2530000 07/10/2015 Deliberazione Allegato Utente 1 (A01)
2530000 07/10/2015 Deliberazione Allegato Utente 1 (A01)

Azienda Provinciale per i Servizi Sanitari
Provincia Autonoma di Trento

Servizio Ospedaliero Provinciale
Servizio Fisica Sanitaria
***Responsabile**: Aldo Valentini*
***Referente**:*
presso Ospedale S. Chiara
L.go Medaglie d'Oro, 9 - 38100 Trento
tel. 0461 903282 - fax 0461 903334

Rif. Int. Nr15300

Trento, 7 ottobre 2015

Progetto Barriere di Radioprotezione Apparecchiature SPECT - CT

Anagrafica Struttura	**Valori U.M.**
Distretto/Ospedale	**Trento**
Presidio/Ambulatorio	**Ospedale S. Chiara**
Unità Operativa	**Medicina Nucleare**
Indirizzo	**Largo Medaglie d Oro**
Direttore	**Dott.ssa Franca Chierichetti**
Preposto	**Coordinatore tsrm Francesca Laich**

Anagrafica Sala	
Sala	**SALA SPECT/CT N. 2**
Codice Sala SIST	
Impiego	**Sala diagnostica di medicina nucleare**
Apparecchio	**CT Siemens SYMBIA INTEVO 6 strati**
Codice Archivio Apparecchi SFS	**DISTN_OSC_SPECTCT2_G1_T1**
Inventario APSS	

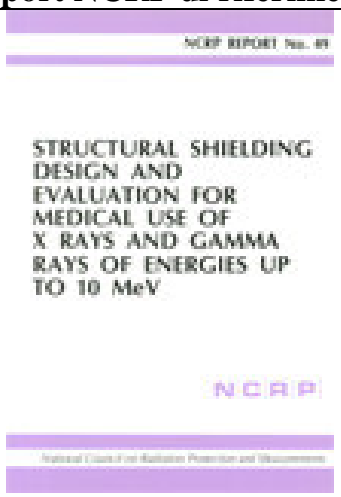
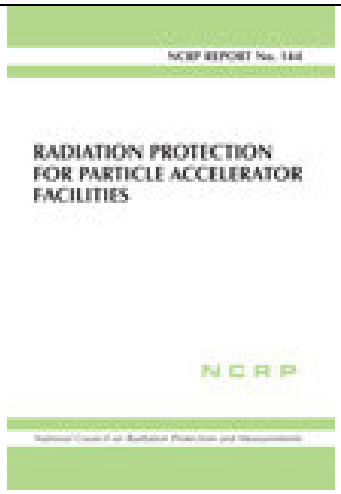
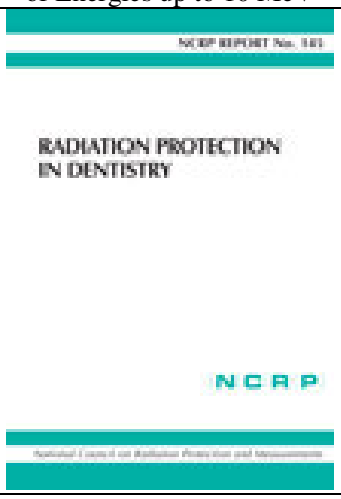
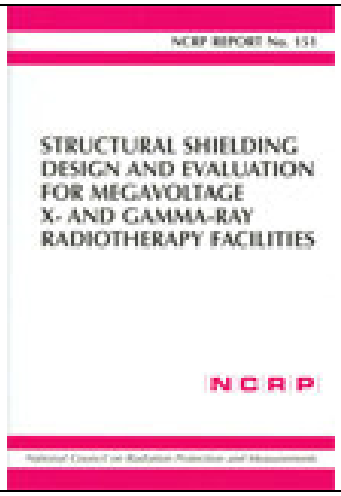
Calibrazione Apparecchio TAC	
Tensione di Riferimento	**130.0 [kV]**
Collimazione di Riferimento (massima)	**18.0 [mm]**
Filtrazione fascio	**7.2 [mmAl]**

Rendimento Riferimento	**65.0 [uGy*m^2/mAs @ 130 kV, Coll. 18 mm, 7.2 mmAl]**
Geometria Apparecchio	
SID (Sorgente-Isocentro)	**536 [mm]**
Output a SID	**226.247 [uGy/mAs @ 536 mm, 130 kV, Coll. 18 mm, 7.2 mmAl]**
SDD (Sorgente-Detector)	**940 [mm]**
Output a SDD	**73.563 [uGy/mAs @ 536 mm, 130 kV, Coll. 18 mm, 7.2 mmAl]**
Diametro Paziente	**320 [mm]**
SSD (Sorgente-Pelle)	**376 [mm]**
Carico lavoro apparecchio TAC	
N.PZ/giorno	**19 [Pz/giorno]**
N. giorni Lavorati/anno	**230 [giorni/anno]**
N.PZ/anno	**4370 [Pz/anno]**
Note carico di lavoro	**Dichiarato cTSRM 5800/anno**
N. Scansioni/Paziente	**1.1 [Scansioni/Pz]**
N. Scansioni totali	**4807 [Scansioni/anno]**
Lunghezza scansione media/esame	**700 [mm]**
TENSIONE MEDIA lavoro TAC	**120 [kVp]**
CARICA MEDIA/ROTAZIONE	**200 [mAs]**
N. GIRI/Esame	**39 [giri/esame]**
N. GIRI/Paziente	**43 [giri/paziente]**
N. GIRI/anno	**186939 [giri/anno]**
Lunghezza totale scansioni	**3364900.0 [mm]**
	3.4 [Km]
TENSIONE PESATA LAVORO	**120 [kVp]**
CARICA ANNUALE	**37387778 [mAs/anno]**
	37388 [As/anno]
Rendimento a TENSIONE LAVORO	**55.4 [uGy.m^2/mAs @ 120 kV, Coll. 18 mm, 7.2 mmAl]**
Kerma in aria annuale @ 1 m	**2070707692 [uGy]**
	2070.7 [Gy]
Kerma in aria annuale a SID	**7207575784 [uGy]**
	7207.6 [Gy]
Kerma in aria annuale a SDD	**2343489919 [uGy]**
	2343.5 [Gy]
Kerma in aria annuale a SSD	**14646811993 [uGy]**
	14646.8 [Gy]
Note Carico di Lavoro	
Note	**Aldo**
Geometria sala	
Orientazione APP. TAC rispetto a sala	**43.0 [°]**

Considerazioni preliminari:

La valutazione delle schermature necessarie ad ottenere una sufficiente protezione della popolazione e degli operatori addetti alle fonti radiogene, contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti, è basata su calcoli a partire da 'fitting' algebrici di curve sperimentali di 'trasmissione'.
Si sono seguite le procedure di '*buona tecnica'* previste da organismi nazionali ed internazionali al fine della stima teorica delle barriere.
Punto di partenza determinante per ogni calcolo di barriera è la stima del cosiddetto '*Carico di Lavoro radiologico'*, ovvero la valutazione dell'erogazione (in termini di intensità, tempo e di energia) delle radiazioni da parte della fonte di radiazioni, in assenza di schermature.
Il Carico di Lavoro radiologico è calcolato a partire dalla stima del numero di Pazienti/anno, numero medio di esposizioni/paziente, tipologia (radiografia, scopia o entrambe), tensione di lavoro tipica, correnti elettroniche e tempi impiegati (o carica elettronica al filamento)
I fattori di occupazione per la stima della frequentazione dei locali da parte di personale esposto per motivi professionali o da parte di persone del pubblico, i fattori d'uso per le barriere ed i carichi tipici di lavoro, quando non fissati da ipotesi dirette sulla struttura in progetto, sono quelli dettati dall'N.C.R.P. n. 49 (appendice C) pag. 65.
Si è inoltre tenuto conto delle indicazione del nuovo report N.C.R.P. n. 147 dell'ottobre 2004 "Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities" e report N.C.R.P. n. 145 del dicembre 2003 "Radiation Protection in Dentistry". Di questo report sono stati utilizzati i dati di trasmissione per piombo e calcestruzzo (Tabella A.1) Pg 118-121.
Per i progetti di ambienti ove sono impiegate alte energie si seguono le indicazioni dei report N.C.R.P. n. 144 del dicembre 2003 "Radiation Protection for Particle Accelerator Facilities", report NCRP n. 151 del dicembre 2005 "Structural Shielding Design and Evaluation for Megavoltage X- and Gamma-Ray Radiotherapy Facilities", report NCRP n. 79 "Neutron Contamination from Medical Electron Accelerator".
Le valutazioni delle distanze tra fonte radiogena o da oggetto diffondente e luoghi occupati da persone è effettuata sulla base di criteri ridondanti nell'interesse della sicurezza.

Report NCRP di riferimento:

		
Report 49 - Structural Shielding Design and Evaluation for Medical Use of X Rays and Gamma Rays of Energies up to 10 MeV	Report 79 - Neutron Contamination from Medical Electron Accelerators	Report 144 - Radiation Protection for Particle Accelerator Facilities (2003)
		
Report 145 - Radiation Protection in Dentistry (2003)	Report 147 - Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities	Report 151 - Structural Shielding Design and Evaluation for Megavoltage X- and Gamma-Ray Radiotherapy Facilities

La presente relazione ha significato di esame preventivo e di rilascio del relativo benestare, dal punto di vista della sorveglianza fisica, dei progetti di installazioni (o modifiche alle installazioni) che comportano rischi di esposizione così come previsto dal D.Lgs. del 26 maggio 2000, n. 241 at. 61 e 79.

E' d'obbligo la prima verifica, dal punto di vista della sorveglianza fisica, prima dell'entrata in uso dell'impianto a cui seguirà il benestare rilasciato dall'Esperto Qualificato incaricato.

Questa relazione inoltre costituisce parte del documento di cui all'art. 28 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 (Testo Unico sulla Sicurezza), per gli aspetti concernenti i rischi da radiazioni ionizzanti cosi come previsto anche dal D.Lgs 26 maggio 2001 n. 241 all'articolo 61.

Dott. Aldo Valentini
Direttore Servizio di Fisica Sanitaria
APSS - Trento
Esperto Qualificato III grado n. 468

Distribuzioni:

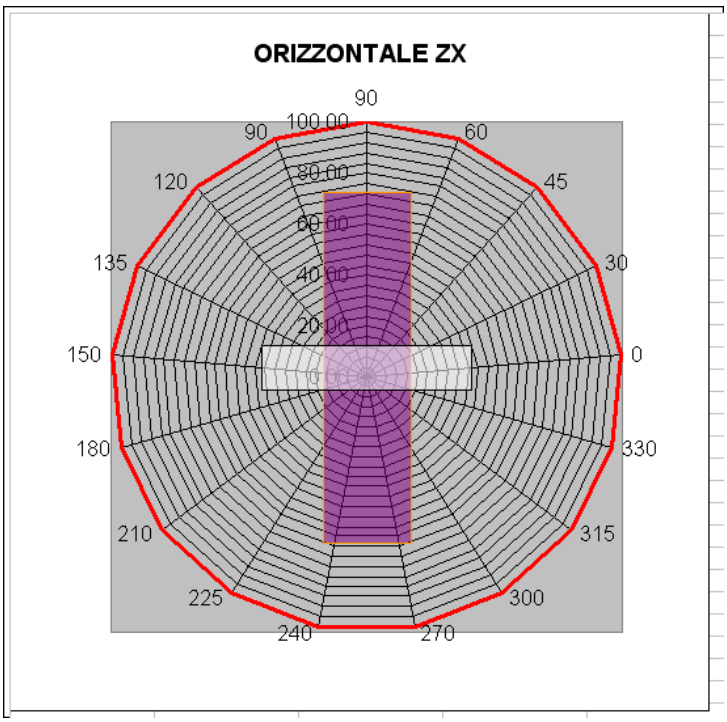


Figura 1. Distribuzioni dosi piano orizzontale ad altezza isocentro CT

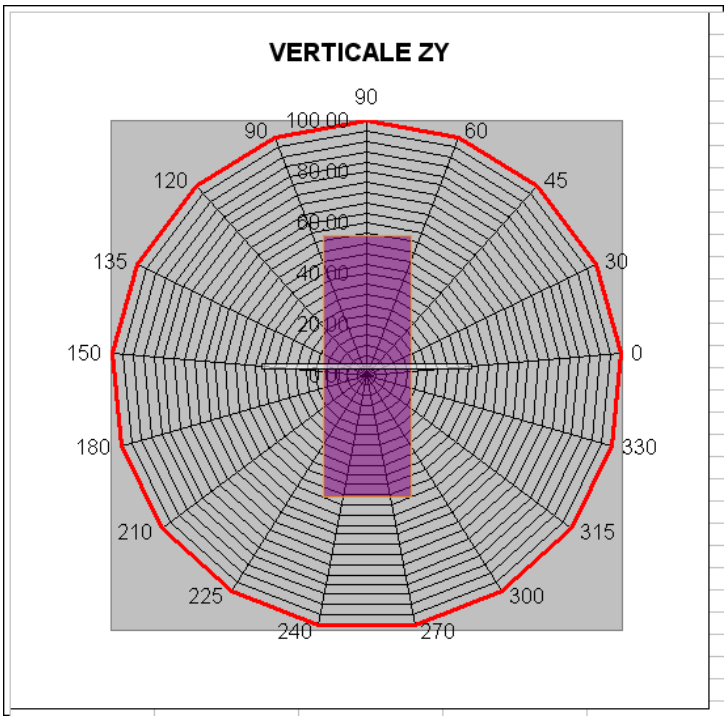


Figura 2. Distribuzioni dosi piano verticale passante per asse apparecchio CT

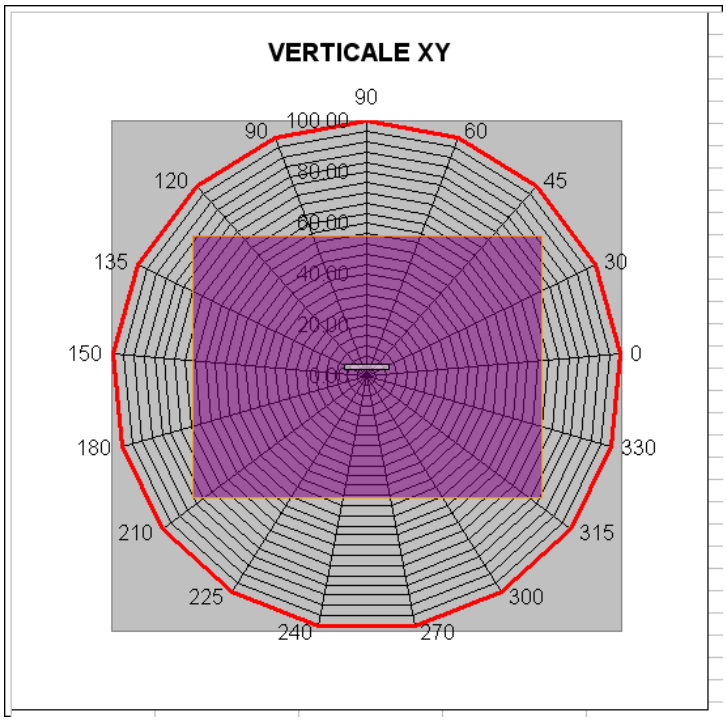


Figura 3. Distribuzioni dosi piano verticale passante per il piano mediale dell'apparecchio CT

Mappe Dati misure o calcoli Diffusa:

U.M.:	**[uGy/mAs]**		Tens. Rif.	130	[kV]	Collimaz.:	10.0	[mm]			
Fatt. Conv.	1.000	a [uGy/mAs	Mat. Phant.	PMMA	[Cilindro]	Diam. Pha	320.0	[mm]	Lungh. Ph	160.0	[mm]
Apparecchio: CT Siemens SYMBIA INTEVO 6 strati											
MD_CT SIEMENS SYMBIA INTEVO 6 S											
PIXEL RIFERIMENTO DIFFUSA PIAMO ORIZZONTALE					X =	2000.0	Y =	1000.0			
PIXEL RIFERIMENTO DIFFUSA PIAMO ORIZZONTALE					X =	-1000.0	Z =	0.0			

Figura 4. Parametri set-up apparecchio per determinazione mappe di dose

ORIZZ.	-1500	-1000	-500	0	500	1000	1500	2000	2500	3000
1500	4.000	2.000	0.000	0.000	0.000	4.000	6.000	5.000	4.000	3.000
1000	10.000	11.000	0.000		1.200	15.000	10.000	6.000	4.000	3.000
500	13.000	26.000	57.000		66.000	28.000	13.000	7.000	5.000	3.000
0	15.000	37.000	119.000	X	110.000	35.000	16.000	5.000	3.000	2.000
-500	14.000	27.000	62.000		68.000	27.000	12.000	7.000	5.000	3.000
-1000	11.000	14.000	0.000		1.000	16.000	10.000	7.000	4.000	3.000
-1500	5.000	3.000	0.000	0.000	0.000	4.000	7.000	5.000	4.000	3.000
VERT.	-1500	-1000	-500	0	500	1000	1500	2000	2500	3000
1500	5.000	2.000	1.000	1.000	0.000	0.100	0.200	0.100	0.100	0.200
1000	11.000	11.000	3.000		0.000	0.000	0.300	0.300	0.400	0.600
500	14.000	29.000	62.000		0.000	0.000	0.000	6.000	5.000	4.000
0	15.000	37.000	119.000	X	110.000	35.000	16.000	5.000	3.000	2.000
-500	1.000	0.000			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
-1000	0.000	0.000			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	-1500	-1000	-500	0	500	1000	1500	2000	2500	3000

In rosso valori stimati poiché non disponibili

= Occupazione macchina

X = Isocentro

Figura 5. Mappa valori misurati nei piani orizzontali e verticali passanti per l'isocentro dell'apparecchio

VISTA ORIZZONTALE VISTA VERTICALE				
Dati Griglia	Start [mm]	Stop [mm	Step [mm]	#
Asse Lungo:	-1500	3000	500	10
Asse Trasve	-1500	1500	500	7
Asse Alto:	-1000	1500	500	6
Occupazione	Start [mm]	Stop [mm		
Asse Lungo:	-300	300		
Asse Trasve	-1000	1000		
Asse Altezz	-1000	1500		
Zona Amb:	1	18	11	32
Macc. Oriz:	5	20	5	24
Macc. Vert	5	29	5	32

Figura 6. Scale mappa (vedi figura precedente)

Dati modello di calcolo:

Carico lavoro apparecchio SPECT	**U.M.**
N.PZ/giorno	**20 [Pz/giorno]**
N. giorni Lavorati/anno	**230 [giorni/anno]**
N.PZ/anno	**4370 [Pz/anno]**
Note carico di lavoro con RADIOISOTOPI	Dichiarato Direttore U.O.
N. Somministrazioni/Anno	**3380 [Scansioni/Anno]**
Durata Esposizione Annuale Totale	**4055000 [s]**
	1126 [ore]
Confronto con pazienti CT (Progetto)	**DIFFERENZA con CT 10 %**
% Acquisizione CTRLQ	**3.0 [%]**
N. Somministrazioni totali	**3481 [Scansioni/Anno]**
Variazione % di Progetto	**20.0 [%]**
N. Somministrazioni totali di Progetto	**4178 [Scansioni/Anno]**
Energia CUTOFF calcoli da Spettri	**50.0 [keV]**

Carichi di lavoro radiologico:

La stima del carico di lavoro legato all'impiego di radioisotopi è stato effettuato a partire dal rilevamento del carico di lavoro dell'anno 2014 (sotto riportato).

Esame	N. Esami [#/Anno]	Attività/Esame [MBq]	Isotopo	Durata [s]
Formato:	0	0	[....]	0
Ricerca di mucosa gastrica ectopica	5	262	Tc-99m	1000
Scintigrafia cerebrale con tracciante recettoriale	112	143	I-123	1200
Scintigrafia cerebrale perfusionale	21	683	Tc-99m	1200
Scintigrafia con leucociti radiomarcati	89	595	Tc-99m	1200
Scintigrafia del midollo osseo Total Body	8	313	Tc-99m	1200
Scintigrafia globale corporea con traccianti immunologici e recettoriali	10	252	In-111	1200
Scintigrafia linfatica e linfoghiandolare segmentaria	15	61	Tc-99m	1200
Scintigrafia miocardica con studio di innervazione simpatica	2	144	I-123	1200
Scintigrafia miocardica perfusoria basale	389	747	Tc-99m	1200
Scintigrafia miocardica perfusoria basale con studio di vitalità	12	627	Tc-99m	1200
Scintigrafia miocardica perfusoria dopo test provocativo	397	707	Tc-99m	1200
Scintigrafia ossea o articolare	1209	704	Tc-99m	1200
Scintigrafia paratiroidea	78	393	Tc-99m	1200
Scintigrafia per ricerca linfonodo sentinella	406	80	Tc-99m	1200
Scintigrafia polmonare perfusionale	70	121	Tc-99m	1200
Scintigrafia polmonare ventilatoria	40	133	Tc-99m	1200
Scintigrafia renale con angioscintigrafia	206	180	Tc-99m	1200
Scintigrafia renale con test da carico diuretico	6	122	Tc-99m	1200
Scintigrafia renale corticale	19	74	Tc-99m	1200
Scintigrafia sequenziale renale	23	67	Tc-99m	1200

Scintigrafia tiroidea	237	146	Tc-99m	1200
Studio del reflusso vescico-ureterale (Cistoscintigrafia)	21	134	Tc-99m	1200
Svuotamento gastrico o reflusso duodeno-gastrico	2	459	Tc-99m	1200
Altri isotopi	3	500	Tc-99m	1200

Tabella riassuntiva impiego radioisotopi stimato.

Carico lavoro apparecchio SPECT:		U.M.
N.PZ/giorno:	**20**	[Pz/giorno]
N. giorni Lavorati/anno	**230**	[giorni/anno]
N.PZ/anno:	**4370**	[Pz/anno]
Note carico di lavoro con RADIOISOTOPI:	Dichiarato Direttore U.O.	
N. Somministrazioni/Anno	**3380**	[Scansioni/Anno]
Durata Esposizione Annuale Totale	**4055000**	[s]
	1126	[ore]
% Acquisizione CTRLQ	**3.0**	[%]
N. Somministrazioni totali	**3481**	[Scansioni/Anno]
Variazione % di Progetto:	20.0	[%]
N. Somministrazioni totali di Progetto	**4178**	[Scansioni/Anno]

Tabella riassuntiva impiego radioisotopi stimato.

Elenco Sorgenti RADIOATTIVE	Attivita media esame [MBq]	Rendimento (Cutoff = 50.0 KeV) [Gy.m^2]	N. Esami/anno [#/anno]	Tempo Esp. [s]	Kerma @ 1m [mGy/anno]	Energia Media [KeV]
Tc-99m	339	2.269E-17	3907	3906200	117435.936	138.8
I-123	143	1.323E-17	137	136800	35.479	99.2
In-111	252	2.167E-17	12	12000	0.786	151.7

Tabella riassuntiva caratteristiche radioisotopi impiegati.

Elenco Sorgenti RADIOGENE	CARICA [mAs/Anno]	Rendimento Uso [uGy.m^2/mAs @ 120 kV, Coll. 18 mm, 7.2 mmAl]	16653	0	.000	TENSIONE LAVORO [kVp]
TOMOGRAFIA	37387778	**55.3846154**	4807	-	9953891.877	120

Tabella riassuntiva caratteristiche radioisotopi impiegati.

Valutazione spessore barriere:

Parametri Calcolo	Valore U.M.
DATA CALCOLO BARRERE	**25/09/2015 [gg/mm/aaaa]**
KERMA IN ARIA AMMESSA in P	**0.250 [mGy/anno]**
Aggiunta % CARICO PER TARATURE E CTRLQ	**6 [%]**
LATO 1 CAMPO RADIANTE (LUNGO PZ)	**18.0 [mm]**
LATO 2 CAMPO RADIANTE (TRASV. PZ)	**250.0 [mm]**
AREA CAMPO RADIANTE	**4500 [mm^2]**
Tensione di Riferimento	**130.0000 [#]**
FDCampo	**9.7656 [#]**
FArea	**0.1125 [#]**
FDiffusione (90°)	**0.0015 [#]**
FAngolo(90°)	**1.1600 [#]**
Fscatter complessivo @ 1 m	**0.0002 [#]**
FATTORE TENSIONE EQ. DIFFUSA	**1.000 [#]**
FATTORE TENSIONE EQ. FUGA	**1.000 [#]**
LIMITE OUTPUT FUGA	**1.000 [mGy.m^2/ora]**
Note1	**Prima nota [.]**
Note2	**Seconda nota [.]**
RENDIMENTO TUBO (a coll max)	**65.0 [uGy.m^2/mAs]**
TENSIONE DI RIFERIMENTO RENDIMENTO	**130 [kV]**
SID (Sorgente-Isocentro)	**536 [mm]**
3	**940 [mm]**
SSD (Sorgente-Pelle)	**376 [mm]**
FDistanzaPrimaria	**3.481 [uGy/mAs]**
nCTDIair @ 130 [kV]	**226.2 [uGy]**
CORRENTE MASSIMA	**345 [mA]**
TENSIONE LAVORO TUBO	**120 [kV]**
FTensione	**0.852 [#]**
RENDIM. (a coll max Tens. Lavoro 120 [kV])	**55.4 [uGy.m^2/mAs]**
	0.055 [Gy.m^2/As]
N. PAZIENTI/GIORNO	**19 [Pz./gg]**
N. GIORNI LAVORATI/ANNO	**230 [gg/anno]**
N. PAZIENTI ANNUALI	**4370 [Paz./anno]**
N. Scansioni/PAZIENTE	**1.1 [#]**
LUNGHEZZA SCANSIONE/ESAME	**700.0 [mm]**
LUNGHEZZA TOTALE SCANSIONI PZ	**3.365 [Km/anno]**
LUNGHEZZA TOTALE SCANSIONI PZ CTRLQ	**3.567 [giri/anno]**
STIMA N.GIRI GANTRY (Scatti) TOTALI PZ CTRLQ	**186939 [scatti/anno]**
CARICA/GIRO	**200.0 [mAs/scatto]**
CARICA ANNUALE TOTALE	**37387778 [mAs/anno]**

	37388 [As/anno]
TEMPO EQUIVALENTE ESPOSIZIONE FUGA	**30.1 [s/anno]**
KERMA in ARIA PRIMARIA a 1000 mm	**2070707692 [uGy/anno]**
	2071 [Gy/anno]
MAX RATEO KERMA IN ARIA a 1000 mm	**22425.0 [uGy/s]**
KERMA in ARIA a SSD	**14646811993 [uGy/anno]**
	14646.8 [Gy/anno]
CTDIair	**226.2 [uGy/giro]**
CTDIw,32 cm	**254842.7 [uGy/giro]**
CTDIw,16 cm	**[uGy/giro]**
DLPgiro,32 cm (NCRP 147)	**75.4 [uGy*cm/giro]**
DLPgiro,16 cm (NCRP 147)	**0.1 [uGy*cm/giro]**
DLP32 cm CTDIw,32 cm * L (TOTALE)	**90897.1 [Gy*cm]**
DLP16 cm CTDIw,16 cm * L (TOTALE)	**[Gy*cm]**
TENSIONE VALUTAZIONE DIFFUSA	**120 [kV]**
MAX RATEO KERMA DIFFUSA @ 1m, 90°	**183998.7 [uGy/s]**
KERMA IN ARIA DIFFUSA @ 1m, 90°	**2867113.4 [uGy/anno]**
	2.867 [Gy/anno]
KERMA DIFFUSA STAND. @ 1m, 90° (*)	**0.077 [uGy/mAs]**
KERMA DIFFUSA BODY MODELLO NCRP147	**272691384655 [uGy/anno]**
	0.003 [Gy/anno]
K DIFFUSA HEAD MODELLO NCRP147	**[uGy/anno]**
	0.175 [Gy/anno]
RANGE ENERGETICO	**TOMOGRAFIA [.]**
TENSIONE VALUTAZIONE FUGA	**130.0 [kV]**
Fuga TVHL_PIOMBO	**0.88 [mmPb]**
Fuga TVHL_CALCESTRUZZO	**66.68 [mmCon]**
MAX RATEO KERMA FUGA @ 1m	**277.78 [uGy/s]**
KERMA IN ARIA FUGA @ 1m	**30102.9 [uGy/anno]**

(*) Tipo barriera: P=Primaria
D=Diffusa
S=Secondaria = Combinazione Diffusa & Fuga

I calcoli sono effettuati ipotizzando che le pareti siano investite da fascio PRIMARIO o da FASCIO DIFFUSO e da FASCIO di FUGA.
All'irradiazione delle pareti, oltre alla primaria (se prevista) può esserci un contributo da diffusa (Es. da diffusa per direzione fascio su altra parete). E' inoltre sempre valutato il contributo per la radiazione di fuga.
NB: nel caso di alcune tipologie di apparecchiature (TAC, ORTOPANTOMOGRAFIA, SISTEMI RADIOLOGICI CON RIVELATORE AD INSEGUIMENTO DELLA SORGENTE) non viene presa in considerazione la radiazione primaria perche intercettata completamente dall'apparecchio stesso.
NB: nel caso della TAC oltre la radiazione di fuga, vista la schermatura propria dell'apparecchiatura, può essere trascurata.

TABELLA 01.

Parametri STRUTTURALI PARETI verso locali adiacenti a :

#	Tipologia BARRIERA EFFETTIVA (*)	Parete	Tipo Barriera Calcolo	Note	Materiale esistente	Densità
#	[Prim/Diff/Fuga/Sec]	[ ]	[Prim/Diff/Fuga/Sec]	[...]	[...]	[g/cm^3]
1	S	VISIVA	P		VETRO	2.60
2	S	PORTA SCORREVOLE SALA CONTROLLO	P		LEGNO	0.70
3	S	PARETE COMANDI (Sopra/Sotto Visiva)	P		CARTONGESSO	0.75
4	S	PARETE BAGNI PERSONALE	P		LATERIZIO	0.60
5	S	PORTA INGRESSO SALA DA CORRIDOIO	P		LEGNO	0.70
6	S	PARETE CORRIDOIO INTERNO	P		CARTONGESSO	0.75
7	S	PARETE ATTESA BARELLATI	P	SCHERMO ESISTENTE X ATTESA SPECT1	PIOMBO	11.35
8	S	PARETE LOCALE IMPIANTI	P		CARTONGESSO	0.75
9	S	PARETE CORRIDOIO ESTERNO	P		CARTONGESSO	0.75
10	S	SOFFITTO	P	PRONTO SOCCORSO	CALCESTRUZZO	2.35

NB:

In seconda colonna è riportata la tipologia di BARRIERA per le varie pareti

In quarta colonna è riportata la codifica barriare per il calcolo della Radiazione Primaria. Le codifiche sono le seguenti:

(*) ***Tipo barriera:*** *P =Primaria*

D = Diffusa

F = Fuga

S = Secondaria = Combinazione Diffusa e Fuga = D + F

NB: nel caso di utilizzo di apparecchi radiologici con intensificatore di brillanza, tomografi computerizzati, mamografi, … il fascio primario è intercettato dall'apparecchio stesso per cui si assumono solo barriere SECONDARIE

Il programma esegue il calcolo per le tre possibili tipologia di esposizione (P, D, F) ed evidenzia nella tabella finale gli spessori corrispondenti alla tipologia effettiva assunta.

***TABELLA 02*.**

Caratteristiche MATERIALI RIFERIMENTO per calcoli pareti locali adiacenti a :

#	Materiale esistente	Densità	Mat. Rif. Esistente	Densita Materiale Riferim.	Distanza Parete	Allontanamento	Angolo incidenza	Spessore Esistente
#	[...]	[g/cm^3]	[...]	[g/cm^3]	[mm]	[mm]	[°]	[mm]
1	S	2.60	GLASS	2.60	3900	200	80	20
2	S	0.70	CON	2.35	3900	200	90	40
3	S	0.75	CON	2.35	3900	200	80	50
4	S	0.60	CON	2.35	3900	200	90	100
5	S	0.70	CON	2.35	3400	300	90	40
6	S	0.75	CON	2.35	2900	300	90	50
7	S	11.35	PB	11.35	3100	200	90	2
8	S	0.75	CON	2.35	3100	100	90	50
9	S	0.75	CON	2.35	2800	300	90	50
10	S	2.35	CON	2.35	2500	500	90	120

NB:

Il modello di calcolo prevede la conoscenza della proprietà di attenuazione di alcuni materiali tipico (= di riferimento); per gli altri materiali il calcolo viene eseguito a partire dal meteriale di riferimento con caratteristiche di interazione simili tenendo però conto della divesa densità.
Materiali di riferimento: PIOMBO (PB), CALCESTRUZZO (CON), FERRO (IRON), …….

L'angolo di incidenza è l'angolo che della radiazione con la parete: 90° incide perpendicolarmente. Il modello di calcolo tiene conto del diverso fattore di attenuazione di un dato materiale al variare dell'angolo di incidenza.

TABELLA 03.

Parametri OCCUPAZIONALI pareti locali adiacenti:

#	Parete	Fattore USO	Fattore OCCUPAZIONE
#	[ ]	[#]	[#]
1	VISIVA	1.000	1.000
2	PORTA SCORREVOLE SALA CONTROLLO	1.000	1.000
3	PARETE COMANDI (Sopra/Sotto Visiva)	1.000	1.000
4	PARETE BAGNI PERSONALE	1.000	0.250
5	PORTA INGRESSO SALA DA CORRIDOIO	1.000	0.500
6	PARETE CORRIDOIO INTERNO	1.000	0.500
7	PARETE ATTESA BARELLATI	1.000	1.000
8	PARETE LOCALE IMPIANTI	1.000	0.010
9	PARETE CORRIDOIO ESTERNO	1.000	0.500
10	SOFFITTO	1.000	1.000

NB: (§) **Fattore Uso:** Frazione del tempo (media) in cui il fascio utile è diretto verso una certa direzione (Barriera)

NB: per BARRIERE PRIMARIE U <= 1,

per BARRIERE SECONDARIE U = 1

Si assume generalmente:

U = 1 per: Pavimento (tranne dentarie), Porte con dietro l'operatore se esposte correntemente al fascio utili, sale comando, locali permanentemente occupati: ambulatori, segreterie, stanze di degenza, ecc:

U = 1/2 = 0.5 per: Parete abitualmente investita dal fascio. (anche dentarie)

U = 1/4 = 0.25 per: Porte e pareti non esposte correntemente al fascio utile. Pavimento e soffitto delle installazioni dentali

U = 1/16 = 0.0625 per: Soffitti e pareti non esposte correntemente al fascio utile.

($) ***Fattore Occupazione:*** *Frazione dell'orario di lavoro in cui le varie aree sono effettivamente frequentate da personale.*

Si assume generalmente:

T = 1 per: aree confinanti le zone con le sorgenti radiogene ed abitualmente frequentate da personale (uffici, segreterie, laboratori, ambulatori, sale attesa con personale fisso, camere oscure, ecc.)

T = 1/4 = 0.25 per: aree confinanti le zone con le sorgenti radiogene ed occasionalmente frequentate da personale (corridoi di passaggio, locali con servizi sanitari, camere di degenza, sale aspetto, parcheggi interni, ecc.)

T = 1/16 = 0.0625 per: aree ove sono note con certezza le abitudini dei frequentatori (vie di transito), aree pubbliche esterne al comprensorio dell'impianto (sedi stradali, parcheggi non sorvegliati, vani scala, ascensori automatici, marciapiedi, ecc.).

TABELLA 04.

Parametri MODULAZIONE CAMPO RADIANTE (PRIMARIO o DIFFUSO) VERSO PARETI locali adiacenti

#	Spessore Effettivo (angolo incidenza)	Spessore Equivalente Effettivo RIFERIMENTO	KERMA in ARIA Punto DAVANTI a PARETE	FATTORE MODULAZIONE DISTRIBUZ. TOTALE	Kerma in ARIA CORRETTA MODULAZIONE DAVANTI a PARETE	KERMA in Aria in P SENZA PARETE	ISOTOPI KERMA in ARIA in P SENZA PARETE	FATTORE MODULAZIONE DISTRIBUZ. VERTICALE PIANO XY	FATTORE MODULAZIONE DISTRIBUZ. TOTALE
#	[mm]	[mm]	[uGy/anno]	[#]	[uGy/anno]	[uGy/anno]	[uGy/anno]	[#]	[#]
1	20.0	20.0	136141203	1.000	136141203	123183087	136141203	1.000	1.000
2	40.0	11.9	136141203	1.000	136141203	123183087	136141203	1.000	1.000
3	50.0	16.0	136141203	1.000	136141203	123183087	136141203	1.000	1.000
4	100.0	25.5	136141203	1.000	136141203	123183087	136141203	1.000	1.000
5	40.0	11.9	179126963	1.000	179126963	151256953	179126963	1.000	1.000
6	50.0	16.0	246219702	1.000	246219702	202217548	246219702	1.000	1.000
7	2.0	2.0	215474266	1.000	215474266	190147630	215474266	1.000	1.000
8	50.0	16.0	215474266	1.000	215474266	202217548	215474266	1.000	1.000
9	50.0	16.0	264120879	1.000	264120879	215474266	264120879	1.000	1.000
10	120.0	120.0	331313231	1.000	331313231	230078632	331313231	1.000	1.000

NB:

Il programma prevede la possibilità di tener conto che la distribuzione di intensità del campo radiante non sia isotropa (= stessa intensità in tutte le direzioni spaziali).

In questa tabella vengono riportati gli angoli di vista dalla sorgente radiante dei vari punti di calcolo associati alle pareti (punti rappresentativi dell'esposizioen della parete) sul piano orizzontale (XZ) passante per l'isocentro dell'apparecchio, sul piano verticale (ZY) passante per l'isocenro dell'apparecchio e contenete il suo asse (VISTA LATERALE) ed eventualemente sul piano(XY) passante per l'isocentro dell'apparecchio ed ortogonale al sua asse (VISTA FRONTALE).

TABELLA 05.

Parametri DOSIMETRIA FASCIO PRIMARIO VERSO PARETI locali adiacenti

#	Parete	Fatt. CORREZIONE DISTANZA PARETE - PUNTO P	Fattore TRASMISS. TOTALE Richiesto	Fatt. CORREZIONE DISTANZA PARETE - PUNTO P	KERMA in Aria in P SENZA PARETE	Fattore Trasmissione EFFETTIVA PARETE ESISTENTE Modalità TOMOGRAFIA	Kerma in ARIA DIETRO PARETE ESISTENTE in P
#	[ ]	[#]	[#]	[#]	[uGy/anno]	[#]	[uGy/anno]
1	VISIVA	0.905	0.000002029	0.905	123183087	0.243	29995006
2	PORTA SCORREVOLE SALA CONTROLLO	0.905	0.000002029	0.905	123183087	0.354	43559277
3	PARETE COMANDI (Sopra/Sotto Visiva)	0.905	0.000002029	0.905	123183087	0.266	32790500
4	PARETE BAGNI PERSONALE	0.905	0.000002029	0.905	123183087	0.147	18086215
5	PORTA INGRESSO SALA DA CORRIDOIO	0.844	0.000001653	0.844	151256953	0.354	53486592
6	PARETE CORRIDOIO INTERNO	0.821	0.000001236	0.821	202217548	0.266	53828936
7	PARETE ATTESA BARELLATI	0.882	0.000001315	0.882	190147630	0.001	152707
8	PARETE LOCALE IMPIANTI	0.938	0.000001236	0.938	202217548	0.266	53828936
9	PARETE CORRIDOIO ESTERNO	0.816	0.000001160	0.816	215474266	0.266	57357784
10	SOFFITTO	0.694	0.000001087	0.694	230078632	0.003	575232

NB:

In questa tabella vengono riportati i valori di Kerma in Aria dovuta alla diffusa in corrispondenza della parete, il fattore di modulazione complessivo [piano orizzontale –XZ, passante per l'isocentro dell'apparecchio, sul piano verticale – ZY, passante per l'isocenro dell'apparecchio e contenete il suo asse (VISTA LATERALE) ed eventualemente sul piano(XY) passante per l'isocentro dell'apparecchio ed ortogonale al sua asse (VISTA FRONTALE]).

Il punto di interesse P è ipotizzato dietro la parete ad una fissata distanza (allontanamento) riportata in TABELLA 1.

Viene quindi riportato il valore di Kerma in Aria nel punto di interesse P nell'ipotesi di assenza di parete.

Viene riportato il fattore di trasmissione effettivo per la parete esistente.

Viene riportato il Kerma in Aria nel punto di interesse P dietro la parete esistente.

TABELLA 06.

Spessori di materiale da aggiungere, per protezione da RADIAZIONE PRIMARIA, pareti locali adiacenti:

#	Parete	Fattore TRASMISS. TOTALE Richiesto	B Fatt. TRASM. MATERIALE AGGIUNTO Richiesto	Spessore Materiale aggiunto richiesto (tipo esistente)	Materiale aggiunto	Densità materiale aggiunto	Densita Mat. Rif.	VERIFICA
#	[ ]	[#]	[#]	[mm]	[...]	[g/cm^3]	[g/cm^3]	[uGy/anno]
1	VISIVA	0.000002029	0.000008335	284.5	PIOMBO	11.35	11.35	250
2	PORTA SCORREVOLE SALA CONTROLLO	0.000002029	0.000005739	968.8	PIOMBO	11.35	11.35	250
3	PARETE COMANDI (Sopra/Sotto Visiva)	0.000002029	0.000007624	879.2	PIOMBO	11.35	11.35	250
4	PARETE BAGNI PERSONALE	0.000002029	0.000013823	1033.6	PIOMBO	11.35	11.35	250
5	PORTA INGRESSO SALA DA CORRIDOIO	0.000001653	0.000004674	988.2	PIOMBO	11.35	11.35	250
6	PARETE CORRIDOIO INTERNO	0.000001236	0.000004644	922.8	PIOMBO	11.35	11.35	250
7	PARETE ATTESA BARELLATI	0.000001315	0.001637123	1.7	PIOMBO	11.35	11.35	250
8	PARETE LOCALE IMPIANTI	0.000001236	0.000004644	922.8	PIOMBO	11.35	11.35	250
9	PARETE CORRIDOIO ESTERNO	0.000001160	0.000004359	928.4	PIOMBO	11.35	11.35	250
10	SOFFITTO	0.000001087	0.000434607	167.7	PIOMBO	11.35	11.35	250

NB:

E' riportato il fattore di Trasmisisone della radiazione primaria per garantire il non superamento del limite di dose fissato nel punto P.

E' calcolato lo spessore di materiale da aggiungere del tipo costituente la parete esistente.

Viene dichiaratola tipologia del materiale eventualmente aggiunto e le caratteristiche.

VERIFICA = Dose massima residua al punto di interesse P dietro barriere (deve essere inferiore alla dose limite di progetto assunta).

TABELLA 07.

Spessori di materiale da aggiungere, per protezione da FASCIO PRIMARIO, pareti locali adiacenti:

#	Parete	Spessore TOTALE MATERIALE RIFERIM. AGGIUNTO	Spessore MATERIALE ANGOLATO AGGIUNTO	Correzione INCIDENZA	Spessore MATERIALE ORTOGONALE AGGIUNTO
#	[ ]	[mm]	[mm]	[#]	[mm]
1	VISIVA	**3.99**	**3.99**	**0.985**	**3.932**
2	PORTA SCORREVOLE SALA CONTROLLO	**4.16**	**4.16**	**1.000**	**4.158**
3	PARETE COMANDI (Sopra/Sotto Visiva)	**4.03**	**4.03**	**0.985**	**3.971**
4	PARETE BAGNI PERSONALE	**3.77**	**3.77**	**1.000**	**3.768**
5	PORTA INGRESSO SALA DA CORRIDOIO	**4.25**	**4.25**	**1.000**	**4.249**
6	PARETE CORRIDOIO INTERNO	**4.25**	**4.25**	**1.000**	**4.252**
7	PARETE ATTESA BARELLATI	**1.71**	**1.71**	**1.000**	**1.705**
8	PARETE LOCALE IMPIANTI	**4.25**	**4.25**	**1.000**	**4.252**
9	PARETE CORRIDOIO ESTERNO	**4.28**	**4.28**	**1.000**	**4.280**
10	SOFFITTO	**2.26**	**2.26**	**1.000**	**2.260**

NB:

E' riportata lo spessore di materiale aggiunto (riportato nella precedente tabella) misurato ortogonalmente alla superficie della parete

E' riportata lo spessore di materiale aggiunto misurato lungo la direzione Punto interesse - sorgente

E' Riportato il fattore di correzione per l'incidenza (NB: incidenza 90° --> fattore = 1.00)

Nell'ultima colonna è riportata lo spessore di materiale di cui è fatta la parete da aggiungere per rispettare i limiti di dose nel punto P dietro barriera.

TABELLA 08.

Parametri DOSIMETRIA RADIAZIONE DIFFUSA VERSO PARETI locali adiacenti

#	Parete	Fatt. CORREZIONE DISTANZA PARETE - PUNTO P	FATTORE MODULAZIONE DISTRIBUZ. TOTALE	Fattore TRASMISS. TOTALE Richiesto	Fatt. CORREZIONE DISTANZA PARETE - PUNTO P	KERMA in Aria in P SENZA PARETE	Fattore Trasmissione EFFETTIVA PARETE ESISTENTE Modalità TOMOGRAFIA	Kerma in ARIA DIETRO PARETE ESISTENTE in P
#	[ ]	[#]	[#]	[#]	[#]	[uGy/anno]	[#]	[uGy/anno]
1	VISIVA	0.905	1.000	0.001465760	0.905	170560	0.243	41531
2	PORTA SCORREVOLE SALA CONTROLLO	0.905	1.000	0.001465760	0.905	170560	0.354	60312
3	PARETE COMANDI (Sopra/Sotto Visiva)	0.905	1.000	0.001465760	0.905	170560	0.266	45402
4	PARETE BAGNI PERSONALE	0.905	1.000	0.001465760	0.905	170560	0.147	25042
5	PORTA INGRESSO SALA DA CORRIDOIO	0.844	1.000	0.001193709	0.844	209431	0.354	74058
6	PARETE CORRIDOIO INTERNO	0.821	1.000	0.000892884	0.821	279992	0.266	74532
7	PARETE ATTESA BARELLATI	0.882	1.000	0.000949561	0.882	263279	0.001	211
8	PARETE LOCALE IMPIANTI	0.938	1.000	0.000892884	0.938	279992	0.266	74532
9	PARETE CORRIDOIO ESTERNO	0.816	1.000	0.000837951	0.816	298347	0.266	79418
10	SOFFITTO	0.694	1.000	0.000784761	0.694	318568	0.003	796

NB:

In questa tabella vengono riportati i valori di Kerma in Aria dovuta alla diffusa (non modulata) in corrispondenza della parete

Il fattore di modulazione complessivo [piano orizzontale –XZ, passante per l'isocentro dell'apparecchio, sul piano verticale – ZY, passante per l'isocenro dell'apparecchio e contenete il suo asse (VISTA LATERALE) ed eventualemente sul piano(XY) passante per l'isocentro dell'apparecchio ed ortogonale al sua asse (VISTA FRONTALE]).

Viene riportato il fattore di modulazione della radiazione diffusa.

Vengono riportati i valori di Kerma in Aria dovuta alla diffusa modulata in corrispondenza della parete

Il punto di interesse P è ipotizzato dietro la parete ad una fissata distanza (allontanamento) riportata in TABELLA 1.

Viene quindi riportato il valore di Kerma in Aria nel punto di interesse P nell'ipotesi di assenza di parete.

Viene riportato il fattore di trasmissione effettivo per la parete esistente.

Viene riportato il Kerma in Aria nel punto di interesse P dietro la parete esistente.

TABELLA 09.

Spessori di materiale da aggiungere, per protezione da RADIAZIONE DIFFUSA, pareti locali adiacenti:

#	Parete	Fattore TRASMISS. TOTALE Richiesto	B Fatt. TRASM. MATERIALE AGGIUNTO Richiesto	Spessore Materiale aggiunto richiesto (tipo esistente)	Materiale aggiunto	Densità materiale aggiunto	VERIFICA
#	[ ]	[#]	[#]	[mm]	[...]	[g/cm^3]	[uGy/anno]
1	VISIVA	0.001465760	0.006019563	109.6	PIOMBO	11.35	250
2	PORTA SCORREVOLE SALA CONTROLLO	0.001465760	0.004145083	357.9	PIOMBO	11.35	250
3	PARETE COMANDI (Sopra/Sotto Visiva)	0.001465760	0.005506376	310.8	PIOMBO	11.35	250
4	PARETE BAGNI PERSONALE	0.001465760	0.009983119	329.1	PIOMBO	11.35	250
5	PORTA INGRESSO SALA DA CORRIDOIO	0.001193709	0.003375740	376.1	PIOMBO	11.35	250
6	PARETE CORRIDOIO INTERNO	0.000892884	0.003354271	351.5	PIOMBO	11.35	250
7	PARETE ATTESA BARELLATI	0.000949561	1.000000000	0.0	PIOMBO	11.35	211
8	PARETE LOCALE IMPIANTI	0.000892884	0.003354271	351.5	PIOMBO	11.35	250
9	PARETE CORRIDOIO ESTERNO	0.000837951	0.003147905	356.8	PIOMBO	11.35	250
10	SOFFITTO	0.000784761	0.313885219	13.6	PIOMBO	11.35	250

NB:

In terza colonna è riportata la codifica barriare per il calcolo della Radiazione Diffusa. Le codifiche sono le seguenti:

(*) ***Tipo barriera:*** *P =Primaria*

D = Diffusa

F = Fuga

S = Secondaria = Combinazione Diffusa e Fuga = D + F

NB: nel caso di utilizzo di apparecchi radiologici con intensificatore di brillanza, tomografi computerizzati, mamografi, … il fascio primario è intercettato dall'apparecchio stesso per cui si assumono solo barriere SECONDARIE

Il programma esegue il calcolo per le tre possibili tipologia di esposizione (P, D, F) ed evidenzia nella tabella finale gli spessori corrispondenti alla tipologia effettiva assunta.

E' riportato il fattore di Trasmisisone della radiazione diffusa per garantire il non superamento del limite di dose fissato nel punto P.

E' calcolato lo spessore di materiale da aggiungere del tipo costituente la parete esistente.

E' riportata la tipologia di materiale aggiunto.

VERIFICA = Dose massima residua al punto di interesse P dietro barriere (deve essere inferiore alla dose limite di progetto assunta).

TABELLA 10.

Spessori di materiale da aggiungere per protezione dalla RADIAZIONE DIFFUSA alle pareti locali adiacenti:

#	Parete	Materiale aggiunto	Correzione INCIDENZA	Spessore TOTALE MATERIALE RIFERIM. AGGIUNTO	Spessore MATERIALE ANGOLATO AGGIUNTO	Correzione INCIDENZA	Spessore MATERIALE ORTOGONALE AGGIUNTO
#	[ ]	[...]	[#]	[mm]	[mm]	[#]	[mm]
1	VISIVA	PIOMBO	0.985	1.20	1.20	0.985	**1.177**
2	PORTA SCORREVOLE SALA CONTROLLO	PIOMBO	1.000	1.34	1.34	1.000	**1.336**
3	PARETE COMANDI (Sopra/Sotto Visiva)	PIOMBO	0.985	1.23	1.23	0.985	**1.210**
4	PARETE BAGNI PERSONALE	PIOMBO	1.000	1.01	1.01	1.000	**1.012**
5	PORTA INGRESSO SALA DA CORRIDOIO	PIOMBO	1.000	1.42	1.42	1.000	**1.416**
6	PARETE CORRIDOIO INTERNO	PIOMBO	1.000	1.42	1.42	1.000	**1.418**
7	PARETE ATTESA BARELLATI	PIOMBO	1.000	0.00	0.00	1.000	**0.000**
8	PARETE LOCALE IMPIANTI	PIOMBO	1.000	1.42	1.42	1.000	**1.418**
9	PARETE CORRIDOIO ESTERNO	PIOMBO	1.000	1.44	1.44	1.000	**1.443**
10	SOFFITTO	PIOMBO	1.000	0.14	0.14	1.000	**0.135**

NB:

E' riportato il materiale aggiunto.

E' riportaa la codifica del materiale di riferimento del Materiale aggiunto

E' riportato lo spessore di materiale assunto come riferimento che deve essere aggiunto lungo la direzione punto interesse - sorgente

E' riportato lo spessore di materiale effettivamente aggiunto misurato ortogonalmente alla superficie della parete

E' riportato, nell'ultima colonna, lo spessore di materiale aggiunto alla parete (e misurato ortogonalmente a questa).

TABELLA 11.

Parametri DOSIMETRIA RADIAZIONE DI FUGA VERSO PARETI locali adiacenti

#	Parete	Fatt. CORREZIONE DISTANZA PARETE - PUNTO P	FATTORE MODULAZIONE DISTRIBUZ. TOTALE	Fattore TRASMISS. TOTALE Richiesto	Fatt. CORREZIONE DISTANZA PARETE - PUNTO P	KERMA in Aria in P SENZA PARETE	Fattore Trasmissione EFFETTIVA PARETE ESISTENTE Modalità TOMOGRAFIA	Kerma in ARIA DIETRO PARETE ESISTENTE in P
#	[ ]	[#]	[#]	[#]	[#]	[uGy/anno]	[#]	[uGy/anno]
1	VISIVA	0.905	1.000	0.139604580	0.905	1791	0.243	436
2	PORTA SCORREVOLE SALA CONTROLLO	0.905	1.000	0.139604580	0.905	1791	0.354	633
3	PARETE COMANDI (Sopra/Sotto Visiva)	0.905	1.000	0.139604580	0.905	1791	0.266	477
4	PARETE BAGNI PERSONALE	0.905	1.000	0.139604580	0.905	1791	0.147	263
5	PORTA INGRESSO SALA DA CORRIDOIO	0.844	1.000	0.113693438	0.844	2199	0.354	778
6	PARETE CORRIDOIO INTERNO	0.821	1.000	0.085041695	0.821	2940	0.266	783
7	PARETE ATTESA BARELLATI	0.882	1.000	0.090439850	0.882	2764	0.001	2
8	PARETE LOCALE IMPIANTI	0.938	1.000	0.085041695	0.938	2940	0.266	783
9	PARETE CORRIDOIO ESTERNO	0.816	1.000	0.079809638	0.816	3132	0.266	834
10	SOFFITTO	0.694	1.000	0.074743677	0.694	3345	0.003	8

NB:

In questa tabella vengono riportati i valori di Kerma in Aria dovuta alla radiazione di fuga (non modulata) in corrispondenza della parete

Il fattore di modulazione complessivo [piano orizzontale –XZ, passante per l'isocentro dell'apparecchio, sul piano verticale – ZY, passante per l'isocenro dell'apparecchio e contenete il suo asse (VISTA LATERALE) ed eventualemente sul piano(XY) passante per l'isocentro dell'apparecchio ed ortogonale al sua asse (VISTA FRONTALE]).
Viene riportato il fattore di modulazione della radiazione di fuga.
Vengono riportati i valori di Kerma in Aria dovuta alla radiazione di fuga modulata in corrispondenza della parete
Il punto di interesse P è ipotizzato dietro la parete ad una fissata distanza (allontanamento) riportata in TABELLA 1.
Viene quindi riportato il valore di Kerma in Aria nel punto di interesse P nell'ipotesi di assenza di parete.
Viene riportato il fattore di trasmissione effettivo per la parete esistente.
Viene riportato il Kerma in Aria, dovuta alla radiazione di fuga, nel punto di interesse P dietro la parete esistente.

TABELLA 12.

Spessori di materiale da aggiungere per protezione dalla RADIAZIONE DI FUGA alle pareti locali adiacenti:

#	Parete	Fattore TRASMISS. TOTALE Richiesto	B Fatt. TRASM. MATERIALE AGGIUNTO Richiesto	Spessore Materiale aggiunto richiesto (tipo esistente)	Materiale aggiunto	Densità materiale aggiunto	VERIFICA
#	[ ]	[#]	[#]	[mm]	[...]	[g/cm^3]	[uGy/anno]
1	VISIVA	0.139604580	0.573326211	6.3	PIOMBO	11.35	250
2	PORTA SCORREVOLE SALA CONTROLLO	0.139604580	0.394793584	35.0	PIOMBO	11.35	250
3	PARETE COMANDI (Sopra/Sotto Visiva)	0.139604580	0.524448332	21.5	PIOMBO	11.35	250
4	PARETE BAGNI PERSONALE	0.139604580	0.950830394	1.9	PIOMBO	11.35	250
5	PORTA INGRESSO SALA DA CORRIDOIO	0.113693438	0.321518392	44.4	PIOMBO	11.35	250
6	PARETE CORRIDOIO INTERNO	0.085041695	0.319473582	41.7	PIOMBO	11.35	250
7	PARETE ATTESA BARELLATI	0.090439850	1.000000000	0.0	PIOMBO	11.35	2
8	PARETE LOCALE IMPIANTI	0.085041695	0.319473582	41.7	PIOMBO	11.35	250
9	PARETE CORRIDOIO ESTERNO	0.079809638	0.299818469	44.6	PIOMBO	11.35	250
10	SOFFITTO	0.074743677	1.000000000	0.0	PIOMBO	11.35	8

NB:

In terza colonna è riportata la codifica barriare per il calcolo della Radiazione di Fuga. Le codifiche sono le seguenti:

(*) ***Tipo barriera:*** *P =Primaria*

D = Diffusa

F = Fuga

S = Secondaria = Combinazione Diffusa e Fuga = D + F

E' riportato il fattore di Trasmisisone della radiazione di fuga per garantire il non superamento del limite di dose fissato nel punto P.

E' calcolato lo spessore di materiale da aggiungere del tipo costituente la parete esistente.

E' riportata la tipologia di materiale aggiunto.

VERIFICA = Dose massima residu, dovuta alla radiazione di fuga, a al punto di interesse P dietro barriere (deve essere inferiore alla dose limite di progetto assunta).

TABELLA 13.

Spessori di materiale da aggiungere RADIAZIONE DI FUGA pareti locali adiacenti:

#	Parete	Densita Mat. Rif.	VERIFICA	Spessore TOTALE MATERIALE RIFERIM. AGGIUNTO	Spessore MATERIALE ANGOLATO AGGIUNTO	Correzione INCIDENZA	Spessore MATERIALE ORTOGONALE AGGIUNTO
#	[ ]	[g/cm^3]	[uGy/anno]	[mm]	[mm]	[#]	[mm]
1	VISIVA	11.35	250	0.06	0.06	0.985	**0.056**
2	PORTA SCORREVOLE SALA CONTROLLO	11.35	250	0.10	0.10	1.000	**0.103**
3	PARETE COMANDI (Sopra/Sotto Visiva)	11.35	250	0.07	0.07	0.985	**0.066**
4	PARETE BAGNI PERSONALE	11.35	250	0.00	0.00	1.000	**0.005**
5	PORTA INGRESSO SALA DA CORRIDOIO	11.35	250	0.13	0.13	1.000	**0.132**
6	PARETE CORRIDOIO INTERNO	11.35	250	0.13	0.13	1.000	**0.133**
7	PARETE ATTESA BARELLATI	11.35	2	0.00	0.00	1.000	**0.000**
8	PARETE LOCALE IMPIANTI	11.35	250	0.13	0.13	1.000	**0.133**
9	PARETE CORRIDOIO ESTERNO	11.35	250	0.14	0.14	1.000	**0.142**
10	SOFFITTO	11.35	8	0.00	0.00	1.000	**0.000**

NB:

E' riportato il materiale aggiunto.

E' riportaa la codifica del materiale di riferimento del Materiale aggiunto

E' riportato lo spessore di materiale assunto come riferimento che deve essere aggiunto lungo la direzione punto interesse - sorgente

E' riportato lo spessore di materiale effettivamente aggiunto misurato ortogonalmente alla superficie della parete

E' riportato, nell'ultima colonna, lo spessore di materiale aggiunto alla parete (e misurato ortogonalmente a questa).

TABELLA 14.

Parametri DI PROGETTO SPESSORI (combinazione RADIAZIONE PRIMARIA, DIFFUSA, FUGA) pareti locali adiacenti.

Range energetico: TAC

Tipologia radiazione assunta: 0.077 [uGy/mAs]

Spessori di progetto per Dose massima ammissibile (mSv/anno)

			PRIMARIA	DIFFUSA	FUGA				
#	Parete	Materiale aggiunto	Spessore MATERIALE ORTOGONALE AGGIUNTO	Spessore MATERIALE ORTOGONALE AGGIUNTO	Spessore MATERIALE ORTOGONALE AGGIUNTO		Parete	TIPOLOGIA IRRADIAZIONE PARETE	MATERIALE ORIGINALE
#	[ ]	[...]	[mm]	[mm]	[mm]		[ ]	[ ]	[ ]
1	VISIVA	PIOMBO	3.932	1.177	0.056		VISIVA	S	VETRO
2	PORTA SCORREVOLE SALA CONTROLLO	PIOMBO	4.158	1.336	0.103		PORTA SCORREVOLE SALA CONTROLLO	S	LEGNO
3	PARETE COMANDI (Sopra/Sotto Visiva)	PIOMBO	3.971	1.210	0.066		PARETE COMANDI (Sopra/Sotto Visiva)	S	CARTONGESSO
4	PARETE BAGNI PERSONALE	PIOMBO	3.768	1.012	0.005		PARETE BAGNI PERSONALE	S	LATERIZIO
5	PORTA INGRESSO SALA DA CORRIDOIO	PIOMBO	4.249	1.416	0.132		PORTA INGRESSO SALA DA CORRIDOIO	S	LEGNO
6	PARETE CORRIDOIO INTERNO	PIOMBO	4.252	1.418	0.133		PARETE CORRIDOIO INTERNO	S	CARTONGESSO
7	PARETE ATTESA BARELLATI	PIOMBO	1.705	0.000	0.000		PARETE ATTESA BARELLATI	S	PIOMBO
8	PARETE LOCALE IMPIANTI	PIOMBO	4.252	1.418	0.133		PARETE LOCALE IMPIANTI	S	CARTONGESSO
9	PARETE CORRIDOIO ESTERNO	PIOMBO	4.280	1.443	0.142		PARETE CORRIDOIO ESTERNO	S	CARTONGESSO
10	SOFFITTO	PIOMBO	2.260	0.135	0.000		SOFFITTO	S	CALCESTRUZZO

(*) **Tipo barriera**: P=Primaria
D=Diffusa
S=Secondaria = Combinazione Diffusa e Fuga

TABELLA 15: Suggerimenti costruttivi:

Tabella Riassuntiva: Spessori esistenti ed aggiuntivi in MATERIALE BASE e PIOMBO

Parete	TIPOLOGIA IRRADIAZIONE PARETE (*)	MATERIALE ORIGINALE ($)	SPESSORE MATERIALE ORIGINALE ESISTENTE (£)	SPESSORE AGGIUNTO MATERIALE ORIGINALE (§)	SPESSORE TOTALE MATERIALE ORIGINALE (&)	MATERIALE AGGIUNTO SCELTO	SPESSORE MATERIALE AGGIUNTO SCELTO(+)
[...]	[...]	[...]	[mm]	[mm]	[mm]	[...]	[mm]
			0	0	0		0
VISIVA	S	VETRO	20	110	130	PIOMBO	2
PORTA SCORREVOLE SALA CONTROLLO	S	LEGNO	40	360	400	PIOMBO	2
PARETE COMANDI (Sopra/Sotto Visiva)	S	CARTONGESSO	50	320	370	PIOMBO	2
PARETE BAGNI PERSONALE	S	LATERIZIO	100	330	430	PIOMBO	2
PORTA INGRESSO SALA DA CORRIDOIO	S	LEGNO	40	380	420	PIOMBO	2
PARETE CORRIDOIO INTERNO	S	CARTONGESSO	50	360	410	PIOMBO	2
PARETE ATTESA BARELLATI	S	PIOMBO	2	0	2	PIOMBO	2
PARETE LOCALE IMPIANTI	S	CARTONGESSO	50	360	410	PIOMBO	2
PARETE CORRIDOIO ESTERNO	S	CARTONGESSO	50	360	410	PIOMBO	2
SOFFITTO	S	CALCESTRUZZO	120	14	134	PIOMBO	2

NB:
(*) P=Primaria, D=Diffusa, S=Secondaria = Combinazione Diffusa e Fuga
($) Materiale esistente o materiale di costituzione della parete
(£) Spessore esistente in MATERIALE BASE
(§) Spessore aggiuntivo in MATERIALE BASE richiesto da progetto (per eventuale adeguamento spessori).
(&) Spessore totale MATERIALE BASE (Spessore esistente + Spessore da AGGIUNGERE).
(+) Spessore aggiuntivo in PIOMBO disponibili commercialmente

NOTE E CONSIDERAZIONI:

- La tabella precedente riporta i valori della schermatura da aggiungere alle pareti e soffitto. Gli spessoni sono scelti in funzione della disponibilità commerciale delle lastre (0.5 mm, 1 mm, 2 mm, …) e quindi arrotondati allo spessore maggiore disponibile.

- La parete ATTESA BARELLATI è già schermata (esternamente) in funzione della presenza di pazienti nel locale barellati. Si prevede comunque di aggiungere la schermatura di 2 mm di piombo anche su questa parete (internamente) per garantirci in caso di future ristrutturazioni che possono coinvolgere il locale barellalti comunque la protezione verso questo locale.

- Le altezza delle barriere laterali deveone essere almeno di possibilmente di **2400** mm o fino a interruzione fisica della parete.

- Le porte (Accesso alla sala e comunicazione fra sala comandi e sala diagnostica) devono essere schemate con un inserto in piombo (lastra) di **2 mm**. La schermatura deve debordare la luce dell'apertura di almeno **5 cm** per parte.

- Si ricorda che gli stipiti della porta, le giunzioni dei pannelli, le giunzioni con il pavimento e le pareti esistenti devono essere realizzati in modo da dare lo stesso livello di protezione radiologica della parete interessata (eventualmente aggiungendo dei tasselli a sovrapposizione parziale).

- Si ricorda che eventuali fori per scatole di derivazione, prese di corrente, serrature e tutto quanto possa rendere disomogenea la protezione dal punto di vista dello spessore equivalente in mm. di Pb, deve essere riportato a tale valore di equivalenza mediante appositi inserti in Pb.

- Si ricorda che lo spessore di esecuzione delle protezioni, di cui ai punti precedenti, espressa in mm di Pb deve essere certificata e chiaramente indicata mediante etichetta autoadesiva su ognuna delle protezioni realizzate (eventualmente a carico del Servizio di Fisica Sanitaria – APSS).

- La parete lato "console" dovrà essere dotata di apposito passaggio fili per consentire il collegamento fra strumentazione all'interno della sala e strumentazione all'esterno di essa durante i test dei controlli di qualità e controlli tecnici. Tale apertura dovrà essere costruita con percorso obliquo al fine di mantenere lo stesso potere schermante della parete. Diametro approssimativo > 50 mm.

- La visiva, fra la sala comandi e la sal diagnostica, al fine di garantire lail controllo del paziente e l'attività all'interno della sala diagnostica dovrà essere la più ampia possibile: altezza almeno 90 cm e massima larghezza compatibilmente con gli aspetti strutturali.

- La visiva, fra la sala comandi e la sala diagnostica, deve avere una protezione equivalente a **2 mmPb a 140 keV**.

- La visiva deve essere certificata secondo le norme CEI/IEC.

- La visiva deve avere segnato (etichettato) in modo permanente (graffiato o in basso rilievo) le proprietà di schermatura seecondo norme CEI (etichetta a norma!).

- Le visive a soffitto rimarranno visibili. Le pareti delle bocche di lupo verranne schemate con lastra in piombo di 2 mm che garantisca continutà fr ala schermatura a soffitto e la visiva stessa.

- Il posizionamento dell'apparecchiatura (SPECT-CT) deve tener conte degli ingombri dei collimatori al fine di poter sfruttare la sal diagnostica anche come deposio di questi.

- Al fine di garantire la sicurezza dei pazienti è necessario installare un sistema interfono fra Sala Comandi e Sala Diagnostica come estensione del sistema gia esistente.

- Deve essere installato un monitor ambientale di radiazioni (analogo agli esistenti gia in reparto) e connesso al sistema di controllo ENVIRO già esistente.

- Deve essere installata una telecamera per contrallare il posizionamento del paziente.

- Il posizionamento della SPECT-CT deve essere accurtamente studiato in modo da permettere il posizionamente dei collimatori in parcheggio all'interno della sala diagnostica.

- Il posizionamento della SPECT-CT deve essere accurtamente studiato in modo da rendere facile il posizionamento del paziente allettato e l'operatività dei TSRM.

- Sopra le porte di ingresso alla sala diagnsotica devono essere posizionate le lampade di segnalazione raggi. Lampada a luce bianca continua per segnalare lo stato di stand.by della SPECT._CT, luce lampeggiante per segnalare apparecchiatura in funzione.

- Le porte NON devono essere dotate di microswitch di blocco della SPECT-CT all'apertura.

- Alla ditta incaricata si richede la dichiarazione di messa in opera a regola d'arte e la certificazione dei materiali utilizzati e del rispetto delle indicazioni di progetto di radioprotezione.

Allegato: Mappa

Dott. Aldo Valentini
Direttore Servizio di Fisica Sanitaria
Esperto Qualificato II grado n. 468

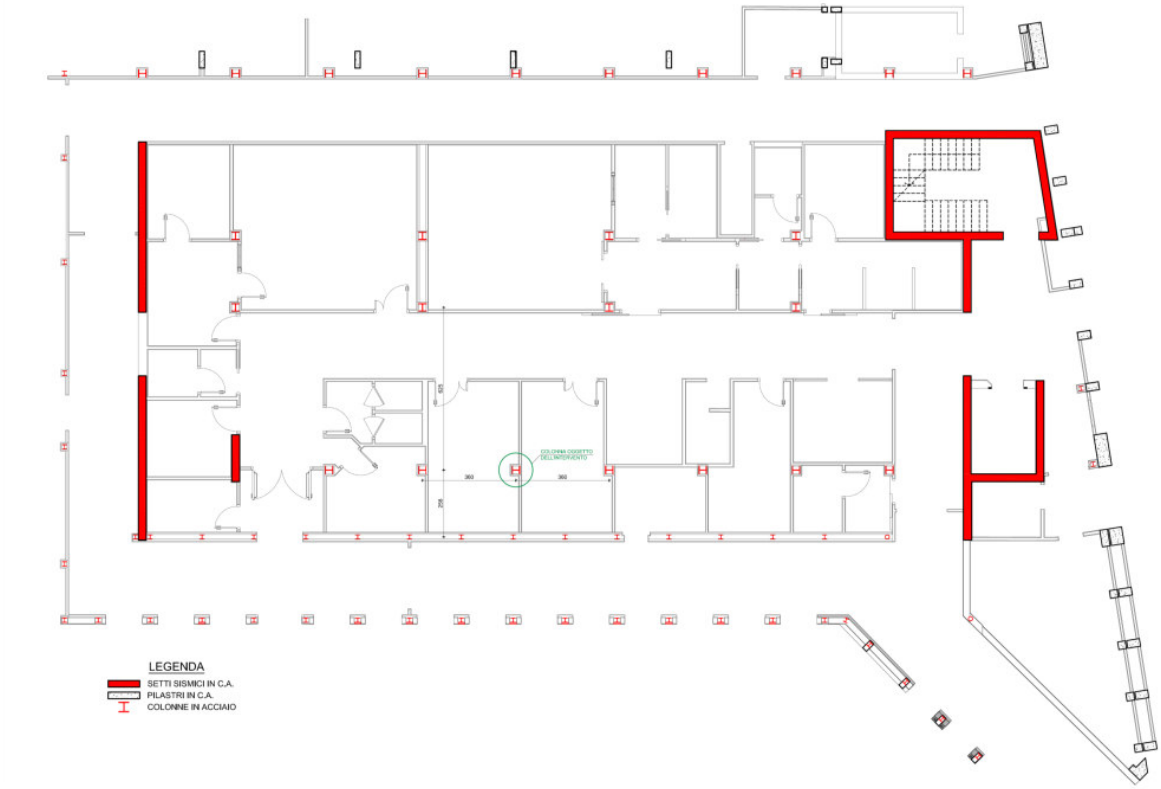
Azienda con sistema di gestione certificato BS OHSAS 18001:2007

Recognised for excellence 4 star

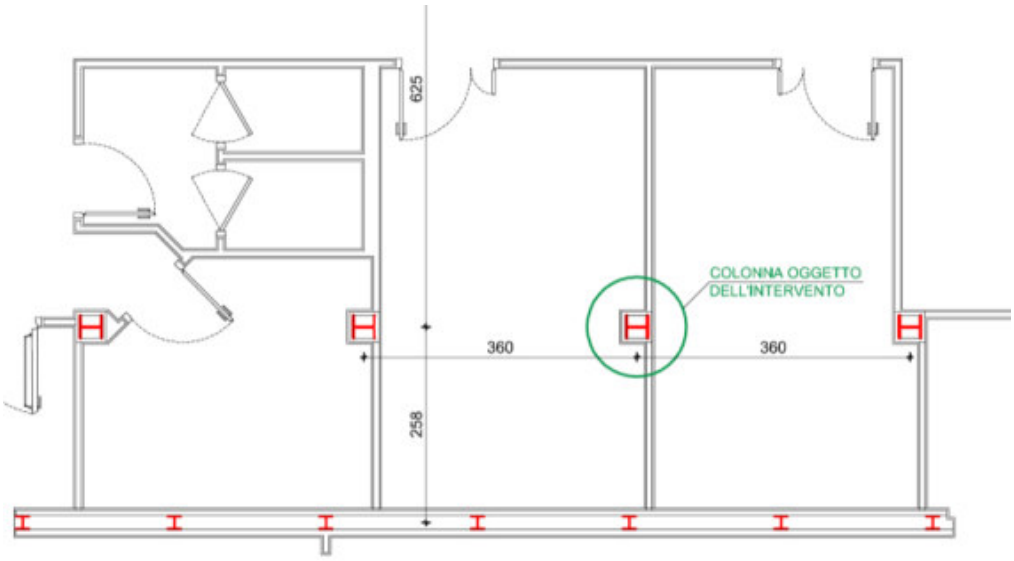
File Modulo: Z:\DBPLUS\PRO_RETE\Moduli\PRO_BARR_CTXLS.DOC (ultima modifica: 12/12/2014)

Allegato 1: MAPPE

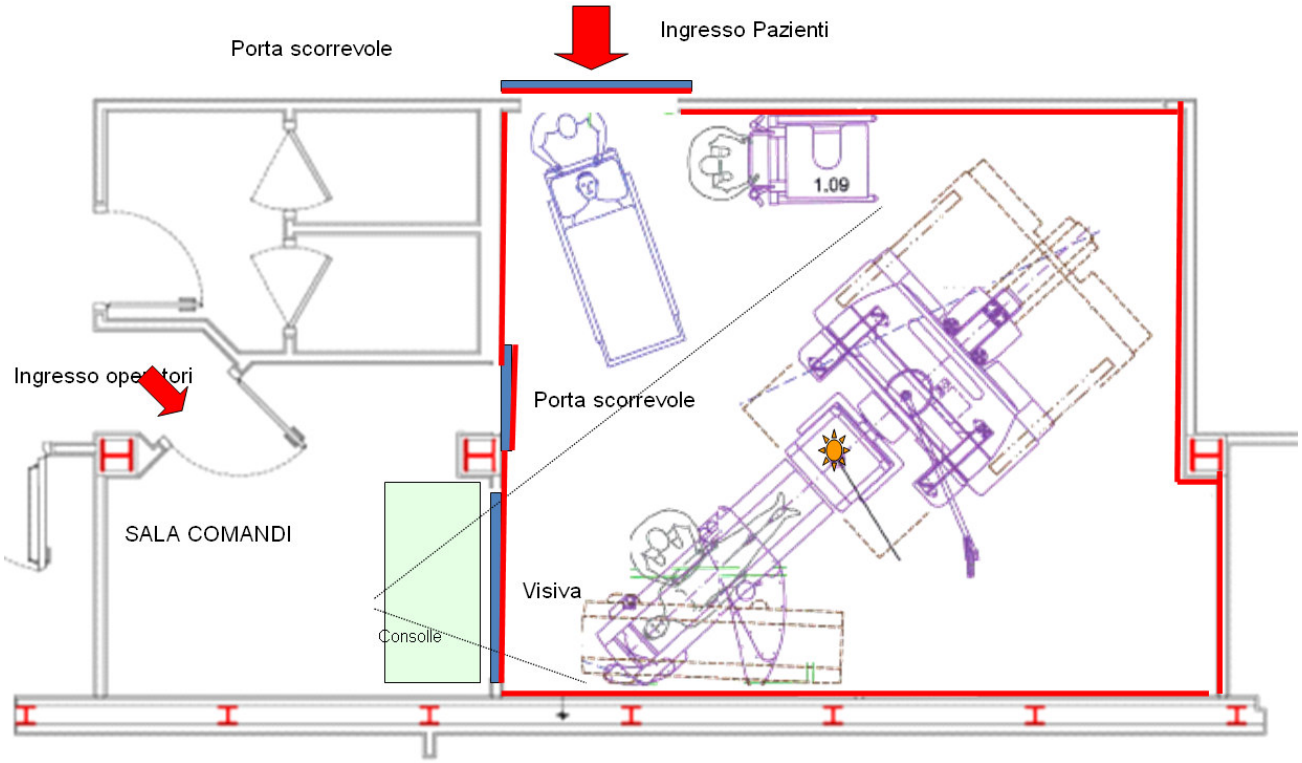
A.3. PIANTA STATO DI FATTO



Mappa stato attuale Reparto MN



Mappa locali interessati alla ristrutturazione



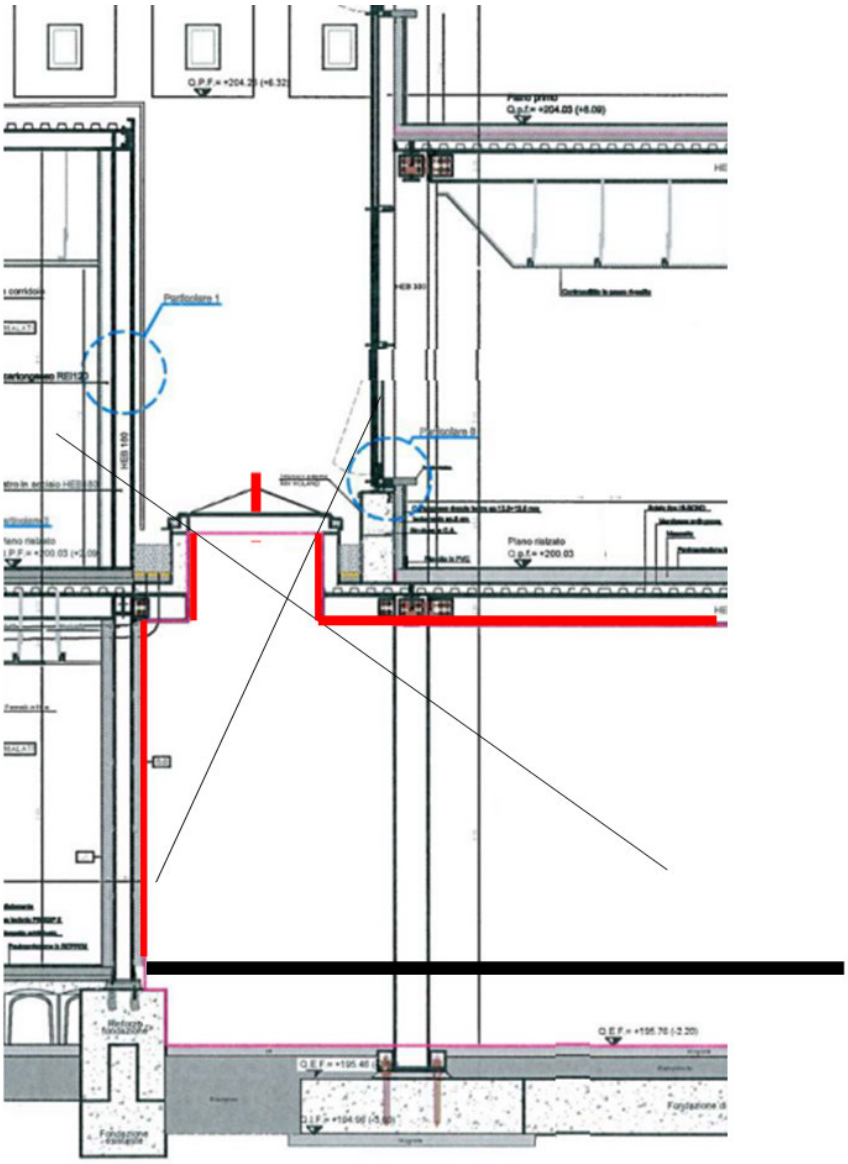
Schema di proposta di progetto
Notare il posizionamento della Visiva (H = 90 cm) e della porta di comunicazione fra Sala Comandi e Sala Diagnostica

Schermature pareti:
2 mmPb
Altezza:
Fino a controsoffitto
(> 240 cm)

Visive a soffitto
con bocca di lupo

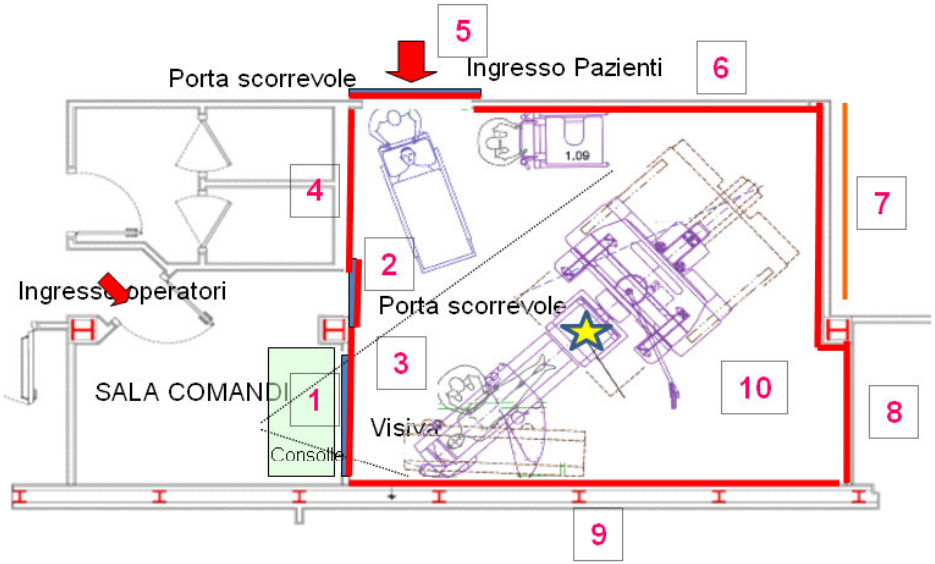
Schermature paretine
Bocche di lupo:
2 mmPb

Schermatura soffitto:
2 mmPb
Tutta la superficie
Escluse le visive



Sezione in corrispondenza delle bocche di lupo delle visive a soffitto.

Sala Diagnostica SPECT – TC



Aggiunta lastra Pb 2 mm su tutte le pareti
Aggiunta lastra Pb 2 mm su entrambe le porte
Aggiunta lastra Pb 2 mm su soffitto (escluse visive)
Aggiunta lastra Pb 2 mm pareti bocche visive

	Parete	Distanza da SORG [mm]	Materiale parete
1	Visiva	3900	vetro
2	Porta scorrevole sala controllo	3900	legno
3	Parete comandi sotto/sopra visiva	3900	Cartongesso
4	Parete bagni personale	3900	laterizio
5	Porta ingresso sala da corridoio interno	3400	legno
6	Parete verso corridoio interno	2860	Cartongesso
7	Parete verso Attesa Barellati	3120	Cartongesso
8	Parete verso Locale Impianti	3120	Cartongesso
9	Parete verso Corridoio esterno	3640	Cartongesso
10	Soffitto H locale =2970 H lettino=1000	1970	calcestruzzo