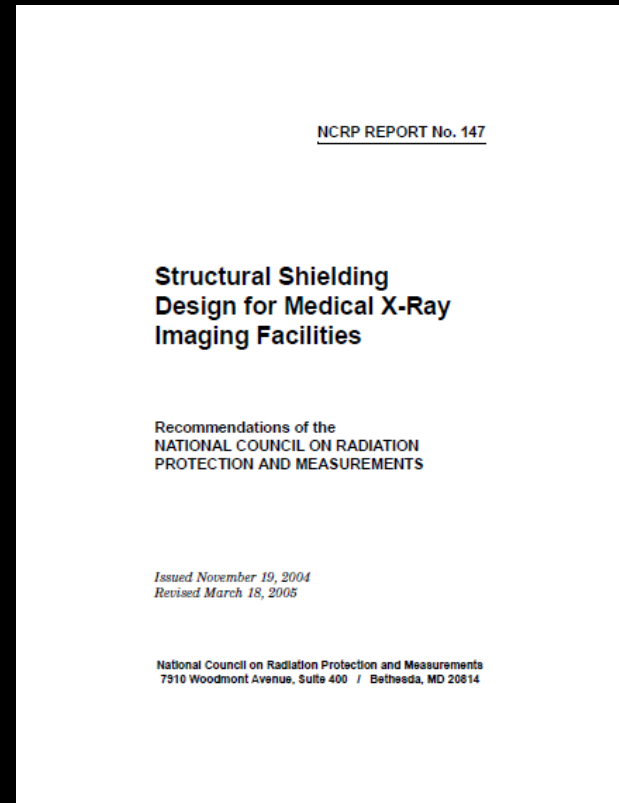
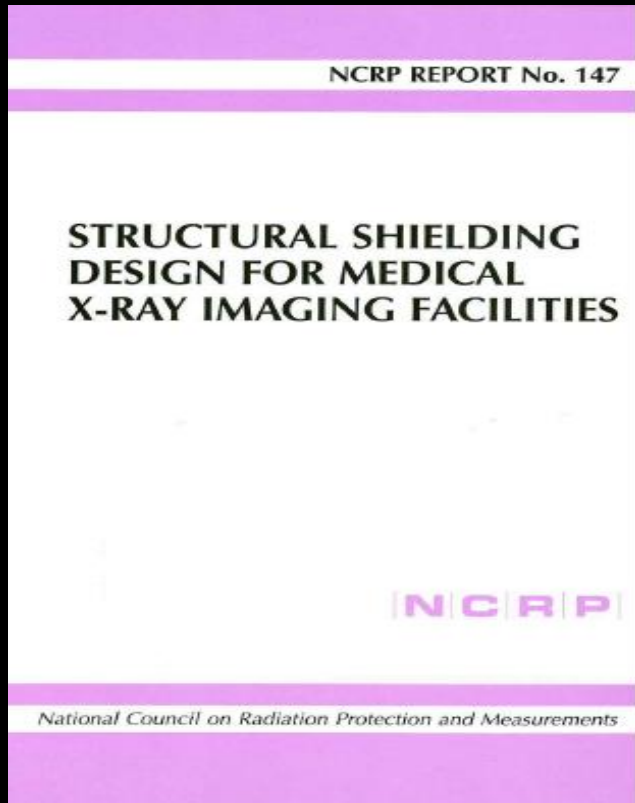


NCRP 147



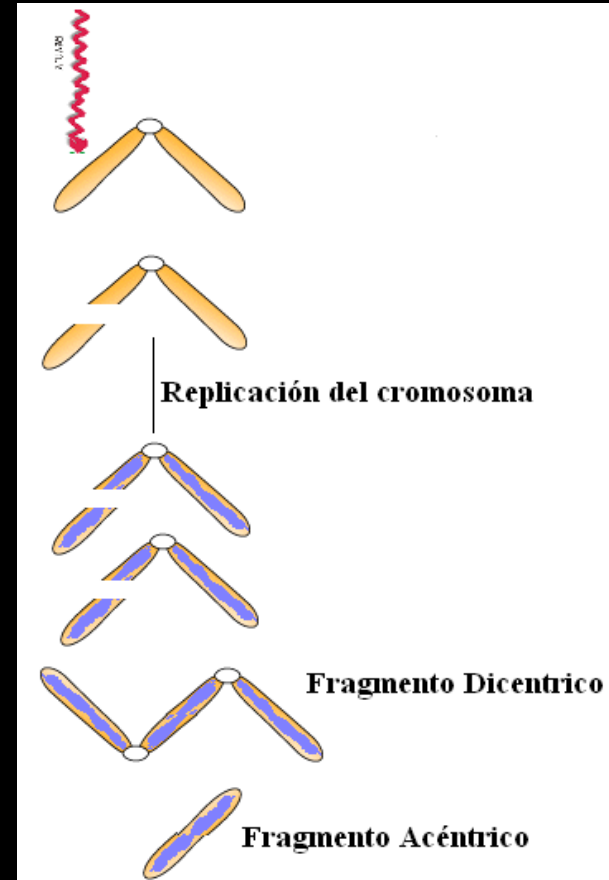
JAVIER TOASA TAPIA

javiertoasa@hotmail.com

Teléfono 0994548182

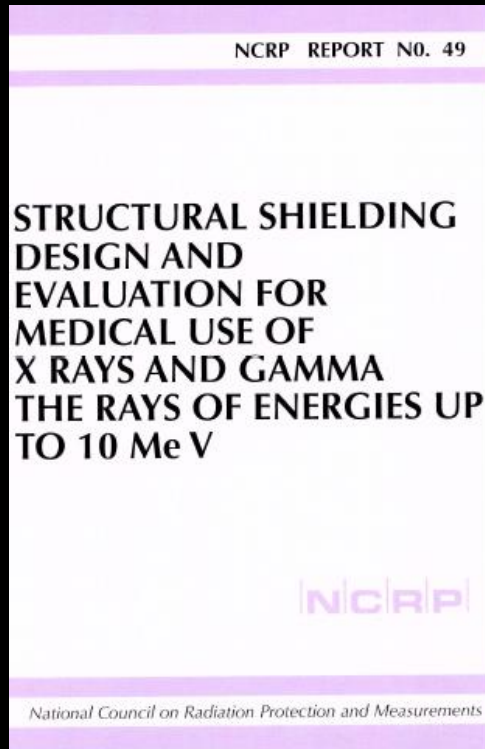
INTRODUCCION

- El propósito del blindaje es proteger al POE y Público en general de los efectos nocivos que producen las radiaciones ionizantes.



INTRODUCCION

- NCRP 147 presenta recomendaciones técnicas relacionada con el diseño de blindajes estructurales para instalaciones que utilizan rayos X.
- NCRP 147 reemplaza al NCRP No. 49 (1976).



Contents

Preface	v
1. Introduction	1
2. Barrier Thickness Requirements	4
3. Shielding Materials	8
3.1 General	8
3.2 Choice of Material	8
4. Shielding Details	13
4.1 General	13
4.2 Joints	13
4.3 Voids in Protective Barriers	14
4.4 Access to Radiation Room	21
4.5 Observation Windows	22
5. Diagnostic Installations	24
5.1 General	24
5.2 Fluoroscopic Installations	26
5.3 Radiographic Installations	26
5.4 Photofluorographic (Photo-Roentgen) Installations	28
5.5 Cystoscopic Installations	29
5.6 Surgical Suites	29
5.7 "Special Procedure" Installations	29
6. Therapy Installations	31
6.1 General	31
6.2 X-Ray Installations of Less Than 500 kV	33
6.3 X-Ray Installations of 0.5 to 10 MV (Megavoltage or Supervoltage)	34
6.4 Gamma-Ray Beam Therapy Installations (Tel-etherapy)	36
7. Brachytherapy	38
8. Radiation Protection Survey	40
8.1 General	40
8.2 Inspection During Construction	41
8.3 Radiation Scanning and Measurement	42
8.4 Report of Radiation Protection Survey	43
APPENDIX A. Definitions	44

INTRODUCCION

- Este reporte considera también la discusión de:
 - La selección de los materiales apropiados para el blindaje
 - Plomo
 - Ladrillo
 - Concreto
 - Acero
 - Vidrio
 - El cálculo de los espesores de las barreras.
- Es reporte está dirigido a personas que hacen las funciones OSR



CANTIDADES Y UNIDADES

- Cantidad usada para el cálculos de blindajes para rayos x es:
 - **Kerma en aire (K)** definida como la suma de las energías cinéticas iniciales de todas las partículas cargadas liberadas por partículas sin carga por unidad de masa de aire, medida en un punto en el aire.

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm}$$

$$\text{J kg}^{-1}$$

Gray (Gy)

- Las cantidades usadas para proteger a las personas contra las radiaciones ionizantes son:
 - **Dosis equivalente** sirve para determinar el efecto biológico que produce las radiaciones ionizantes en la célula.

$$H_{T,R} = w_R * D_{T,R}$$

$$1 \text{ Sv} = \text{J kg}^{-1}$$

AREAS CONTROLADAS Y NO CONTROLADAS

Área controlada.

- Es el área donde existen equipos generadores de radiaciones ionizantes.
- Es una área de acceso limitado
- La exposición del POE en esta área está bajo la supervisión del OSR.
- El personal que se encuentran en esta área son:
 - Radiólogos
 - Licenciados en Imagen
 - Físicos
- Estos son entrenados en el uso de las radiaciones ionizantes y son monitoreados a través de una dosimetría personal.



AREAS CONTROLADAS Y NO CONTROLADAS

Área no controlada.

- Son áreas que no requieren protección radiológica
 - Salas de espera de pacientes
 - Salas de informe de estudios radiográficos
 - Salas de descanso
 - Pasillos adyacentes
 - Empleados que no trabajan en forma rutinaria con equipos de rayos X
- Otras áreas del hospital que no tenga nada que ver con la presencia de equipos generadores de radiaciones ionizantes.



CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE BLINDAJE

Basados en el NCRP (1993) para áreas controladas se recomienda.

- Para el diseño de nuevas instalaciones el equivalente de dosis debe ser una fracción de los 10 mSv/año.
- Una mujer embarazada no debe estar expuesta a niveles de dosis mensual que supere los 0.5 mSv.
- Para lograr ambas recomendaciones el diseño de blindaje se lo debe hacer:
 - Esperando obtener un kerma aire detrás del blindaje (P) debe ser 0,1 mGy /semana
 - Este valor de P permitiría a las trabajadoras embarazadas el acceso a sus áreas de trabajo.

AREAS CONTROLADAS Y NO CONTROLADAS

Área no controlada.

- Basado en las recomendaciones de ICRP (1991) y NCRP (1993).
 - Para el diseño de blindajes el límite de dosis anual para miembros del público en áreas no controladas de 1 mSv/año.
 - Entonces para lograr este objetivo para el diseño de calculo de blindaje se debe tomar un kerma aire de 0,02 mGy a la semana detrás de la pared

SUPOSICIONES PARA EL DISEÑO DE BLINDAJES

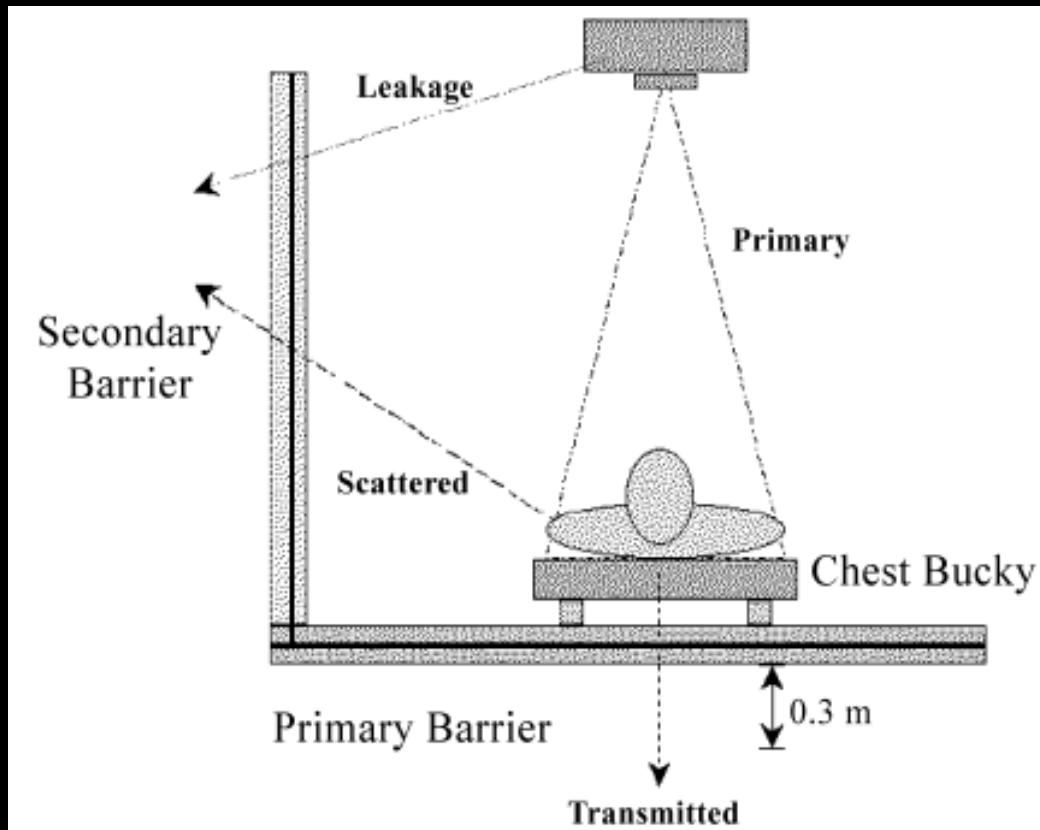
- Hay que considerar que el haz primario de radiación puede ser atenuado por el paciente entre un 10 y 100 por ciento.
- Para el cálculo de blindajes se debe asumir que el haz incide perpendicularmente en la barrera.
- Para el calculo del blindaje no se debe considerar la presencia:
 - Cortinas de fluoroscopia de plomo
 - Objetos de protección radiológica personal (mandiles plomados, mamparas estantería etc)
- Para el cálculo se debe considerar la radiación de fuga máxima establecida (0,876 mGy/ h)

SUPOSICIONES PARA EL DISEÑO DE BLINDAJES

- En función del tamaño del campo y del fantoma se obtendrá la cantidad de radiación dispersa.
 - Campos pequeños y fantomas pequeños provocara radiación dispersa baja.
 - Campos grandes y fantomas grandes provocara radiación dispersa alta.
- En función del espesor del paciente.
 - Mas gordo incremento de los factores

RADIACIONES EXISTENTES EN LA SALA DE RX

- Radiación Primaria
- Radiación Secundaria
- Radiación de fuga
- Radiación transmitida
- Barrera primaria
- Barrera Secundaria



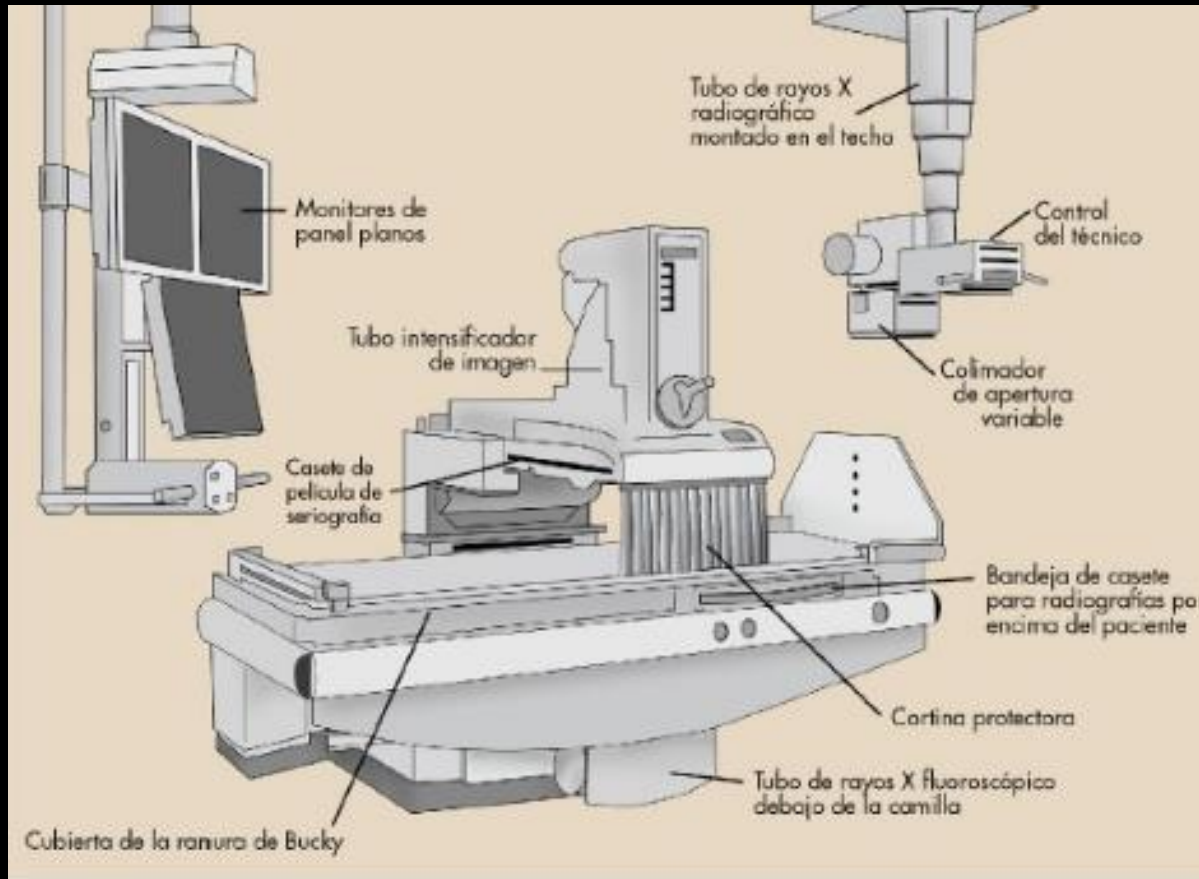
FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RADIACION PRIMARIA Y SECUNDARIA

- Kilovoltaje usado en el equipo
- La cantidad de radiación producida por la fuente.
- La distancia entre la persona expuesta y la fuente de radiación.
- La cantidad de tiempo que se expone al paciente.
- La cantidad de elementos de protección entre el individuo y la fuente de radiación.

LA EXPOSICION A TRAVÉS DE UNA BARRERA DEPENDE DE:

- La corriente del tubo [carga de trabajo en miliamperios-minuto (mA min)]
- El volumen de la fuente dispersora
- La fuga de radiación
- El espectro de energía de la fuente de rayos x.

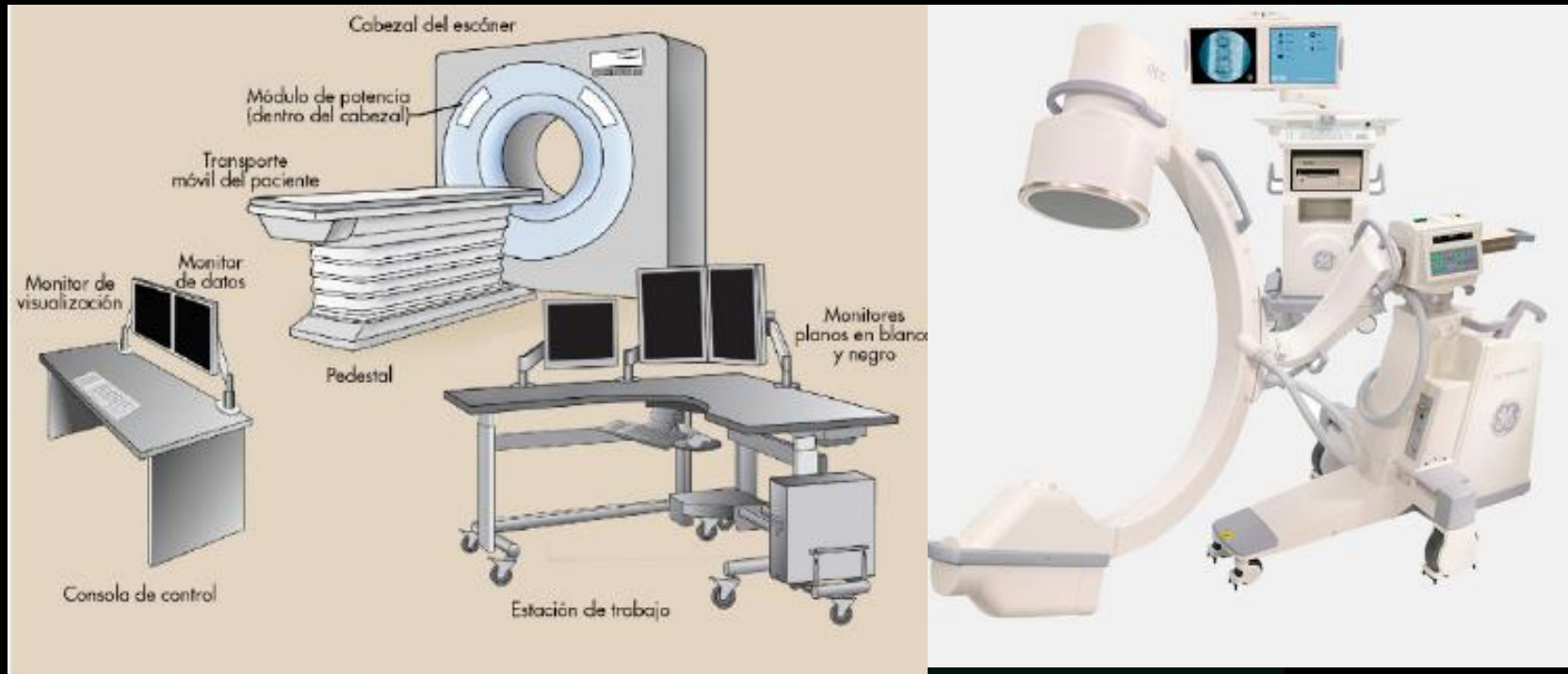
TIPOS DE EQUIPOS QUE REQUIEREN BLINDAJE



TIPOS DE EQUIPOS QUE REQUIEREN BLINDAJE



TIPOS DE EQUIPOS QUE REQUIEREN BLINDAJE



Dosis del CT depende de:

- kVp
- mA
- Time
- Slice thickness
- Filtration
- Noise
- Detector efficiency
- Collimation
- Matrix resolution
- Reconstruction algorithm

TIPOS DE EQUIPOS QUE REQUIEREN BLINDAJE



TIPOS DE EQUIPOS QUE REQUIEREN BLINDAJE



DISEÑO DE BLINDAJE

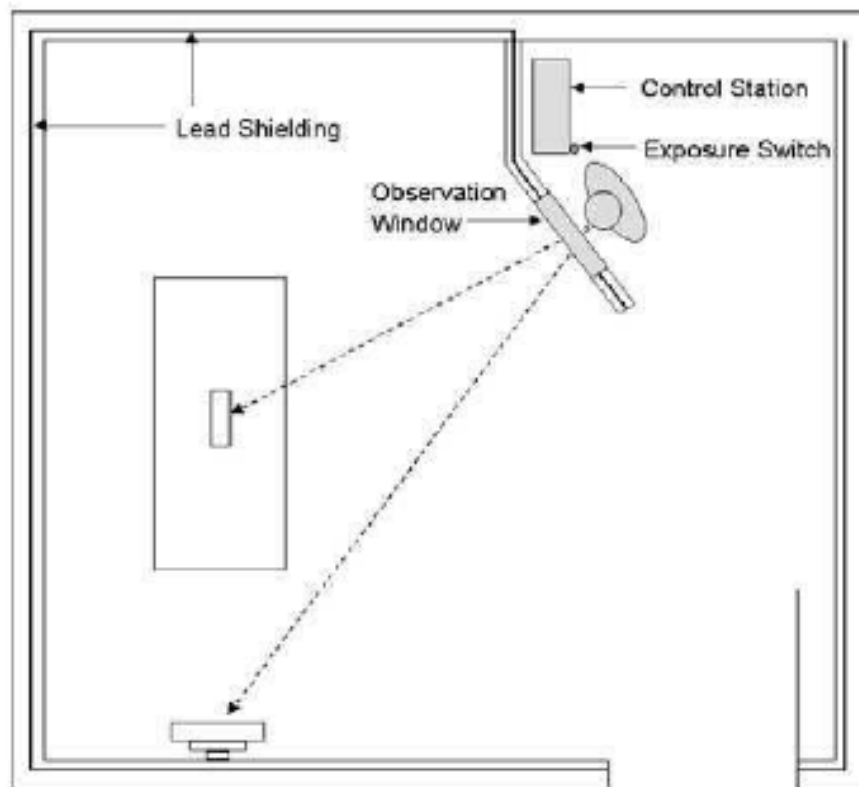
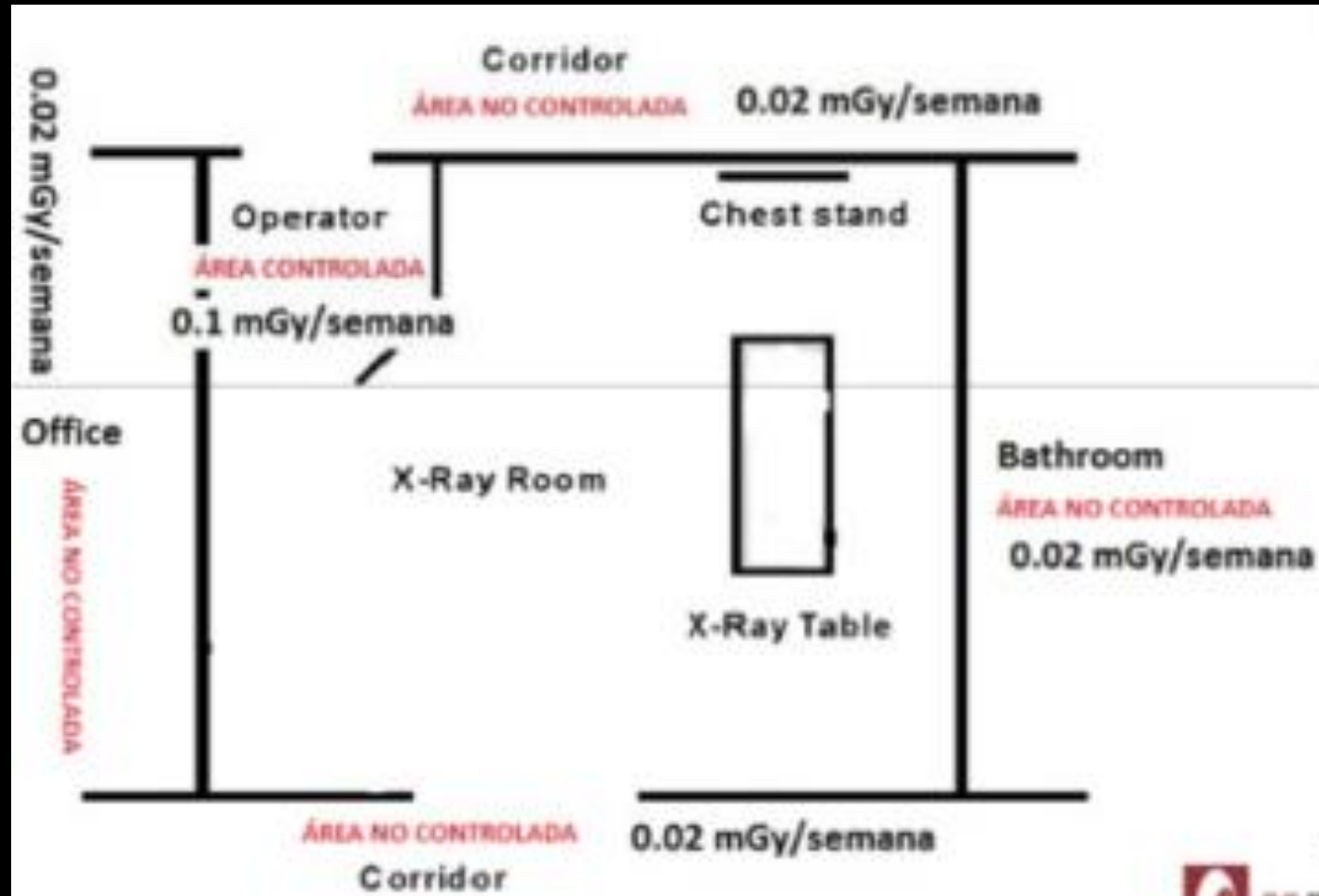


Fig. 2.2. Typical design for a control booth in a radiographic x-ray room surrounded by occupied areas. Dashed lines indicate the required radiographer's line of sight to the x-ray table and wall bucky. The exposure switch is positioned at least 1 m from the edge of the control booth, as discussed in Section 2.2.1.

DISEÑO DE BLINDAJES



REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE BLINDAJES

- Para proteger al POE y público en general El objetivo de los blindajes es la protección radiológica del POE y del público en general.
- Para el diseño de blindaje se debe considerar el kerman aire:
 - 0.1 mGy/semana para áreas controladas
 - 0,02 mGy/semana para áreas no controladas

REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE BLINDAJES

- Factor de Ocupación (T).- Es la fracción de tiempo que un individuo esta expuesto al máximo del haz de rayos X cuando está encendido.

TABLE 4.1—*Suggested occupancy factors^a (for use as a guide in planning shielding where other occupancy data are not available).*

Location	Occupancy Factor (T)
Administrative or clerical offices; laboratories, pharmacies and other work areas fully occupied by an individual; receptionist areas, attended waiting rooms, children's indoor play areas, adjacent x-ray rooms, film reading areas, nurse's stations, x-ray control rooms	1
Rooms used for patient examinations and treatments	1/2
Corridors, patient rooms, employee lounges, staff rest rooms	1/5
Corridor doors ^b	1/8
Public toilets, unattended vending areas, storage rooms, outdoor areas with seating, unattended waiting rooms, patient holding areas	1/20
Outdoor areas with only transient pedestrian or vehicular traffic, unattended parking lots, vehicular drop off areas (unattended), attics, stairways, unattended elevators, janitor's closets	1/40

REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE BLINDAJES

- Carga de trabajo (W).-

$$W = \frac{1}{60} N_R I t \quad (\text{mA min/sem})$$

- NR: el número de radiografías por semana
- I: la corriente promedio en mA
- t: el tiempo de disparo promedio por radiografía en segundos;

	Tensión (kV)	W Semanal (mA min/seman)
Radiografías	100	160
	125	80
	150	40
Mamografías	28	200
Fluoroscopia	90 - 100	1200

REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE BLINDAJES

TABLE 4.2—Operating potential (kVp) distribution of workload (mA min) normalized per patient, from survey conducted by AAPM TG9 (Simpkin, 1996a).

kVp ^a	Radiography Room ^b			Fluoro. Tube (R&F room) ^c	Rad Tube (R&F room) ^c	Chest Room	Mammo. Room	Cardiac Angiography	Peripheral Angiography ^d
	Rad Room (all barriers)	Rad Room (chest bucky)	Rad Room (floor or other barriers)						
25	0	0	0	0	0	0	9.25×10^{-1}	0	0
30	0	0	0	0	0	0	4.67	0	0
35	0	0	0	0	0	0	1.10	0	0
40	1.38×10^{-4}	0	1.38×10^{-4}	0	0	0	0	0	0
45	7.10×10^{-4}	0	7.10×10^{-4}	0	5.78×10^{-4}	0	0	0	0
50	8.48×10^{-3}	6.78×10^{-3}	1.70×10^{-3}	0	7.65×10^{-4}	0	0	3.40×10^{-1}	8.94×10^{-2}
55	1.09×10^{-2}	4.56×10^{-4}	1.04×10^{-2}	7.02×10^{-2}	7.26×10^{-4}	0	0	4.20×10^{-1}	3.98×10^{-2}
60	9.81×10^{-2}	8.96×10^{-3}	8.91×10^{-2}	1.13×10^{-1}	1.52×10^{-2}	0	0	1.96	6.99×10^{-1}
65	1.04×10^{-1}	3.42×10^{-2}	7.00×10^{-2}	1.87×10^{-1}	2.52×10^{-2}	0	0	4.55	1.50×10^1
70	4.58×10^{-1}	7.25×10^{-2}	3.85×10^{-1}	1.45×10^{-1}	8.89×10^{-2}	2.02×10^{-2}	0	6.03	1.22×10^1
75	5.01×10^{-1}	9.53×10^{-2}	4.05×10^{-1}	1.94×10^{-1}	2.24×10^{-1}	2.36×10^{-3}	0	8.02	1.53×10^1
80	5.60×10^{-1}	1.40×10^{-1}	4.20×10^{-1}	1.72	4.28×10^{-1}	0	0	2.54×10^1	1.10×10^1
85	3.15×10^{-1}	6.62×10^{-2}	2.49×10^{-1}	2.19	2.18×10^{-1}	7.83×10^{-4}	0	4.03×10^1	4.09
90	1.76×10^{-1}	1.41×10^{-2}	1.62×10^{-1}	1.46	5.33×10^{-2}	0	0	2.10×10^1	3.43
95	2.18×10^{-2}	3.51×10^{-3}	1.82×10^{-2}	1.15	4.89×10^{-2}	0	0	1.06×10^1	6.73×10^{-1}

REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE BLINDAJES

<i>kVp</i> ^a	Radiography Room ^b			<i>Fluoro. Tube (R&F room)</i> ^c	<i>Rad Tube (R&F room)</i> ^c	<i>Chest Room</i>	<i>Mammo. Room</i>	<i>Cardiac Angiography</i>	<i>Peripheral Angiography</i> ^d
	<i>Rad Room (all barriers)</i>	<i>Rad Room (chest bucky)</i>	<i>Rad Room (floor or other barriers)</i>						
100	1.55×10^{-2}	8.84×10^{-4}	1.46×10^{-2}	1.12	5.87×10^{-2}	3.01×10^{-2}	0	7.40	1.53
105	3.48×10^{-3}	1.97×10^{-3}	1.51×10^{-3}	9.64×10^{-1}	1.05×10^{-2}	0	0	7.02	9.27×10^{-2}
110	1.05×10^{-2}	9.91×10^{-3}	5.51×10^{-4}	7.47×10^{-1}	6.46×10^{-2}	2.14×10^{-2}	0	6.59	3.05×10^{-2}
115	4.10×10^{-2}	3.74×10^{-2}	3.69×10^{-3}	1.44	2.90×10^{-2}	9.36×10^{-2}	0	1.38×10^1	0
120	6.99×10^{-2}	5.12×10^{-2}	1.87×10^{-2}	9.37×10^{-1}	1.04×10^{-1}	4.74×10^{-2}	0	3.35	0
125	4.84×10^{-2}	4.81×10^{-2}	3.47×10^{-4}	1.38×10^{-1}	8.13×10^{-2}	0	0	2.75	0
130	1.84×10^{-3}	1.71×10^{-3}	1.25×10^{-4}	1.53×10^{-1}	4.46×10^{-2}	0	0	3.1×10^{-2}	0
135	7.73×10^{-3}	7.73×10^{-3}	0	1.46×10^{-1}	9.47×10^{-3}	0	0	0	0
140	0	0	0	1.92×10^{-2}	4.26×10^{-3}	0	0	0	0
Total workload: ^e	2.5	0.60	1.9	13	1.5	0.22	6.7	160	64
Patients per week: ^f	110 (Radiography Room)			18	23	210	47	19	21

^aThe *kVp* refers to the highest operating potential in the 5 *kVp*-wide bin.

^bThe three columns under Radiography Room tabulate the workload distribution for all barriers in the room, for just the wall holding the chest bucky, and for all other barriers exclusive of the wall with the chest bucky.

^cR&F is a room that contains both radiographic and fluoroscopic equipment.

^dThe data in this Table for *Peripheral Angiography* also apply to *Neuroangiography*.

^eThe total workload per patient (W_{norm}) for the room type (in mA min patient⁻¹).

^fThe number of patients per week is the mean value from the survey (Simpkin, 1996a).

REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE BLINDAJES

TABLE 4.3—Estimated total workloads in various medical x-ray imaging installations in clinics and hospitals. The total workload values are for general guidance and are to be used only if the actual workloads are not available.

Room Type	Total Workload per Patient ^a (W_{norm}) (mA min patient ⁻¹)	Typical Number of Patients (N) (per 40 h week)		Total Workload per Week (W_{tot}) (mA min week ⁻¹)	
		Average	Busy	Average	Busy
<i>Rad Room (chest bucky)</i>	0.6	120	160	75	100
<i>Rad Room (floor or other barriers)</i>	1.9	120	160	240	320
<i>Chest Room</i>	0.22	200	400	50	100
<i>Fluoroscopy Tube (R&F room)</i>	13	20	30	260	400
<i>Rad Tube (R&F room)</i>	1.5	25	40	40	60
<i>Mammography Room</i>	6.7	80	160	550	1,075
<i>Cardiac Angiography</i>	160	20	30	3,200	4,800
<i>Peripheral Angiography^b</i>	64	20	30	1,300	2,000

^aAs discussed in Section 4.1.4, values of W_{norm} given in this table can be modified by use of a multiplier term $W_{\text{site}}/W_{\text{norm}}$ if necessary to account for different workloads per patient at a particular site.

^bThe data in this Table for *Peripheral Angiography* also apply to *Neuroangiography*.

REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE BLINDAJES

- Factor de uso (U).- Es la fracción de la carga de trabajo del haz primario que se dirige hacia una barrera primaria.

Barrier	Use Factor (U) ^b	Apply to Workload Distribution
Floor	0.89	<i>Rad Room (floor or other barriers)</i>
Cross-table wall	0.09	<i>Rad Room (floor or other barriers)</i>
Wall No. 3 ^c	0.02	<i>Rad Room (floor or other barriers)</i>
Chest image receptor	1.00	<i>Rad Room (chest bucky)</i>

^aNote that the *Rad Room (all barriers)* workload distribution is not listed in this Table because it is only used for secondary barrier calculations.

^bThe values for *U* represent the fraction of the workload from the particular distribution that is directed at individual barriers.

^cWall No. 3 is an unspecified wall other than the cross-table wall or the wall holding the upright image receptor (chest bucky).

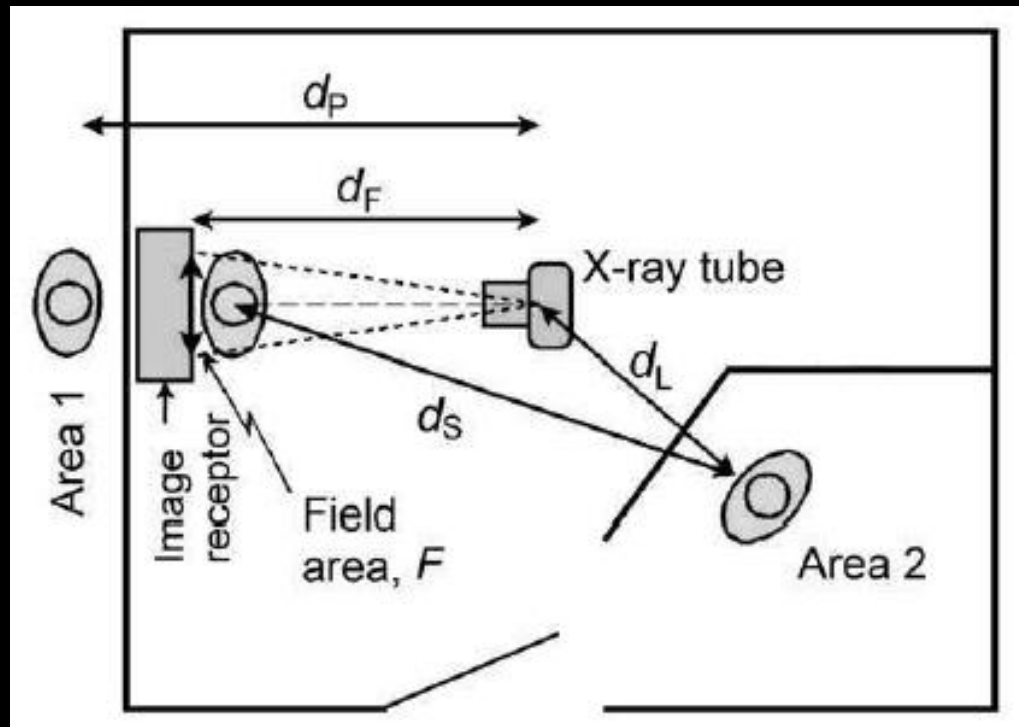
REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE BLINDAJES

- Barrera primaria.- es la barrera que esta diseñada para atenuar la radiación primaria.
- Las barreras primarias son donde:
 - Se encuentra el bucky de pared.
 - En ocasiones el piso y el techo en función de como se encuentre el haz primario



REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE BLINDAJES

- D_p = Distancia fuente barrera primaria más 30 cm.
- D_L = Distancia fuente operador más 30 cm. (debido a la radiación de fuga)
- D_s = Distancia paciente operador más 30 cm. (debido a radiación dispersa)
- D_F = Distancia foco paciente.



- Radiación primaria
- Radiación dispersa
- Radiación de fuga (0,876 mGy/h a 1 m de distancia) estimada con 150 kV y 3,3 mA.

REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE BLINDAJES

- El kerma aire primario semanal sin blindaje [$K_P(0)$] para N pacientes:

$$K_P(0) = \frac{K_P^1 U N}{d_p^2},$$

- K_P^1 kerma aire primario por paciente a un metro de distancia sin blindaje.
- N numero de pacientes
- U factor de uso
- $D_p =$ Distancia fuente barrera primaria más 30 cm.

TABLE 4.5—Unshielded primary air kerma per patient [K_P^1 (in mGy patient⁻¹)] for the indicated workload [W_{norm} (mA min patient⁻¹)] and workload distribution, normalized to primary beam distance $d_p = 1$ m.

Workload Distribution ^a	W_{norm} (mA min patient ⁻¹) ^{b,c}	K_P^1 (mGy patient ⁻¹) ^d
Rad Room (chest bucky)	0.6	2.3
Rad Room (floor or other barriers)	1.9	5.2
Rad Tube (R&F Room)	1.5	5.9
Chest Room	0.22	1.2

^aThe workload distributions are those surveyed by AAPM TG9 (Simpkin, 1996a), given in Table 4.2.

^bAs discussed in Section 4.1.4, values of W_{norm} given in this Table can be modified by use of a multiplier term $W_{\text{site}}/W_{\text{norm}}$ if necessary to allow for different workloads per patient at a particular site.

^cFor the indicated clinical installations, W_{norm} is the average workload per patient.

^dThese values for primary air kerma ignore the attenuation available in the radiographic table and image receptor.

REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE BLINDAJES

- Barrera secundaria.- es la barrera que esta diseñada para atenuar la radiación dispersa y la de fuga.
- El kerma aire secundario sin blindaje [$K_{sec}(0)$] a una distancia d para N pacientes:

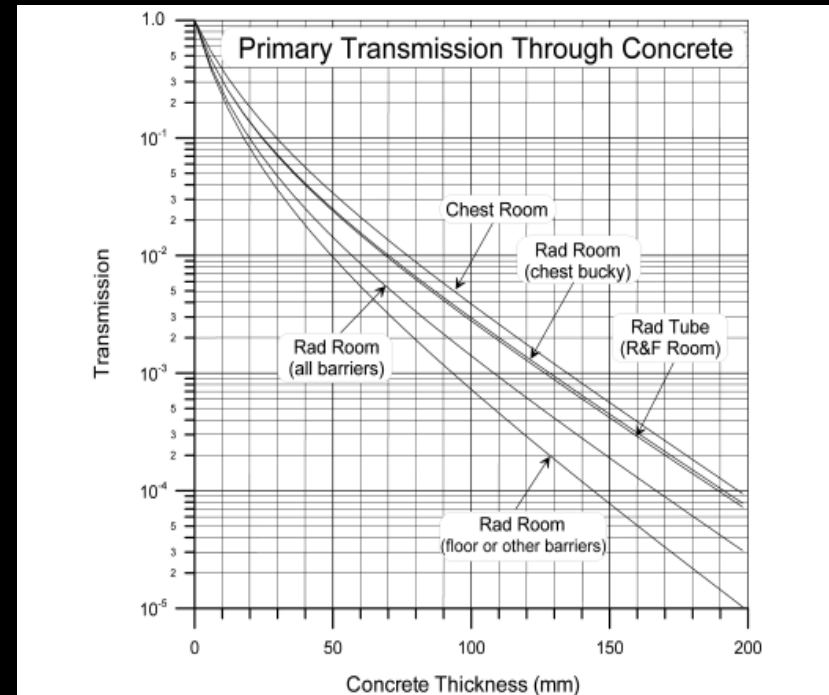
$$K_{sec}(0) = \frac{K_{sec}^1 N}{d_{sec}^2}.$$

ESPESOR PARA BARRERA PRIMARIA

- Factor de transmisión para la barrera primaria.

$$B_P(x_{\text{barrier}} + x_{\text{pre}}) = \left(\frac{P}{T}\right) \frac{d_P^2}{K_P^1 UN}$$

- K_P^1 kerma aire primario por paciente a un metro de distancia sin blindaje.
- P es el kerma aire esperado detrás de la barrera
 - 0.1 mGy/semana, áreas controladas
 - 0,02 mGy/semana, áreas no controladas
- T factor de ocupación
- d distancia de cálculo
- N número de pacientes
- U factor de uso



REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE BLINDAJES

- Espesor de para la barrera primaria.-

$$x_{\text{barrier}} = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left[\frac{\left(\frac{NTUK_P^1}{Pd_P^2} \right)^\gamma + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right] - x_{\text{pre}}$$

También hay para acero vidrio y madera

TABLE B.1—Fitting parameters for transmission of broad primary x-ray beams to Equation A.2 (thickness x is input in millimeters).

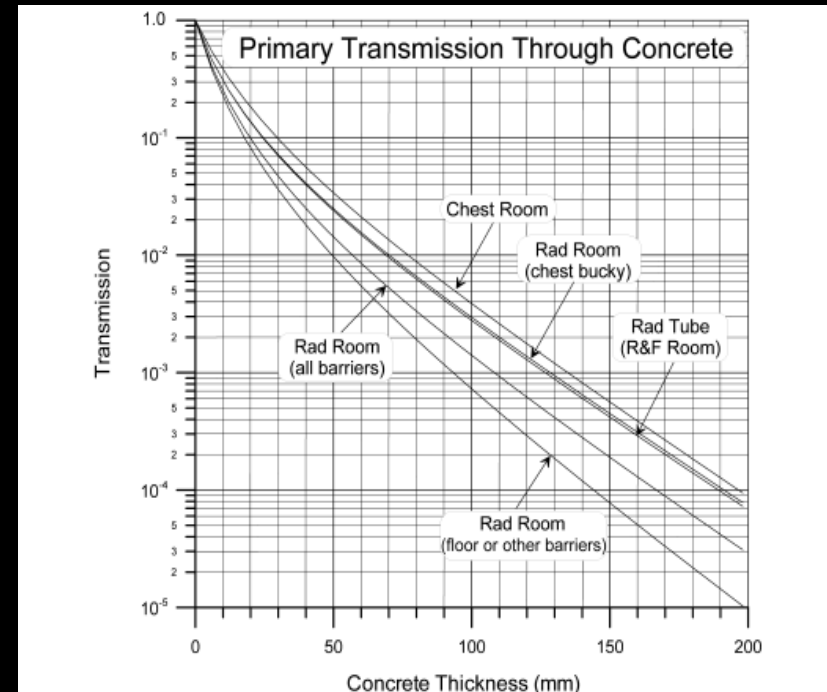
Workload Distribution ^a	Lead			Concrete ^b			Gypsum Wallboard		
	α (mm ⁻¹)	β (mm ⁻¹)	γ	α (mm ⁻¹)	β (mm ⁻¹)	γ	α (mm ⁻¹)	β (mm ⁻¹)	γ
Rad Room (all barriers)	2.346	1.590×10^1	4.962×10^{-1}	3.626×10^{-2}	1.429×10^{-1}	4.932×10^{-1}	1.420×10^{-2}	5.781×10^{-2}	7.445×10^{-1}
Rad Room (chest bucky)	2.264	1.308×10^1	5.600×10^{-1}	3.552×10^{-2}	1.177×10^{-1}	6.007×10^{-1}	1.278×10^{-2}	4.848×10^{-2}	8.609×10^{-1}
Rad Room (floor or other barriers)	2.651	1.656×10^1	4.585×10^{-1}	3.994×10^{-2}	1.448×10^{-1}	4.231×10^{-1}	1.679×10^{-2}	6.124×10^{-2}	7.356×10^{-1}
Fluoroscopy Tube (R&F room)	2.347	1.267×10^1	6.149×10^{-1}	3.616×10^{-2}	9.721×10^{-2}	5.186×10^{-1}	1.340×10^{-2}	4.283×10^{-2}	8.796×10^{-1}
Rad Tube (R&F room)	2.295	1.300×10^1	5.573×10^{-1}	3.549×10^{-2}	1.164×10^{-1}	5.774×10^{-1}	1.300×10^{-2}	4.778×10^{-2}	8.485×10^{-1}
Chest Room	2.283	1.074×10^1	6.370×10^{-1}	3.622×10^{-2}	7.766×10^{-2}	5.404×10^{-1}	1.286×10^{-2}	3.505×10^{-2}	9.356×10^{-1}
Mammography Room	3.060×10^1	1.776×10^2	3.308×10^{-1}	2.577×10^{-1}	1.765	3.644×10^{-1}	9.148×10^{-2}	7.090×10^{-1}	3.459×10^{-1}
Cardiac Angiography	2.389	1.426×10^1	5.948×10^{-1}	3.717×10^{-2}	1.087×10^{-1}	4.879×10^{-1}	1.409×10^{-2}	4.814×10^{-2}	8.419×10^{-1}
Peripheral Angiography ^c	2.728	1.852×10^1	4.614×10^{-1}	4.292×10^{-2}	1.538×10^{-1}	4.236×10^{-1}	1.774×10^{-2}	6.449×10^{-2}	7.158×10^{-1}

ESPESOR PARA BARRERA PRIMARIA

- Factor de transmisión para la barrera secundaria.

$$B_{sec}(x_{barrier}) = \left(\frac{P}{T}\right) \frac{d_{sec}^2}{K_{sec}^{-1} N}$$

- K_P^1 kerma aire secundario por paciente a un metro de distancia sin blindaje.
- P es el kerma aire esperado detrás de la barrera
 - 0.1 mGy/semana, áreas controladas
 - 0,02 mGy/semana, áreas no controladas
- T factor de ocupación
- d distancia de cálculo
- N número de pacientes



REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE BLINDAJES

- Espesor de para la barrera secundaria.-

$$x_{\text{barrier}} = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln \left[\frac{\left(\frac{NTK_{\text{sec}}^1}{Pd_{\text{sec}}^2} \right)^\gamma + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right]$$

También hay para acero vidrio y madera

TABLE C.1—Fitting parameters of the broad-beam secondary transmission to Equation A.2 (thickness x is input in millimeters).^a

Workload Distribution ^b	Lead			Concrete ^c			Gypsum Wallboard		
	α (mm ⁻¹)	β (mm ⁻¹)	γ	α (mm ⁻¹)	β (mm ⁻¹)	γ	α (mm ⁻¹)	β (mm ⁻¹)	γ
30 kVp	3.879×10^1	1.800×10^2	3.560×10^{-1}	3.174×10^{-1}	1.725	3.705×10^{-1}	1.198×10^{-1}	7.137×10^{-1}	3.703×10^{-1}
50 kVp	8.801	2.728×10^1	2.957×10^{-1}	9.030×10^{-2}	1.712×10^{-1}	2.324×10^{-1}	3.880×10^{-2}	8.730×10^{-2}	5.105×10^{-1}
70 kVp	5.369	2.349×10^1	5.883×10^{-1}	5.090×10^{-2}	1.697×10^{-1}	3.849×10^{-1}	2.300×10^{-2}	7.160×10^{-2}	7.300×10^{-1}
100 kVp	2.507	1.533×10^1	9.124×10^{-1}	3.950×10^{-2}	8.440×10^{-2}	5.191×10^{-1}	1.470×10^{-2}	4.000×10^{-2}	9.752×10^{-1}
125 kVp	2.233	7.888	7.295×10^{-1}	3.510×10^{-2}	6.600×10^{-2}	7.832×10^{-1}	1.200×10^{-2}	2.670×10^{-2}	1.079
150 kVp	1.791	5.478	5.678×10^{-1}	3.240×10^{-2}	7.750×10^{-2}	1.566	1.040×10^{-2}	2.020×10^{-2}	1.135
Rad Room (all barriers)	2.298	1.738×10^1	6.193×10^{-1}	3.610×10^{-2}	1.433×10^{-1}	5.600×10^{-1}	1.380×10^{-2}	5.700×10^{-2}	7.937×10^{-1}
Rad Room (chest bucky)	2.256	1.380×10^1	8.837×10^{-1}	3.560×10^{-2}	1.079×10^{-1}	7.705×10^{-1}	1.270×10^{-2}	4.450×10^{-2}	1.049
Rad Room (floor or other barriers)	2.513	1.734×10^1	4.994×10^{-1}	3.920×10^{-2}	1.464×10^{-1}	4.486×10^{-1}	1.640×10^{-2}	6.080×10^{-2}	7.472×10^{-1}
Fluoroscopy Tube (R&F room)	2.322	1.291×10^1	7.575×10^{-1}	3.630×10^{-2}	9.360×10^{-2}	5.955×10^{-1}	1.330×10^{-2}	4.100×10^{-2}	9.566×10^{-1}
Rad Tube (R&F room)	2.272	1.360×10^1	7.184×10^{-1}	3.560×10^{-2}	1.114×10^{-1}	6.620×10^{-1}	1.290×10^{-2}	4.570×10^{-2}	9.355×10^{-1}
Chest Room	2.288	9.848	1.054	3.640×10^{-2}	6.590×10^{-2}	7.543×10^{-1}	1.300×10^{-2}	2.970×10^{-2}	1.195
Mammography Room	2.991×10^1	1.844×10^2	3.550×10^{-1}	2.539×10^{-1}	1.8411	3.924×10^{-1}	8.830×10^{-2}	7.526×10^{-1}	3.786×10^{-1}
Cardiac Angiography	2.354	1.494×10^1	7.481×10^{-1}	3.710×10^{-2}	1.067×10^{-1}	5.733×10^{-1}	1.390×10^{-2}	4.640×10^{-2}	9.185×10^{-1}
Peripheral Angiography ^d	2.661	1.954×10^1	5.094×10^{-1}	4.219×10^{-2}	1.559×10^{-1}	4.472×10^{-1}	1.747×10^{-2}	6.422×10^{-2}	7.299×10^{-1}

REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE BLINDAJES

- Que distancias tomar cuando se va a realizar un calculo de blindaje

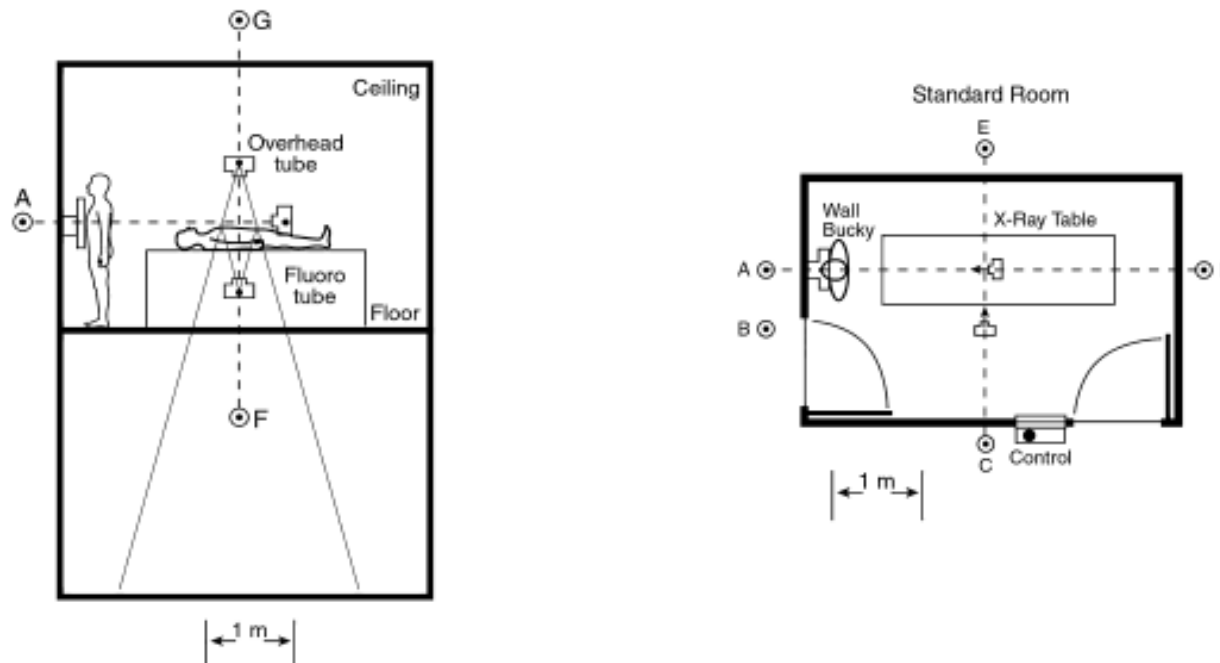


Fig. 4.4. Elevation (left) and plan (right) views of a representative radiographic (or radiographic and fluoroscopic) room. Points A, B, C, D and E represent a distance of 0.3 m from the respective walls. Point F is 1.7 m above the floor below. Point G is taken at 0.5 m above the floor of the room above.

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE UN ANGIOGRAFO

- Para el cálculo para el angiografo (radiación secundaria)
- N numero de pacientes/semana
- P el valor de kerma esperado detrás del blindaje

$$K_{sec}(0) = \frac{K_{sec}^1 N}{d_{sec}^2}$$

- T el valor de ocupancia

- Distancia del cálculo

Esta ecuación es valida cuando la distancia de la radiación dispersa y la de fuga son aproximadamente iguales

- El kerma aire desde la tabla desde la tabla 4.7

$$B = P / K_{sec}$$

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE UN ANGIOGRAFO

TABLE 4.7—Unshielded leakage, scattered and total secondary air kermas (in mGy patient⁻¹) for the indicated workload distributions at $d_S = d_1 = 1$ m. The workload distributions and total workloads per patient (W_{norm}) for the indicated clinical sites are the average per patient surveyed by AAPM TG9 (Simpkin, 1996a), listed in Table 4.2. The primary field size F (in cm²) is known at primary distance d_P . Side-scattered radiation is calculated for 90 degree scatter. Forward- and backscattered radiations are calculated for 135 degree scatter.^a Leakage radiation technique factors are 150 kVp at 3.3 mA to achieve 0.876 mGy h⁻¹ (100 mR h⁻¹) for all tubes except mammography, which assumes leakage radiation technique factors of 50 kVp at 5 mA.

Workload Distribution	W_{norm} (mA min patient ⁻¹)	F (cm ²) at d_P (m)	Unshielded Air Kerma (mGy patient ⁻¹) at 1 m					
			Leakage	Side-Scatter	Leakage and Side-Scatter (K_{sec}^1) ^b	Forward/Backscatter	Leakage and Forward/Backscatter (K_{sec}^1) ^c	
Rad Room (all barriers)	2.5	1,000	1.00	5.3×10^{-4}	3.4×10^{-2}	3.4×10^{-2}	4.8×10^{-2}	4.9×10^{-2}
Rad Room (chest bucky)	0.60	1,535 ^d	1.83	3.9×10^{-4}	4.9×10^{-3}	5.3×10^{-3}	6.9×10^{-3}	7.3×10^{-3}
Rad Room (floor or other barriers)	1.9	1,000	1.00	1.4×10^{-4}	2.3×10^{-2}	2.3×10^{-2}	3.3×10^{-2}	3.3×10^{-2}
Fluoroscopy Tube (R&F room)	13	730 ^a	0.80	1.2×10^{-2}	3.1×10^{-1}	3.2×10^{-1}	4.4×10^{-1}	4.6×10^{-1}
Rad Tube (R&F room)	1.5	1,000	1.00	9.4×10^{-4}	2.8×10^{-2}	2.9×10^{-2}	3.9×10^{-2}	4.0×10^{-2}
Chest Room	0.22	1,535 ^d	2.00	3.8×10^{-4}	2.3×10^{-3}	2.7×10^{-3}	3.2×10^{-3}	3.6×10^{-3}
Mammography Room ^f	6.7	720 ^e	0.58	1.1×10^{-5}	1.1×10^{-2}	1.1×10^{-2}	4.9×10^{-2}	4.9×10^{-2}
Cardiac Angiography	160	730 ^a	0.90	8.8×10^{-2}	2.6	2.7	3.7	3.8
Peripheral Angiography ^h	64	730 ^a	0.90	3.4×10^{-3}	6.6×10^{-1}	6.6×10^{-1}	9.5×10^{-1}	9.5×10^{-1}

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE UN TOMOGRAFO

- CTDI representa:
 - La dosis promedio a lo largo del eje Z
 - En un punto dado (x,y) en el plano de exploración
- Fantomas para medir el CTDI
 - Cráneo 16 cm de diámetro
 - Cuerpo 32 cm de diámetro
 - Huecos:
 - En el centro
 - A 1 cm por debajo de la superficie

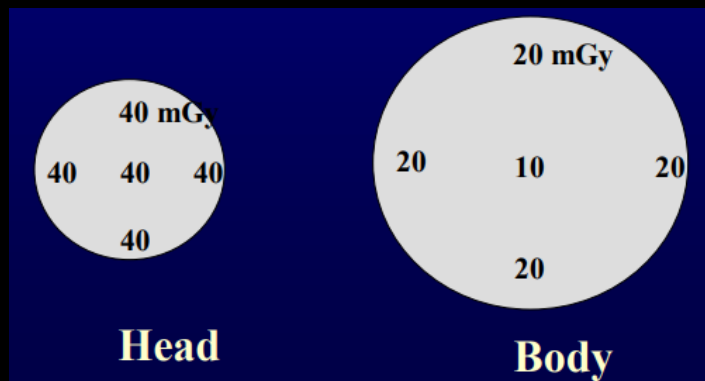


CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE UN TOMOGRAFO

- CTDI₁₀₀ representa:

$$\text{CTDI}_{100} = (1/NT) \int_{-5\text{cm}}^{5\text{cm}} \text{D}(z) dz$$
$$= (f * C * E * L) / (NT)$$

- N numero de canales usados durante el escaneo
- T ancho nominal de cada canal
- f factor de conversión desde exposición a dosis (0,87 rad/R)
- C factor de calibración del electrómetro
- E valores de las medidas en exposición
- L longitud activa de la cámara de ionización tipo lápiz (100 mm)



CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE UN TOMOGRAFO

- CTDI_w representa:
- El promedio ponderado del CTDI 100 en el centro y la periferie para llegar a una sola prescripción de dosis

$$\text{CTDI}_w = (1/3)\text{CTDI}_{100,\text{center}} + (2/3)\text{CTDI}_{100,\text{peripheral}}$$

- CTDI_v: es basado en el CTDI_w y no se lo mide directamente.

$$\text{CTDI}_{\text{vol}} = \text{CTDI}_w / \text{Pitch}$$

- CTDI_{vol} es reportado basandose en el promedio de mA usado a través del escaneo.

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE UN TOMOGRAFO

- DLP es el producto de la dosis por la longitud de escaneo
- $DLP = CTDI_{vol} * longitud\ de\ escaneo\ (mGy * cm)$

TABLE 5.2—Currently suggested default DLP values per procedure.^{a,b,c}
For use as a guide in planning shielding in cases where facility-specific
DLP values are not available.

Procedure	$CTDI_{vol}$ (mGy)	Scan Length (L) (cm)	DLP (mGy cm)
Head	60	20	1,200
Chest	15	35	525
Abdomen	25	25	625
Pelvis	25	20	500
Body average (chest, abdomen or pelvis)			550

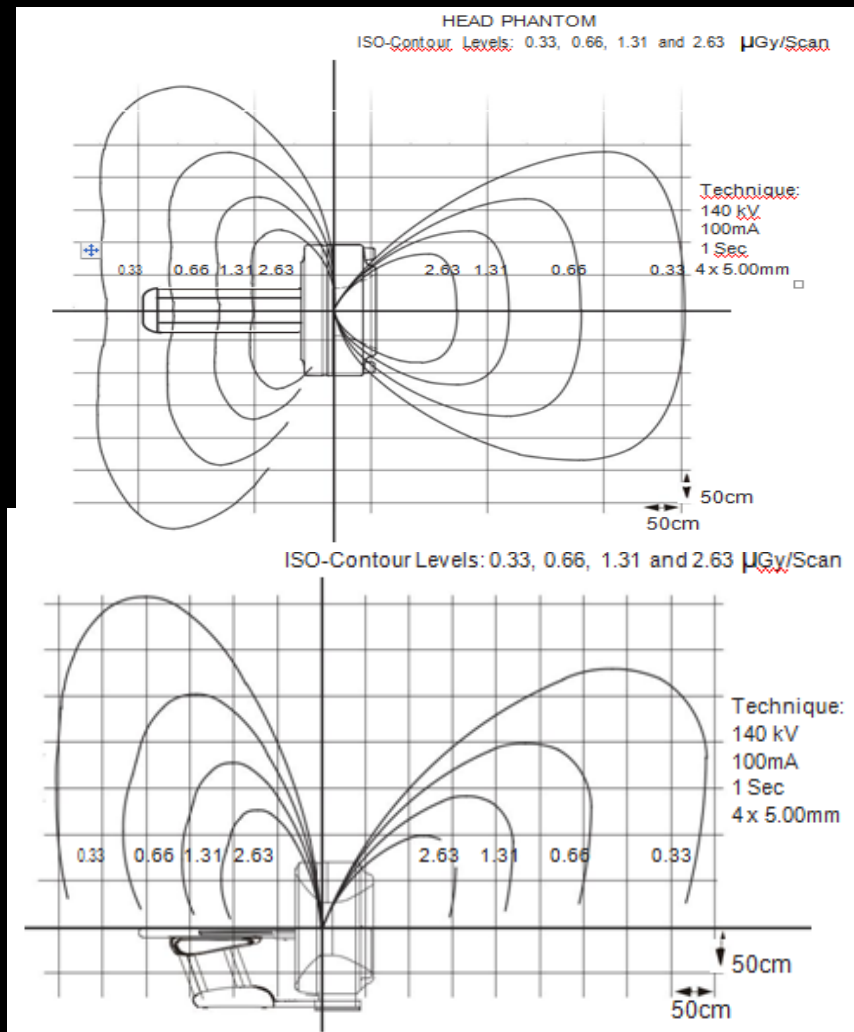
^aThese values result from reference values for DLP by EC (1999) and estimates of average values of $CTDI_{vol}$ in the United States derived from the American College of Radiology accreditation program. As indicated in Section 5.6.1, these values are subject to change in the future.

^bThe number of procedures will likely exceed the number of individual patients examined (Section 4.1.4).

^cFor the subset of procedures that is performed with and without contrast, the DLP value in Table 5.2 must be doubled.

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE UN TOMOGRAFO

- Método de mapas de dosis



CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE UN TOMOGRAFO

- Pitch.- es determinado por el ancho del haz en el eje Z y la distancia que recorre la camilla a lo largo del eje Z

$$P = d/W$$

Se encuentra en el data sheet del equipo.

INDEX OF ADULT ROUTINE ABDOMEN-PELVIS PROTOCOLS (by manufacturer)

[GE](#)

[Hitachi](#)

[Neusoft](#)

[Philips](#)

[Siemens](#)

[Toshiba](#)

GE	LightSpeed Pro 16***	LightSpeed VCT (w/ASIR) **	Discovery CT760 HD (w/ASIR) **
Scan Type	Helical	Helical	Helical
Rotation Time (s)	0.5	0.5	0.5
Detector Configuration	16 x 1.25 mm (20 mm, 4l)	64 x 0.625 mm (40 mm, 8l)	64 x 0.625 mm (40 mm, 8l)
Pitch	1.375	1.375	1.375
Table Feed/Interval (mm)	27.5	55.0	55.0
kV	120	120	120
Average mA	350	250	300
Auto-mA range	100-650	50-670	100-750
Noise Index (NI)†	11.57	22 (DR 50%)	35.42
SFOV	Large	Large	Large
ASIR	none	8850	8850

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE UN TOMOGRAFO

- κ = factores de la fracción de dispersión por centímetro cuadrado

- K_{sec} = Kerma secundario

$$\kappa_{head} = 9 \times 10^{-5} \text{ cm}^{-1} \quad (5.5a)$$

$$\kappa_{body} = 3 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-1}. \quad (5.5b)$$

- L = longitud de escaneo

- p = pitch

$$K_{sec}^1 = \kappa \frac{L}{p} mAs_n CTDI_{100}$$

- mAs miliamperaje usado

$$k_{sec} = \left(\frac{R}{d}\right)^2 \left[C * K_{sec-craneo}^1 + B * K_{sec-body}^1 \right]$$

- D distancia de calculo

- R distancia de calculo del kerma aire (1 m)

- C número de pacientes para cráneo

$$B = \frac{P}{K_{sec}^1}$$

- Numero de pacientes para abdomen

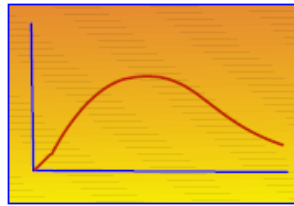


Fig. 5.9a. Espectro de la curva de radiación de frenado.

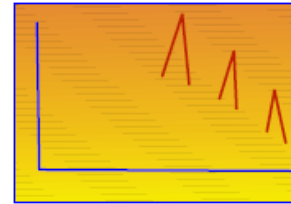


Fig. 5.9b. Espectro de la curva de radiación característica.

