiche modalità di intervento al fine di prevenire le esposizioni o di limitarne le conseguenze sui lavoratori e sulla popolazione "***
> [*Punto 4.4, lettera d) dell'Allegato IX del D.Lgs. 241/2000*]

Individuazione degli scenari incidentali

Per la individuazione degli scenari incidentali, in grado di produrre condizioni di pericolo per i Lavoratori, le Persone del pubblico e l'ambiente esterno sono stati analizzati, uno per uno, tutti gli eventi che hanno una probabilità di accadimento non nulla e la cui evoluzione può comportare delle ***esposizioni potenziali***, diverse da quelle già previste, nelle *normale attività lavorativa programmata*, per ciascuna categoria.
Successivamente, tra gli scenari possibili, allo scopo di individuare quelli in grado di produrre le condizioni più severe, si è valutata la probabilità di accadimento e, soprattutto, i danni che ciascun evento può provocare alla installazione.
Le stesse considerazioni consentono di escludere alcuni eventi incidentali, quali terremoto, allagamento, etc., sia per la probabilità di accadimento, sia per la severità del danno prodotto, entrambe estremamente ridotte.
Invece, sono stati identificati, insieme al Datore di Lavoro, i possibili scenari o sequenze incidentali che possono produrre esposizioni alle radiazioni ionizzanti.
Per ciascuno di essi è stato valutata la probabilità di accadimento, sia pure con metodi qualitativi basati su esperienze di funzionamento precedenti, concludendo che gli scenari comportanti *maggiore dose potenziale ai Lavoratori ed alla Popolazione* possono essere ricondotti alla presenza accidentale di personale all'interno del bunker di trattamento durante l'erogazione di dose.
Contestualmente, sono stati individuati come **Gruppi critici della Popolazione** [art. 79, comma 7.] i lavoratori e i frequentatori non strettamente legati all'attività di radioterapia e possibilmente presenti all'interno del reparto (personale di pulizia, personale infermieristico e ausiliario di altri reparti, etc.).
Con le opportune ipotesi di esposizione, descritte appresso, sono state valutate le dosi efficaci che possono essere assorbite dalla popolazione.

Esposizione accidentale del personale

Lo scenario previsto per tale evento ipotizza un ingresso o la permanenza accidentale di personale all'interno del bunker di trattamento durante l'erogazione della dose.

1) Accesso in bunker durante l'erogazione della dose di trattamento con porta chiusa.

Risulta assolutamente improbabile e non viene presa in considerazione l'accesso in sala trattamento durante i trattamenti di pazienti oncologici con porta chiusa, infatti i sistemi di segnalazione acustica e visiva dell'emissione di radiazione e il sistema di interruzione dell'irradiazione all'apertura della porta durante l'erogazione rende l'evento assolutamente improbabile.

2) Accesso in bunker durante l'erogazione della dose di trattamento con porta aperta.

Durante le sezioni di misure fisico-dosimetriche, può risultare necessario erogare la dose di trattamento con porta del bunker parzialmente aperta, per permettere il passaggio di cavi di connessione tra gli elettrometri e i rivelatori posti sul fascio di radiazione.
Benché tali sezioni di misure verranno effettuate circoscrivendo la zona di accesso ed impedendo l'ingresso al personale non coinvolto alla sezione di misure, l'accadimento di un accesso accidentale di personale all'interno del bunker comporterebbe l'esposizione dei soggetti in questione per 1 min (ipotesi estremamente pessimistica) in una posizione media corrispondente a 3 m dall'isocentro.

In tale posizione, supponendo cautelativamente un rateo di dose di 300 UM/min, vengono erogati all'isocentro circa 3 Gy. Supponendo quindi l'erogazione di 3 Gy all'isocentro durante il minuto di permanenza al'interno del bunker, può essere facilmente verificato che la dose assorbita dal personale entrato accidentalmente all'interno del bunker sia inferiore a 350 μSv.

3) Permanenza accidentale di personale all'interno del bunker durante i trattamenti.

Nel caso in cui venga attivata l'erogazione della dose in presenza di personale all'interno del bunker di trattamento, è possibile stimare il rateo di dose a corpo intero supponendo una distanza media dall'isocentro di circa 1m (ipotesi estremamente pessimistica e cautelativa).
In assenza di corpo diffusore, il rateo di dose a 1m dall'isocentro può essere stimato in ≈ 0,75 Gy/min come esposizione primaria e 0,1 Gy/min come esposizione secondaria dal pavimento e dal lettino di trattamento.
In presenza di corpo diffusore il rateo di dose ad 1m è circa 3 mSv/min.
Si sottolinea comunque che la probabilità di accadimento risulta estremamente bassa per i dispositivi di sicurezza esistenti, per la presenza di un unico interruttore di apertura della porta del bunker e per la presenza di telecamere che visualizzano su monitor presenti in sala comandi un ampia zona attorno l'area di trattamento.

Va, comunque, precisato che le ipotesi assunte hanno una scarsa probabilità di accadimento e sono particolarmente pessimistiche.

4) Incendio del reparto.

La vaporizzazione delle sorgenti radioattive di ^{90}Sr in caso di incendio non viene presa in considerazione. Le sorgenti, infatti, sono conservate all'interno di "bottiglie" che, in considerazione della loro struttura in alluminio e piombo, possono ragionevolmente resistere almeno per i tempi d'intervento necessari.
Il pericolo di incendio può essere valutato sulla base della presenza di materiale combustibile o infiammabile (carico di incendio all'interno di ognuno dei compartimenti) e di sorgenti di innesco che, presupponendo l'assenza di fiamme libere ed il divieto di fumo, possono essere causate solo da un sovraccarico nelle linee di alimentazione elettrica.
All'interno di ognuno dei compartimenti antincendio, la scarsa presenza di materiali combustibili ed infiammabili rende il carico d'incendio contenuto (< 10 kg $_{\text{legno standard}}/m^2$); mentre, la protezione da guasti elettrici è garantita dai dispositivi contro le sovracorrenti ed i cortocircuiti.
Inoltre, la presenza di attrezzature di estinzione incendi e la formazione dei Lavoratori addetti alle emergenze permettono di valutare la probabilità di accadimento di un incendio ad un livello **sufficientemente basso**.

Modalità di intervento

Come si evince dalle calcolazioni sopra riportate, non appare necessario alcun piano di intervento, né alcun provvedimento per mitigare le Dosi ai Lavoratori ed alla Popolazione, di per sé già non particolarmente significative.
Tuttavia, nelle Norme interne di protezione e sicurezza (**Allegato B**) sono riportate alcune modalità da mettere in atto nel corso degli eventi incidentali previsti. Il controllo giornaliero inoltre dei sistemi di sicurezza, come ad esempio dell'interruzione dell'erogazione della dose con l'apertura della porta di acceso al bunker, o della funzionalità dei segnalatori acustici e visivi della presenza di radiazioni in atto, permettono di ridurre la probabilità di accadimento degli incidenti presi in considerazione.
Ulteriori procedure da attuare **in caso di incendio** saranno indicate nel Piano di Emergenza ed Evacuazione, redatto ai sensi dell'art. 5 del D.M. 10 marzo 1998: esse riguardano, soprattutto, tutte quelle azioni che gli addetti contro gli incendi devono attuare al fine di ridurre, quanto più possibile, le conseguenze a Persone o cose, sia all'interno che all'esterno della struttura.

In questo ambito riveste particolare importanza lo specifico **Corso di Formazione** che gli addetti alla prevenzione incendi, lotta antincendio e gestione delle emergenze dovranno seguire in relazione al livello di rischio incendio presente in azienda (Allegato IX del D.M. 10 marzo 1998).
Da quanto già esposto, si rileva che una **particolare cura dovrà essere data all'addestramento** degli addetti all'emergenza per la corretta esecuzione delle procedure previste (tempi e modalità di intervento).

" Produzione e modalità di gestione dei rifiuti radioattivi e dei materiali di riciclo o riutilizzati "
[*Punto 4.4, lettera e) dell'Allegato IX del D.Lgs. 241/2000*]

Nello svolgimento della *pratica* non è prevista alcuna produzione di rifiuti radioattivi. In caso di dismissione dell'acceleratore lineare non sono prodotti materiali radioattivi, vista l'energia massima dei fasci di trattamento (6MV).

Non è previsto alcun riutilizzo o riciclaggio di rifiuti radioattivi.

" Programmi di costruzione o di adattamento dei locali e delle aree destinati allo svolgimento delle attività, nonché delle prove previste "
[Punto 4.4, lettera f) dell'Allegato IX del D.Lgs. 241/2000]

Le caratteristiche costruttive, la suddivisione dei locali e la loro destinazione sono già stati descritti nei paragrafi precedenti, cui si rimanda.
Non esistono, in atto, programmi di costruzione o di adattamento dei locali e delle aree destinati allo svolgimento delle attività.
Tuttavia, di seguito si riportano le **principali caratteristiche strutturali,** degli impianti e degli arredi presenti negli ambienti di lavoro dove si svolge la *pratica* di *Radioterapia con fasci esterni*, **verificate all'atto della Prima Verifica** dall'Esperto Qualificato e, successivamente, in maniera periodica, dal Responsabile del Reparto e dall'Esperto Qualificato (**Verifiche Periodiche**).

Impianto elettrico
L'impianto elettrico è stato eseguito secondo le normative vigenti in materia.

Presidi radioprotezionistici
I presidi protezionistici presenti in reparto possono essere individuati in tutti quei sistemi di sicurezza che permettono l'immediata individuazione dell'emissione del fascio clinico di radiazione. Tali presidi sono costituiti da segnalazione acustica e visiva e il sistema di interruzione dell'erogazione con l'apertura della porta. Esiste inoltre un sistema di disattivazione dell'erogazione che non permette l'emissione raggi finché non viene disattivato dal personale all'interno al bunker.

Prove previste

La verifica periodica dell'efficacia dei dispositivi e delle tecniche di radioprotezione verrà effettuata con l'accertamento della loro esistenza, del perdurare della loro funzionalità ed adeguatezza (in relazione allo scopo da raggiungere), del loro stato di usura, integrata con rilievi dosimetrici, tenendo conto delle norme di buona tecnica.
La **sorveglianza ambientale** di radioprotezione verrà effettuata mediante rilievi periodici di esposizione nei punti ritenuti più significativi.

Le conseguenti valutazioni e gli eventuali interventi correttivi saranno riportate sull'apposito registro.

" Modalità previste per la disattivazione dell'installazione "
[Punto 4.4, lettera g) dell'Allegato IX del D.Lgs. 241/2000]

Allorquando il Datore di Lavoro maturerà l'intendimento di sospendere l'attività e, quindi, di disattivare l'installazione, l'Esperto Qualificato procederà a stilare una *Relazione preliminare* sulle operazioni da attuare per la *cessazione della pratica*, sulla destinazione delle sorgenti radioattive detenute e degli eventuali rifiuti prodotti durante le operazioni connesse alla disattivazione.
Tale Relazione verrà allegata alla *Comunicazione di cessazione della pratica* da inoltrare alle Autorità di Vigilanza, in ottemperanza a quanto disposto dall'art. 24 del D.Lgs. 230/1995, come modificato dal D.Lgs. 241/2000 e successivi.
Si potrà procedere allo *smontaggio* dei vari componenti nel rispetto delle Norme riguardanti lo smaltimento di rifiuti speciali (ove presenti) e le comuni Norme igienico-sanitarie previste nel Comune di installazione dell'impianto.
In ogni caso, in caso di dismissione dell'impianto, qualsiasi parte metallica sarà alienata previo controllo della situazione radiometrica ad esso connessa, al fine di verificare anche le condizioni di rilascio del sito senza alcuna preclusione.
Le procedure previste per la disattivazione della installazione, riguardante soprattutto gli arredi dei diversi ambienti di lavoro, le apparecchiature/attrezzature impiegate, le materie radioattive, si baseranno, dunque, sulla distinzione tra *rifiuti radioattivi* (presenza di radioattività residua o, eventuale, contaminazione) e *rifiuti non radioattivi* (assimilabili a RSU o classificabili come speciali di diversa categoria).
In particolare, l'Esperto Qualificato condurrà un sopralluogo durante il quale verranno effettuate tutte le misure di esposizione e contaminazione, sia dirette che tramite "smear/wipe-test", al fine di verificare la presenza o meno di radioattività su tutti i materiali presenti negli ambienti di lavoro.
Tali rilievi radiometrici permetteranno di discriminare i materiali che dovranno essere conferiti ad una Ditta autorizzata allo smaltimento ai sensi del D.Lgs. 230/1995, dai materiali non radioattivi che, secondo la classificazione indicata nella Normativa vigente in materia di rifiuti, verranno smaltiti nel rispetto delle disposizioni del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 e successive modificazioni.
Si ribadisce comunque che, vista l'energia massima di erogazione dei fasci clinici di radiazione (6MV), il materiale coinvolto nella irradiazione non viene attivato e di conseguenza non diventa radioattivo.
A conclusione di tutte le operazioni previste per la disattivazione dell'installazione, l'Esperto Qualificato, effettuerà un ulteriore sopralluogo al fine di escludere la presenza di qualsiasi materiale radioattivo o contaminato, redigendo una *Relazione conclusiva* sulla verifica effettuata che attesti, soprattutto, **l'assenza di qualsiasi vincolo di natura radiologica** nei locali in cui la *pratica* è stata effettuata (Punto 3.5. dell'Allegato VII del D.Lgs. 241/2001).

Tale Relazione dovrà essere trasmessa dal Datore di Lavoro alle Autorità competenti.

" Valutazione delle dosi per i lavoratori e per i gruppi di riferimento della popolazione in condizioni di normale attività "
[Punto 4.4, lettera h) dell'Allegato IX del D.Lgs. 241/2000]

CRITERI ADOTTATI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

La valutazione dell'entità del rischio radiologico, *nella normale attività lavorativa programmata*, è connessa alle caratteristiche dell'apparecchiatura ed in particolare alla energia delle radiazioni prodotte (6 MV, fotoni), nonché al loro maggiore o minore uso, esprimibile come carico di lavoro (1000 Gy/sett all'isocentro).
Nel criterio di calcolo del carico di lavoro, viene introdotto un **fattore di sicurezza " f "** (non inferiore a 1.5) variabile in relazione al grado di incertezza presente nella stima del numero di trattamenti e dei tempi di esposizione previsti per singolo trattamento.
Tale fattore di sicurezza tiene conto anche del contributo dovuto alle **esposizioni potenziali**, conseguenti ad **eventi anomali o malfunzionamenti**, producendo così un incremento della dose assorbita nella normale attività lavorativa programmata [**Allegato III, punto 5.2 del D.Lgs. 241/2000**].
Nella successiva valutazione del rischio, si tiene conto anche della posizione assunta dall'operatore che esegue il trattamento, della destinazione degli ambienti limitrofi, della distanza dell'operatore e di tali luoghi dalla sorgente, della orientazione del fascio diretto emergente dal paziente, nonché delle schermature strutturali aggiuntive.
La valutazione del rischio viene utilizzata con l'utilizzo dei metodi di calcolo consigliati dall'I.C.R.P. e di eventuali indicazioni di altri organismi (ICRU, NCRP, ecc.).
Le dosi per gli operatori e gli individui della popolazione (gruppi di riferimento) saranno valutate tramite opportuni coefficienti di conversione da kerma in aria a dose efficace.
L'eventuale esposizione parziale del corpo (mani, pelle, cristallino, ecc.) sarà valutata tramite opportuni coefficienti di conversione da kerma in aria a dose media assorbita dall'organo o tessuto.
L'entità del rischio da radiazioni viene considerata accettabile se il sistema globale di radioprotezione (accorgimenti e mezzi di radioprotezione collettiva ed individuale, procedure operative, norme di comportamento, etc.) è in grado di assicurare, nella routine della normale attività lavorativa programmata e nel corso di eventi anomali e di malfunzionamenti, **valori di dose (*ottimizzazione*) inferiori al 50% dei limiti previsti** per gli apprendisti, gli studenti e le persone del pubblico, come individuati e definiti dalla vigente normativa.
In corso di esercizio, nello spirito degli artt. 2 e 72, sarà valutata l'opportunità e la possibilità di una ulteriore riduzione, compatibilmente con le specifiche esigenze lavorative.
Il carico di lavoro viene cautelativamente posto pari a :

W = 1000 Gy/sett all'isocentro a 1.5 cm di profondità in acqua.

MODALITA' DI VALUTAZIONE DELLE DOSI INDIVIDUALI

Per quanto attiene il punto 5.1, lett. d) dell'allegato XI del D.Lgs. 241/2000 (*Modalità di valutazione delle dosi individuali per lavoratori ed individui dei gruppi di riferimento della popolazione a partire dai dati di sorveglianza fisica di cui all'art.79 del presente Decreto Legislativo*) e con riferimento al D.Lgs. 230/95, come modificato dal D.Lgs. 241/00 art.81, lett.e-bis, fermo restando che i dati dosimetrici rilevati saranno riportati nel Registro delle valutazioni, si procede alla indicazione di una modalità come sopra richiesta e definita, **ancorché non esistano, in atto, Lavoratori Esposti di categoria A e si faccia riferimento ad un ipotetico gruppo di riferimento della popolazione**.

La valutazione delle dosi individuali per i lavoratori ed individui dei gruppi di riferimento della popolazione, effettuata con la frequenza indicata nella relazione ex art. 80 comma 1 del D.Lgs. 230/95 come modificato dal D.Lgs. 241/00, verrà condotta sulla base dei risultati della dosimetria individuale e/o ambientale, se dovuta o impiegata espressi come equivalente di dose personale $\mathbf{H_p(d)}$ ed ambientale $\mathbf{H^*(d)}$, confrontati e, se del caso, integrati dalle rilevazioni dosimetriche ambientali effettuate, nell'ambito della sorveglianza fisica della protezione, nelle aree di lavoro e nell'ambiente limitrofo.
Le dosi individuali, nel caso di *pratica* con macchine radiogene, verranno espresse come dose efficace **E**, ricevuta per esposizione esterna ai raggi X e, nel caso di esposizione parziale di organi o tessuti del corpo umano, come equivalente di dose, $\mathbf{H_{T,R}}$.
Le misure di esposizione esterna nelle aree di lavoro e nell'ambiente circostante, verranno effettuate con camera a ionizzazione.
Il valore misurato (lettura strumentale, **M**) verrà espresso, una volta introdotto il fattore di calibrazione **Fc**, fornito dal centro di taratura, come kerma in aria $\mathbf{k_a}$.
Le rilevazioni verranno riportate nel registro delle valutazioni come equivalente di dose ambientale $\mathbf{H^*(d)}$, calcolato ad una profondità: **d=10 mm** (radiazioni a forte penetrazione $E_{X,\gamma} >$ 15 KeV).

La dose efficace **E**, sarà quindi valutata distinguendo due diverse condizioni di esposizione:
Esposizione uniforme del corpo intero
(*campo di radiazione uniforme e nessun impiego di indumenti di radioprotezione individuale*)

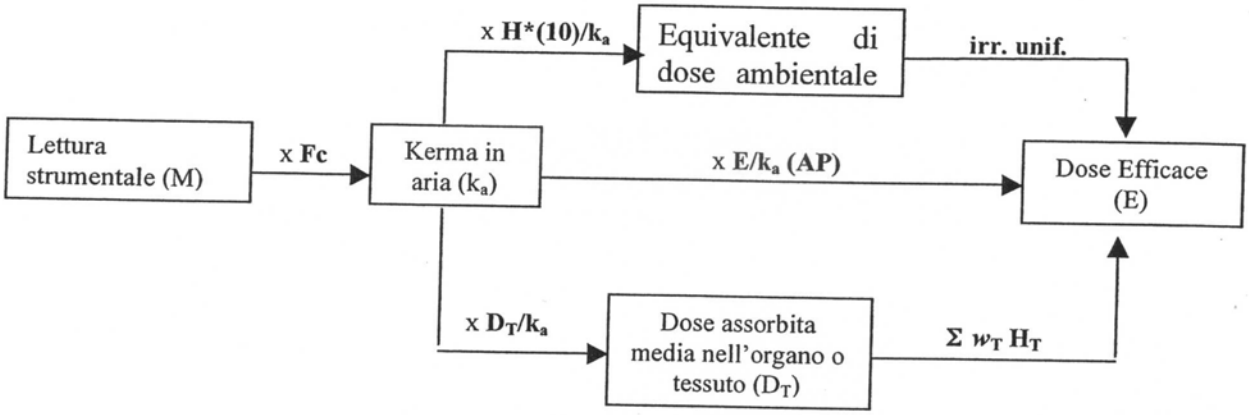
a) si assume una irradiazione uniforme del corpo intero e quindi si attribuisce l'equivalente di dose ambientale (condizione fortemente conservativa)
b) si ipotizza una geometria di irradiazione prevalentemente Antero-Posteriore (**AP**), condizione prossima a quella reale e comunque, più restrittiva tra le geometrie di irradiazione indicate nell ICRP 74);

tramite i coefficienti di conversione, desunti dall'**ICRP 74**, in corrispondenza ad una energia pari a circa il 50% dell'energia massima applicata ai tubi a raggi X.

Inoltre, ancorché non interessi la struttura in questione, si riportano le modalità anche per la

Esposizione non uniforme del corpo
(campo di radiazione non uniforme e/o impiego di indumenti di protezione individuale)

In questi casi sulla base delle rilevazioni dosimetriche ambientali, effettuate a livello gonadi ed al cristallino in diverse condizioni di misura, si procederà alla valutazione della dose media all'organo o tessuto $\mathbf{D_T}$, tramite i coefficienti di conversione, desunti dall'ICRP 74, in corrispondenza ad una energia pari al 50% dell'energia massima applicata ai tubi a raggi X, tenuto conto dei mezzi di protezione individuale impiegati dagli operatori. La dose efficace **E** ed equivalente $\mathbf{H_T}$ verranno quindi valutate, utilizzando i fattori di ponderazione $\mathbf{w_T}$, riportati nell'Allegato IV, punto 0.2.2. del D.Lgs. 241/00.
Le valutazioni delle dosi individuali per i lavoratori e gli individui dei gruppi di riferimento della popolazione, individuati nella relazione art.61 comma 2, condotte secondo le modalità sopra riportate e schematizzate come segue, terranno anche conto del carico di lavoro dell'apparecchiatura, espresso in Gy/sett, e, se del caso, per i lavoratori, del carico di lavoro individuale (attività lavorativa ripartita tra più operatori), calcolati con i dati forniti dal datore di lavoro ed incrementati con un opportuno fattore di sicurezza "f" non inferiore a 1.5.



La valutazione della entità del rischio radiologico, nella *normale attività lavorativa programmata*, è connessa alle caratteristiche fisiche del fascio di radiazioni terapeutico impiegato ed, in particolare, al tipo ed alla energia delle radiazioni emesse.
Come riportato in altra sezione di questa Relazione, il criterio adottato è quello di valutare il rischio nelle varie fasi di lavoro, tenendo conto di una **rappresentazione,** per quanto possibile, rispondente alla specifica realtà, introducendo adeguati **fattori di sicurezza**, variabili in relazione al grado di incertezza presente nella stima dei vari parametri impiegati nelle calcolazioni.
Inoltre, si tiene conto del contributo dovuto alle **esposizioni potenziali**, conseguenti a eventi anomali e malfunzionamenti che possono determinare un aumento dei valori di esposizione, producendo così un incremento della dose assorbita nella *normale attività lavorativa programmata* **[Allegato III, punto 5.2. del D.Lgs. 241/2000]**.

In particolare, il **calcolo preventivo delle dosi** relative ai Lavoratori ed ai Gruppi di riferimento della Popolazione per esposizione esterna, *nella normale attività lavorativa programmata,* tiene conto:
- delle caratteristiche fisiche delle sorgenti detenute/impiegate;
- dei sistemi di protezione presenti, sia collettivi che individuali;
- dei tempi impiegati nelle varie fasi della lavorazione, della posizione e della distanza dell'Operatore rispetto alla sorgente;
- della destinazione degli ambienti limitrofi a quelli dove sono presenti sorgenti e della loro distanza dalla sorgente, nonché delle schermature strutturali e/o aggiuntive presenti.

Il rischio specifico **[Allegato III, punto 5.2. del D.Lgs. 241/2000]**, connesso all'utilizzo di apparecchiature **sorgenti di radiazioni ionizzanti**, è quello di:
- **esposizione esterna** alle radiazioni ionizzanti, la cui intensità dipende dal carico di lavoro e dalla distanza dalla sorgente;

Il rischio specifico, invece, connesso all'impiego di **sorgenti radioattive "sigillate"**, è quello di **esposizione esterna** alle radiazioni ionizzanti, la cui intensità dipende, per un dato radioisotopo, dalla attività e dalla distanza dalla sorgente.

Valutazione della Dose Efficace per esposizione esterna negli ambienti di lavoro
(*efficacia delle schermature ambientali*)
La valutazione del rischio di esposizione esterna è effettuata tenendo conto della distanza media del *punto sorgente* dalle aree limitrofe, della destinazione di tali aree, delle Norme Operative di protezione e sicurezza predisposte dal Datore di lavoro.
In **via preventiva**, la valutazione della *dose equivalente per esposizione esterna* viene condotta utilizzando $H_p(10)$ per la componente penetrante e di $H_p(0.07)$ per la componente a bassa

penetrazione, calcolati considerando un carico di lavoro cautelativo di 1000 Gy/sett ed i fattori di occupazione delle aree oggetto della valutazione.
Si riportano nella seguente tabella i dati relativi alle schermature e alle posizioni rispetto all'isocentro dell'apparecchiatura.

STIMA PREVENTIVA DELLA DOSE ANNUA NELLE AREE CONFINANTI CON IL BUNKER

	Area/locale Confinante	*D media dalla sorgente* [m]	*Spessore schermante interposto*	*Fattore di occupazione T*
1	Sala comandi	8	2 m calcestruzzo	1
2	Area sovrastante (giardino non calpestabile)	5	150 cm calcestruzzo + 50 cm terrapieno	1/20
3	spogliatoi pazienti	6	> 2 m calcestruzzo	1/20
4	corridoio attiguo	4	> 2 m calcestruzzo	1/20
5	bunker alta energia	8	150 cm calcestruzzo	1/50
6	bunker attiguo disponibile	8	150 cm calcestruzzo	1/50

Sala comandi

Durante qualunque tipo di utilizzo dell'apparecchiatura di radioterapia il personale tecnico, ed eventualmente il personale medico radioterapista e fisico, staziona all'interno della sala consolle. In tale posizione, con fattore occupazionale pari a 1, l'esposizione del personale risulta inferiore a 0,5 mSv/anno. Considerando infatti una distanza di circa 8 m dalla sorgente ed una schermatura non inferiore a 2 m di calcestruzzo e supponendo che per un fascio secondario (fascio primario 6MV, 1m dall'isocentro, altezza dal suolo 100 cm) si abbia 1% della dose primaria (ipotesi fortemente cautelativa) la dose equivalente in posizione operatore sarà inferiore a 50 μSv in un anno. Supponendo cautelativamente che il carico di lavoro alle altre energie elettroniche sia pari al 50% del carico di lavoro fotonico e che abbia un eguale contributo alla dose equivalente (ipotesi estremamente cautelativa), la dose equivalente totale in posizione operatore risulterà inferiore a 0,5 mGy/anno.

Area sovrastante (giardino non calpestabile)

Nell'area sovrastante il bunker, sede dell'apparecchiatura, è presente un giardino non calpestabile. La schermatura corrispondente è pari a 150 cm di calcestruzzo e 50 cm di terrapieno. L'area è barriera primaria con fattore di utilizzo pari a ¼ e fattore di occupazione non superiore a 1/20. Il calcolo della dose in un punto viene effettuato sull'asse del fascio di radiazioni a distanza 5 m dall'isocentro considerando il fascio primario con peso 0,25 ed il fascio secondario con peso 0,75.
Contributo alla dose equivalente del fascio primario: < 0,1 mSv/anno
Contributo alla dose equivalente del fascio secondario: < 0,1 mSv
Dose equivalente totale < 0,2 mSv/anno.

Bunker adiacenti, spogliatoi pazienti

La presenza di personale all'interno degli spogliatoi pazienti e dei bunker adiacenti il bunker in cui è presente l'apparecchiatura, oggetto della presente relazione, è da considerarsi assolutamente saltuaria, con fattore di occupazione stimato cautelativamente in 1/50. Tale fattore di occupazione e la presenza di barriere in cemento non inferiori a 150 cm di calcestruzzo, comportano valori di dose annua inferiori a 0,5 mSv/anno.

STIMA PREVENTIVA DELLA DOSE ANNUA NELLE AREE CONFINANTI CON IL BUNKER

	Area/locale Confinante	*D media dalla sorgente* [m]	*Spessore schermante interposto*	*Fattore di occupazione T*	*Dose Efficace al p.to di riferimento (mSv/anno)*
1	Sala comandi	8	2 m calcestruzzo	1	< 0,5
2	Area sovrastante (giardino non calpestabile)	4	150 cm calcestruzzo + 50 cm terrapieno	1/20	< 0,2
3	spogliatoi pazienti	5	> 150 cm calcestruzzo	¼	< 0,2
4	corridoio attiguo	4	> 150 cm calcestruzzo	1/20	< 0,2
5	bunker alta energia	8	150 cm calcestruzzo	1/50	< 0,1
6	bunker attiguo disponibile	8	150 cm calcestruzzo	1/50	< 0,1

Si fa presente che tale valutazione risulta cautelativa, considerando un unico operatore presente nelle varie posizioni lavorative e nelle peggiori condizioni di esercizio.
Per tenere conto di eventi anomali e malfunzionamenti, riconducibili ad occasionali comportamenti dell'Operatore non conformi alle modalità standard di esecuzione delle varie operazioni, tali valori vengono considerati incrementati di un 10 %.
Nel caso in cui la dosimetria individuale dovesse mostrare una sottostima nelle valutazioni fin qui condotte, si provvederà con interventi correttivi.

Valutazione della Dose Efficace per esposizione esterna per Lavoratori della struttura non addetti allo svolgimento della *pratica*

La Dose Efficace ricevuta per esposizione esterna, nella **normale attività lavorativa**, dal Personale della struttura addetto alla accettazione e segreteria e quindi, estraneo alle attività connesse all'impiego dei fasci radioterapici, può essere considerata assolutamente trascurabile, viste le valutazioni di dose efficace negli ambienti limitrofi e di transito (spogliatoio pazienti e corridoio di accesso al bunker di terapia). Le dosi efficaci risultano ben al di sotto dei limiti di dose alla popolazione.

VALUTAZIONE DELLE DOSI IN CONDIZIONI NORMALI PER I GRUPPI DI RIFERIMENTO DELLA POPOLAZIONE

Tenuto conto delle valutazioni riportate in questa Relazione tecnica e delle modalità operative previste, in condizione di normale attività lavorativa programmata, **non si può individuare un Gruppo critico della Popolazione connesso alle attività svolte presso questo Reparto**, tra le Persone del Pubblico che vivono negli ambienti limitrofi alla struttura (strutture adiacenti), per i quali non è possibile prevedere alcuna limitazione nel comportamento.
Dunque, si può concludere che le dosi ricevute dal Gruppo di riferimento della Popolazione (**ex art. 79, comma 7**. del D.Lgs. 230/1995) nella *normale attività lavorativa programmata* (anche nel corso dell'incidente massimo ragionevolmente ipotizzabile) conducono a valori comunque inferiori a 0,5 mSv.

Le valutazioni preventive delle dosi per i Lavoratori e gli Individui della Popolazione (Gruppi di Riferimento) **verranno verificate mediante misure** dirette dei valori di esposizione esterna (tramite rilievi ambientali e dosimetri individuali) utilizzando, ove previsti, opportuni coefficienti di conversione.
Sulla base dei risultati di tali verifiche, sarà inoltre valutata la opportunità e la possibilità di una ulteriore riduzione delle dosi, **criterio di ottimizzazione** (artt. 2 e 72 del D.Lgs. 230/1995), compatibilmente con le specifiche esigenze lavorative.

"Modalità di valutazione delle dosi individuali per Lavoratori ed individui dei gruppi di riferimento della popolazione a partire dai dati di sorveglianza fisica di cui all'art. 79 del D.Lgs. 230/1995 come modificato dal D.Lgs. 241/2000"
[Allegato XI, punto 5.1. lett. d) - D.Lgs. 241/2000]

Le **valutazioni delle dosi individuali** per i Lavoratori esposti [art. 79, comma 1., lett. d)] verrà condotta sulla base dei risultati della dosimetria individuale, espressi come equivalente di dose personale $H_p(d)$, confrontati e, se del caso, integrati dai risultati della dosimetria ambientale effettuata nell'ambito della sorveglianza fisica delle protezione nelle aree di lavoro e nell'ambiente limitrofo, espressi come equivalente di dose ambientale $H^*(d)$.
Per gli Individui dei Gruppi di riferimento della Popolazione, le valutazioni verranno condotte sulla base dei risultati della dosimetria ambientale.
Le dosi individuali, nella *pratica* oggetto della presente relazione, verranno espresse come dose efficace E, ottenuta come somma delle Dosi Efficaci ricevute per esposizione esterna e, nel caso di esposizione parziale di particolari organi o tessuti del corpo umano, come dose equivalente, H_T.

Esposizione esterna

Le misure dell'esposizione esterna nelle aree di lavoro e nell'ambiente circostante, verranno effettuate con camera ad ionizzazione.
Il valore misurato (lettura strumentale, M) verrà espresso, una volta introdotto il fattore di calibrazione (fornito dal centro di taratura) come kerma in aria, k_a.
Le rilevazioni verranno riportate nel registro delle valutazioni come equivalente di dose ambientale $H^*(d)$, calcolato ad una profondità: $d = 10$ mm (radiazioni a forte penetrazione, $E_{X,\gamma} >$ 15 keV).
La dose efficace esterna E_{est}, sarà quindi valutata:

a) assumendo una irradiazione uniforme del corpo intero e quindi attribuendo l'equivalente di dose ambientale (condizione fortemente conservativa);
b) ipotizzando una geometria dell'irradiazione prevalentemente *A*ntero-*P*osteriore ***(AP)***, (condizione prossima alla reale modalità di esposizione e comunque, più restrittiva tra le geometrie di irradiazione indicate nella ICRP 74[10]);

tramite coefficienti di conversione ottenuti come media pesata dei valori, corrispondenti alle diverse energie di emissione, direttamente indicati nella ***ICRP 74*** o calcolati tramite l'equazione riportata nella pubblicazione ***ICRU Report 47 [11]***.

" Risultati delle valutazioni di cui all'art. 115-ter "
[Punto 4.4, lettera i) dell'Allegato IX del D.Lgs. 241/2000]

Per la tipologia di pratica e per la tipologia di apparecchiatura utilizzata per i trattamenti, non è previsto alcuna esposizione potenziale relativa ai Lavoratori e ai Gruppi di riferimento della Popolazione, che presuppone la individuazione dei possibili scenari che, in qualche misura, possano comportare una esposizione dovuta ad irradiazione esterna significativa, rispetto a quella a cui sono soggetti nella *normale attività di lavoro programmata.*
Ciò premesso e tenuto conto della definizione di *esposizione potenziale*, come riportata nell'art. 4. comma 1., lett. c) del D.Lgs. 241/2000 (*"esposizione che, pur non essendo certa, ha una probabilità di verificarsi prevedibile in anticipo")*, non è possibile prevedere alcun tipo di evento che possa rientrare in questa definizione.
Infatti, tra gli eventi prevedibili che possono verificarsi all'interno della struttura non sono identificabili eventi tali da produrre una esposizione significativa per i Lavoratori e, tanto meno, per i Gruppi di riferimento della Popolazione, ove individuati.
Non si è quindi ritenuto opportuno procedere alla valutazione delle *esposizioni potenziali* per il Gruppo di riferimento della Popolazione in caso di massimo incidente ragionevolmente ipotizzabile.

" Criteri e modalità di attuazione degli adempimenti di cui all'articolo 79 ed all'articolo 80 del presente decreto "
[Punto 4.4, lettera l) dell'Allegato IX del D.Lgs. 241/2000]

A prescindere dal *Benestare* [art. 79, comma 1., lett. b), punto 1)] e dalla *Prima Verifica* [art. 79, comma 1., lett. b), punto 2)], oggetto di altre relazioni, in corso di esercizio il **controllo dell'efficacia dei dispositivi tecnici di protezione**, nonché le valutazioni di cui all'art. 79, saranno effettuati, con le modalità di seguito riportate e con la frequenza indicata nella specifica Relazione di cui all'art. 80.

La **verifica periodica dell'efficacia dei dispositivi e delle tecniche di radioprotezione** [art. 79, comma 1., lett. b), punto 3)] verrà effettuata con l'accertamento della loro esistenza, del perdurare della loro funzionalità ed adeguatezza (in relazione allo scopo da raggiungere), del loro stato di usura, integrata con rilievi dosimetrici, tenuto conto delle norme di buona tecnica (artt. 2 e 72, ICRP, ecc..).

La **verifica periodica** [art. 79, comma 1., lett. b), punto 4)] delle buone condizioni di funzionamento degli **strumenti di misurazione** (dosimetri) ove dovuti, verrà effettuata riscontrando il regolare svolgimento delle procedure esecutive della sorveglianza dosimetrica ed il loro corretto impiego, nonché tenendo conto anche della compatibilità dei risultati dosimetrici individuali con quelli ambientali.
La strumentazione impiegata dall'Esperto Qualificato verrà sottoposta a taratura biennale.

La **sorveglianza ambientale** di radioprotezione nelle Zone Controllate e Sorvegliate [art. 79, comma 1., lett. c)] verrà effettuata mediante rilievi periodici di esposizione nei punti ritenuti più significativi: le conseguenti valutazioni saranno riportate sull'apposito Registro di Sorveglianza Fisica di Radioprotezione.

Le **valutazioni delle dosi individuali** per i lavoratori esposti [art. 79, comma 1., lett. d)] verrà condotta sulla base dei risultati della dosimetria individuale, ove dovuti o presenti, espressi come equivalente di dose personale $H_p(d)$, confrontati e, se del caso, integrati dai risultati della dosimetria ambientale.
E' previsto l'uso di dosimetro total-body (ove dovuto) per il rilevamento delle dosi a corpo intero.
Per gli individui dei gruppi di riferimento della popolazione, ove presenti, le valutazioni verranno condotte sulla base dei risultati della dosimetria ambientale.
Le rilevazioni, riportate nel registro delle valutazioni come equivalente di dose ambientale $H^*(d)$, verranno valutate ad una profondità: $d = 10$ mm (radiazioni a forte penetrazione, $E_{X,\gamma} > 15$ keV).
Le modalità di valutazione (riportate nell'apposito paragrafo) di questa relazione, verranno applicate sul Registro di Sorveglianza Fisica e terranno conto del carico di lavoro annuo, fornito dal datore di lavoro, incrementato con un opportuno fattore di sicurezza "f ".

La **assistenza al Datore di lavoro**, nell'ambito delle proprie competenze, nell'individuazione e nell'adozione delle azioni da compiere in caso di incidente [art. 79, comma 1., lett. e)], tenendo conto del massimo incidente possibile, prima descritto, sarà attuata fornendo tutte le indicazioni necessarie ed i relativi dati sulla dose assorbita, calcolati in via preventiva.

> ***" Indicazione delle modalità con cui si intende adempiere agli ulteriori pertinenti obblighi di cui all'articolo 61 del presente decreto, con particolare riferimento al contenuto delle norme interne di sicurezza e protezione; indicazione delle modalità con cui si intende assicurare la formazione di radioprotezione dei lavoratori ed indicazione della qualificazione professionale dei medesimi "***
>
> [*Punto 4.4, lettera m) dell'Allegato IX del D.Lgs. 241/2000*]

Tenuto conto delle modalità di lavoro, della distribuzione dei locali, del carico di lavoro dell'apparecchiatura e dei fattori di uso e di occupazione, delle informazioni fornite dal Datore di Lavoro e delle valutazioni relative all'entità del rischio specifico, si conferma che:

a) ***Individuazione e classificazione delle Zone dove sussiste rischio da radiazioni*** *[art. 80, comma 1., lett. a)]*
Vengono individuati come ambienti di lavoro in cui sussiste il rischio di esposizione a radiazioni ionizzanti le Sale di seguito elencate:

1. **Bunker di trattamento**;

La delimitazione degli ambienti, sopra individuati, coincide con il limite fisico offerto dalle barriere (muri e porta) perimetrali della Sala:
E' Classificata **ZONA CONTROLLATA** la *sala di trattamento radioterapico (bunker di trattamento),* sede dell'apparecchiatura, sono classificate **ZONA LIBERE** tutte le rimanenti zone e aree limitrofe alla sala trattamento.

All'interno del bunker di trattamento, pertanto, sussiste per i Lavoratori il rischio di superamento di uno dei limiti di dose fissati per gli Individui della Popolazione.
Per le aree limitrofe, invece, risulta rispettato il limite annuale di 1 mSv, fissato per le Persone del Pubblico.

I locali destinati alle attività radioterapica **sono segnalati** mediante appositi cartelli indicanti «*Pericolo di irradiazione*», «*Zona Controllata*» ed appositi segnali che indicano la natura delle sorgenti «*Sorgente radiogena*» ed i tipi di rischi «*Irradiazione esterna* », applicati sulle porte di accesso della sala.

All'interno degli ambienti frequentati dai lavoratori sono affisse copie delle **Norme Interne di Protezione e Sicurezza,** predisposte dal Datore di Lavoro in collaborazione con l'Esperto Qualificato [ex art. 61, comma 3., lett. c)], in cui sono indicate le modalità di accesso regolamentato, di comportamento in condizioni di normale attività, di incidente e di contaminazione **(Allegato B)**.

Modalità di accesso alle aree di lavoro classificate - Zone Controllate
(All. III, punti 4.3 e 4.4 del D.Lgs. 241/2000)
L'accesso alla Sala classificata Zona Controllata è regolamentato tenendo conto di quanto riportato nelle Norme interne di protezione e sicurezza, al fine di evitare irradiazioni accidentali ed, in particolare:

- inibendo l'ingresso a quanti non sono interessati alla specifica lavorazione e, comunque, non autorizzati;
- chiudendo le porte di accesso alla Sala classificata Zona Controllata.

Il compito di regolamentare l'accesso è demandato al Personale impegnato nella *pratica* e classificato ed, in particolare, al Responsabile che rispondono della attuazione di questa norma con il Datore di Lavoro.

b) ***Classificazione dei Lavoratori addetti [art. 80 comma 1, lett. b)]***

Tenuto conto dei criteri adottati per la valutazione dei rischi e delle modifiche introdotte dal D.Lgs. 241/2000 al D.Lgs. 230/1995, risulta che i Lavoratori addetti alla *pratica* non sono suscettibili di superare uno qualsiasi dei limiti di dose (efficace ed equivalente) fissati dalla Normativa vigente per le diverse Categorie di appartenenza.

Pertanto, la Classificazione dei Lavoratori attualmente valida è quella di seguito indicata, da aggiornarsi ogni volta che il Datore di lavoro fornirà nuove indicazioni sulla destinazione lavorativa che possano comportate una diversa valutazione del rischio:

⇨ Medico Radioterapista	**Lavoratore non Esposto**
⇨ Tecnico Sanitario di Radiologia (TSRM)	**Lavoratore non Esposto**
⇨ Esperto in Fisica Medica	**Lavoratore non Esposto.**
⇨ Infermiere Professionale	**Lavoratore non Esposto.**
⇨ Personale ausiliario	**Lavoratore non Esposto.**

Per i ***Lavoratori classificati non esposti*** non è obbligatorio essere sottoposti a sorveglianza medica da parte di un Medico Autorizzato o Competente; la sorveglianza dosimetrica individuale potrà essere svolta a discrezione del Datore di Lavoro (dosimetri individuali total-body).

I dati dosimetrici non devono essere riportati sulle Schede Personali Dosimetriche previste dalla Normativa vigente, ma saranno utilizzati esclusivamente per le valutazioni dosimetriche che l'Esperto Qualificato riterrà opportune.

c) ***Viene fissata la seguente frequenza delle valutazioni di cui all'art. 79 del D.Lgs. 230/95:***

⇨ comma 1, lett. b), punto 3)	annuale
⇨ comma 1, lett. b), punto 4)	annuale
⇨ comma 1, lett. c)	annuale
⇨ comma 1, lett. d)	annuale
⇨ comma 7)	annuale

Inoltre:

- ogni qual volta saranno realizzate nuove installazioni o saranno apportate eventuali modifiche a quelle già realizzate, si procederà nuovamente alle valutazioni di cui al comma 1., lett. a), all'*Esame preventivo, al rilascio del benestare* di cui al comma 1., lett. b), punto 1) ed alla *Prima verifica* di cui al comma 1., lett. b), punto 2);
- alla assistenza prevista dal comma 1., lett. e) si provvederà ogni qual volta il Datore di Lavoro ne farà richiesta.

d) Dovrà essere attuato un programma di formazione finalizzato alla radioprotezione, nei tempi e nei modi decisi dal datore di lavoro.

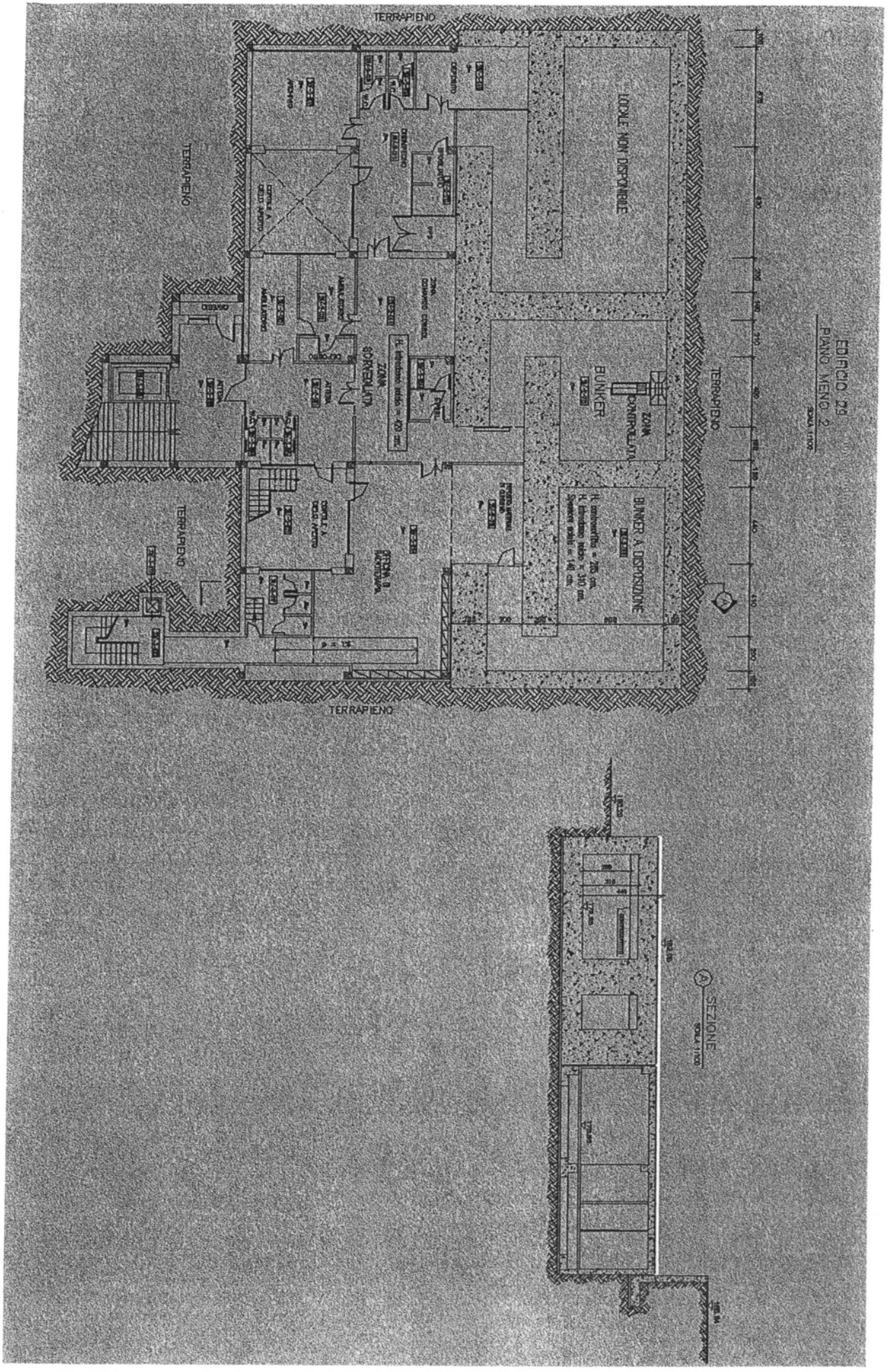
Il programma dovrà contenere indicazioni sulla natura delle radiazioni ionizzanti, sulle modalità di impiego dell'apparecchiatura, sulle grandezze utilizzate in radioprotezione e relative unità di misura, sulle azioni delle radiazioni ionizzanti sugli organismi viventi, sui danni somatici e statistici, sugli strumenti di misura, sul significato delle indicazioni contenute nelle norme di sicurezza e protezione, nonché sulle norme sanitarie generiche.

Utile appare l'impiego di idonei testi.

Gli Operatori addetti al Reparto, designati dal Datore di Lavoro tra quelli incaricati di attuare le procedure di emergenza, dovranno partecipare ad un corso di formazione relativamente alle azioni da intraprendere in caso di uno degli stati di emergenza ipotizzati.

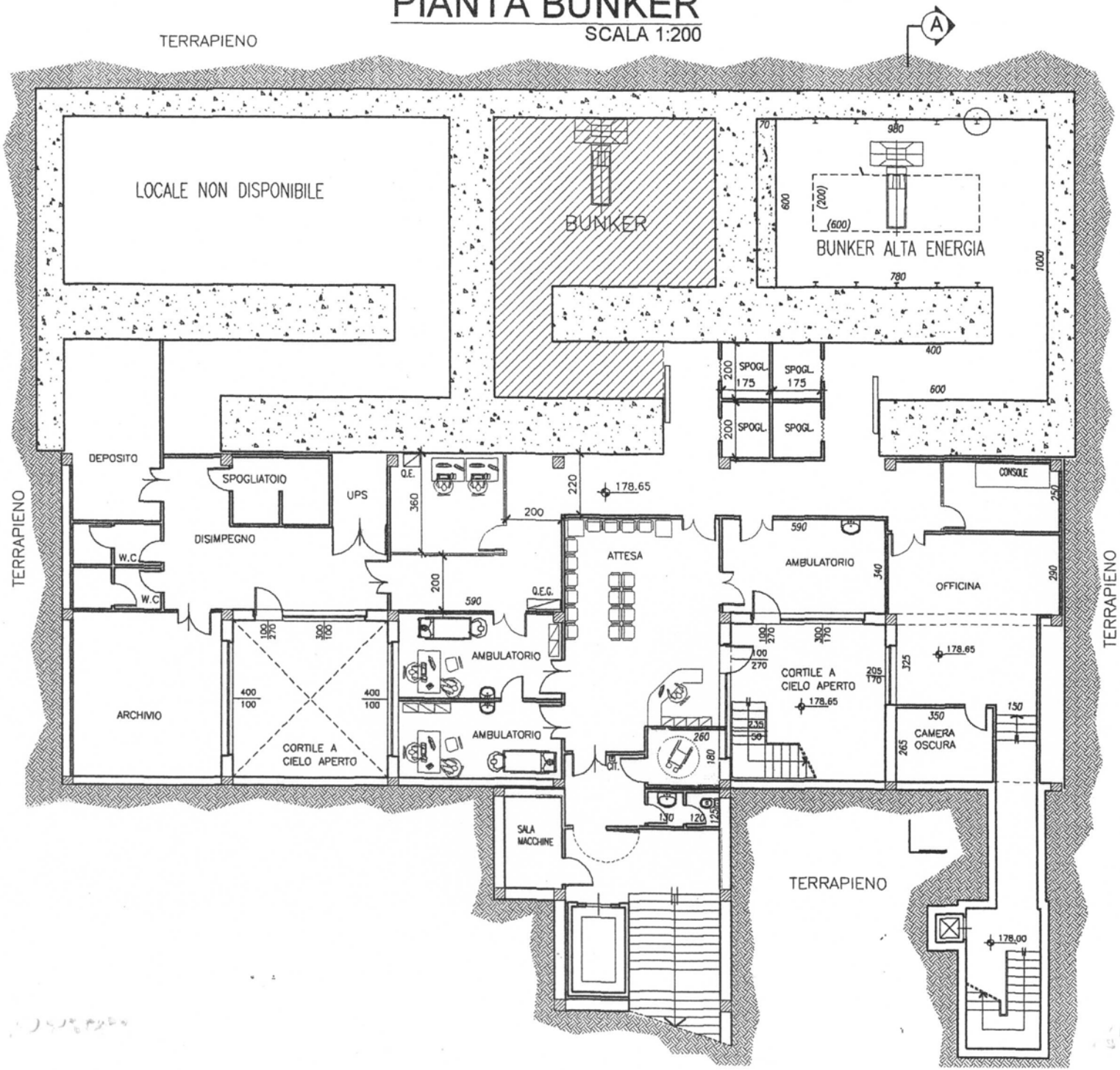
> ***" Nel caso degli impieghi medici delle materie radioattive, ai fini delle valutazioni e delle soluzioni progettuali ed operative di cui alle lettere precedenti, indicazione, particolarmente per quanto riguarda la gestione e l'eventuale smaltimento nell'ambiente dei rifiuti radioattivi, anche del contributo delle materie radioattive somministrate ai pazienti sottoposti ad indagine diagnostica o a trattamento terapeutico "***
>
> [Punto 4.4, lettera n) dell'Allegato IX del D.Lgs. 241/2000]

Non è previsto alcun rilascio di materiale radioattivo nell'ambiente.


TERRAPIENO
LOCALE NON DISPONIBILE
BUNKER
ZONA CONTROLLATA
BUNKER A DISPOSIZIONE
EDIFICIO 29
PIANO MENO 2
SEZIONE

PIANTA BUNKER

SCALA 1:200



STRUTTURA COMPLESSA
DI RADIODIAGNOSTICA E RADIOTERAPIA

Responsabile: Prof. G. C. Ettorre
AZIENDA OSPEDALIERO - UNIVERSITARIA
"POLICLINICO - VITTORIO EMANUELE"

ACCELERATORE LINEARE

SIEMENS ONCOR IMPRESSION

NORME INTERNE DI PROTEZIONE E SICUREZZA RELATIVE ALLE RADIAZIONI IONIZZANTI

Ai sensi dell'art. 61 del D.Lgs. 230/95

Esperto Qualificato
Dr. Vincenzo Salamone

1) L'accesso alla sala di trattamento (Bunker) e alla sala consolle comandi è consentito solo al personale autorizzato munito di dosimetro (ove dovuto) (T.S.R.M., Medici Radioterapisti, Esperti in Fisica Medica, I.P. di Radioterapia, Specializzandi di Radioterapia e di Fisica Sanitaria, Allievi T.S.R.M.).

   Per le sole operazioni di competenza, l'accesso al bunker è consentito, limitatamente alla sola fase di impostazione del trattamento, al personale dell'U.O. di Anestesia e Rianimazione.

2) Prima di accedere alla Sala di Trattamento, il personale autorizzato deve controllare che sia accesa la luce verde di "beam off" posta in corrispondenza dell'ingresso del bunker.

3) Prima di accedere alla Sala di Trattamento il personale autorizzato deve verificare l'assenza di segnalazioni acustiche di "beam on".

4) Qualora al termine del trattamento radiante permangano accese le luci rosse indicanti "beam on" sulla consolle comandi e/o in corrispondenza dell'ingresso al bunker, aprire la porta del bunker; se l'anomalia persiste, azionare il pulsante a fungo più vicino.

5) Qualora si presentino situazioni particolari di emergenza (malore del paziente, movimenti indesiderati dall'unità o lettino di trattamento, verificarsi di incidenti durante il trattamento, etc.), aprire la porta del bunker, se necessario azionare il pulsante a fungo "emergency stop".

6) L'attività di radioterapia non deve essere iniziata se uno qualsiasi dei controlli elencati ha dato esito positivo:
   a) Verifica dell'interblocco della porta di accesso alla sala di trattamento. (pulsantiera sul tavolo di comando)
   b) Verifica del dispositivo di interruzione dei movimenti del lettino (pulsante rosso sul lettino).
   c) Verifica della segnalazione acustica.
   d) Verifica delle segnalazioni luminose (sul tavolo di comando luce gialla di "beam on" sulla tastiera e area di ingresso del bunker (luce rossa)).
   e) Verifica dell'interfono, delle telecamere e dei monitor della sala comandi.

   Nel caso in cui uno dei punti a) – e) dovessero verificarsi devono essere avvertiti immediatamente l'Esperto Qualificato e il Medico Radioterapista Responsabile.

7) Nel caso di irradiazione accidentale di personale all'interno del bunker, avvertire immediatamente l'Esperto Qualificato ed annotare le condizioni di irradiazione accidentale (Unità Monitor erogate, dimensioni del campo di radiazione, angolo dello stativo, posizione del personale irradiato).

8) Durante il trattamento, osservare, tramite circuito televisivo, sia l'unità di terapia che il paziente.

9) L'eventuale smarrimento o deterioramento del dosimetro personale dove essere immediatamente comunicato all'Esperto Qualificato, che provvederà alla sostituzione.

L'Esperto Qualificato
Dr. Vincenzo Salamone