



# Memoria Analítica

## Sala de Tomografía

Nombre del Establecimiento:  
**HOSPITAL GENERAL DE CELAYA**

Razón Social:  
**INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA DEL ESTADO DE  
GUANAJUATO**

Dirección:  
**Gobernador Victor Lizardi, esq. Juan B. Castelazo,  
Col. Valle del Real, C.P. 38020,  
Celaya, Guanajuato.**

Permiso de la S.S No. 005/AESR/2018 del 13 de Julio de 2018

Seguridad  
Radiológica,  
Radioterapia,  
Medicina  
Nuclear y  
Aplicaciones  
Industriales

73

**FECHA: 19 de Noviembre de 2020**  
Página 1 de 9



## Sala y equipo:

Esta memoria analítica se refiere a la Sala de Tomografía del establecimiento HOSPITAL GENERAL DE CELAYA, que se ubica en Gobernador Víctor Lizardi, esq. Juan B. Castelazo, Col. Valle del Real, C.P. 38020, Celaya, Guanajuato. Cuyo equipo tiene los siguientes límites operativos:

### Equipo de Tomografía

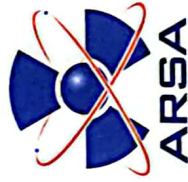
|         |         |         |                |
|---------|---------|---------|----------------|
| Marca:  | Philips | Modelo: | Brilliance iCT |
| kV/máx: | 140 kV  | mAsmáx: | 1275 mAs       |

### Consideraciones generales:

- La dosis límite semanal de 0.04cGy (equivalente de 0.4 mSv) para Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE) y 0.002cGy (equivalente de 0.02 mSv) para público.
- La carga de trabajo (W) se calcula sobre la base de 20 pacientes por día con un máximo de 32 cortes/paciente, 1.0seg/corte, 120mA, 6 días/semana que rutinariamente se examinan con, por lo que la carga de trabajo es  $W = 7680 \text{ mAmin/sem}$ , pero se proponen 24000 mAmin/sem para mayor seguridad.
- Se propone el siguiente Kerma en aire  $X_s = 6.96 \times 10^{-4} \text{ cGy/mAmin}$  que es la dosis medida en un fantoma de 30 cm de diámetro con barrido de 10mm de espesor, en el plano tomográfico a 1 m sobre el eje isocentro tomado a 1.0m sobre el piso.
- Los cálculos son realizados para 140 kV de energía de emisión máxima de los Rayos X para este equipo.
- Todas las paredes se consideran barreras secundarias.

Seguridad  
Radiológica,  
Radoterapia,  
Medicina  
Nuclear y  
Aplicaciones  
Industriales

74



## Algoritmos de cálculo:

- El coeficiente de atenuación B es:

$$B = \frac{Hm * d^2}{Xs * W * T} \text{----- (1')}$$

- Espesor del blindaje S:

$$S = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left[ \frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right] \text{----- (2')}$$

Donde:

Hm es la dosis límite [cGy/sem]

d es la distancia desde el isocentro al punto de interés [m]

Xs es el kerma en aire a 1 m [cGy m/mA min]

W es la carga de trabajo [mA min/sem]

T es la ocupación del área

S es el espesor de la barrera en plomo y concreto o vidrio [mm y cm respectivamente]

$\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  son coeficientes de ajuste.

*Coefficientes de ajuste para 140kV*

| Coef. /<br>Material | a      | b      | g      |
|---------------------|--------|--------|--------|
| Plomo               | 2.7667 | 10.855 | 1.0281 |
| Concreto            | 0.3422 | 0.4628 | 1.1691 |
| Vidrio              | 0.3627 | 0.3807 | 1.5712 |

- En referencia a los concretos, concreto es aquel con densidad de 2.2 g/cc y concreto baritado es el de 3.2g/cc.

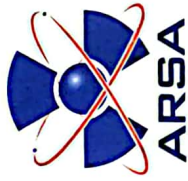
- La distancia se toma desde la fuente emisora de radiación al punto de cálculo que se localiza a 0.30 m de la cara exterior de las paredes, a 0.50 m del piso superior en consideración y a 1.70 m del piso inferior en caso de que aplique.

- Las sala de Tomografía se encuentra en planta baja, se considera una altura piso-loza de 4.05 m.

75



- Los espesores calculados son válidos exclusivamente para las condiciones expresadas en este documento, cualquier variación en los planos (dimensiones o colindancias) o en las características del equipo o en su disposición, pueden alterar los espesores calculados, por lo que en este caso se deberá hacer una revisión de esta memoria.
- ASESORES EN RADIACIONES S.A. (ARSA), cuenta con Permiso de la S.S No. 005/AESR/2018 del 13 de Julio de 2018, para realizar trabajos de Asesor Especializado en Seguridad Radiológica para Establecimientos de Diagnóstico Médico con Rayos X.
- La presente memoria deberá ser evaluada y autorizada por la SS.
- Para la sala existe un anexo donde se determinan los puntos de cálculo y medida.
- En caso de que los marcos de las puertas sean de acero, 1 mm de plomo es equivalente a 6.5 mm de acero.
- Antes de poner en operación los equipos, se deberá realizar un levantamiento de niveles de radiación para verificar los blindajes.
- La altura del blindaje debe ser por lo menos de 2.1 m de altura desde el piso.



## Sala de Tomografía

### Descripción de la instalación, cálculos y resultados.

#### PARED I

Colinda con Área de Control y baño, ocupación total y zona controlada.  $H_m = 0.04$  cGy/sem,  $d = 4.67$  m (al punto a) y  $T = 1$ .

de la ecuación 1' se tiene que:

$$B = (0.04 * (4.67^2)) / ((0.000696 * 24000 * 1)) = 0.05222$$

de la ecuación 2' se tiene que el espesor que corresponde a este coeficiente es:

$$S = 0.567 \text{ mm Pb}$$

El espesor del blindaje de la PARED I debe tener al menos 0.6 mm de plomo.

#### PARED II

Colinda con pasillo, ocupación parcial y zona no controlada.  $H_m = 0.002$  cGy/sem,  $d = 2.91$  m (al punto b) y  $T = 0.25$ .

de la ecuación 1' se tiene que:

$$B = (0.002 * (2.91^2)) / ((0.000696 * 24000 * 0.25)) = 0.00406$$

de la ecuación 2' se tiene que el espesor que corresponde a este coeficiente es:

$$S = 1.435 \text{ mm Pb}$$

El espesor del blindaje de la PARED II debe tener al menos 1.5 mm de plomo.

Seguridad  
Radiológica,  
Radioterapia,  
Medicina  
Nuclear y  
Aplicaciones  
Industriales

77



## **PARED III**

Colinda con elevador, cuarto eléctrico y pasillo, ocupación parcial y zona no controlada.  $H_m = 0.002$  cGy/sem,  $d = 3.75$  m (al punto c) y  $T = 0.25$ .

de la ecuación 1' se tiene que:

$$B = (0.002 * (3.75^2)) / (((0.000696 * 24000 * 0.25) = 0.00673$$

de la ecuación 2' se tiene que el espesor que corresponde a este coeficiente es:

$$S = 1.255 \text{ mm Pb}$$

**El espesor del blindaje de la PARED III debe tener al menos 1.3 mm de plomo.**

## **PARED IV**

Colinda con pasillo, ocupación parcial y zona no controlada.  $H_m = 0.002$  cGy/sem,  $d = 2.56$  m (al punto d) y  $T = 0.25$ .

de la ecuación 1' se tiene que:

$$B = (0.002 * (2.56^2)) / (((0.000696 * 24000 * 0.25) = 0.00314$$

de la ecuación 2' se tiene que el espesor que corresponde a este coeficiente es:

$$S = 1.527 \text{ mm Pb}$$

**El espesor del blindaje de la PARED IV debe tener al menos 1.6 mm de plomo.**



### TECHO

Colinda con oficinas, ocupación total y zona no controlada.  $H_m = 0.002 \text{ cGy/sem}$ , considerando una altura de 4.05 m, se considera  $d = 3.55 \text{ m}$  hasta la ocupación y  $T = 1$ .

de la ecuación 1' se tiene que:

$$B = (0.002 * (3.55^2)) / ((0.000696 * 24000 * 1) = 0.00151$$

de la ecuación 2' se tiene que el espesor que corresponde a este coeficiente es:

$$S = 1.789 \text{ mm Pb}$$

El espesor del blindaje del TECHO debe tener al menos 1.8 mm de plomo o 14.9 cm de concreto normal.

### PISO

Colinda con tierra firme, razón por la que no se considera en los cálculos.

## Conclusiones

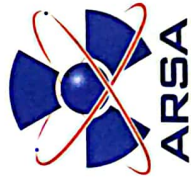
La siguiente tabla contiene los espesores de las barreras calculadas en plomo. El espesor de las barreras puede elegirse de diversos materiales además del plomo, tales como concreto normal, concreto baritado, ladrillo, etc. siempre y cuando se garantice debidamente documentado su equivalencia con el plomo a la energía y espesor aquí calculados:

### Sala de Tomografía

| Sitio     | ESPESOR DEFINITIVO |                                            |                       |
|-----------|--------------------|--------------------------------------------|-----------------------|
|           | [mm] de Plomo      | [cm] de Concreto Normal<br>[f=2.35 mg/cm3] | [cm] de Vidrio normal |
| Pared I*  | 0.6                | 6.0                                        | 6.9                   |
| Pared II  | 1.5                | 12.4                                       | 14.0                  |
| Pared III | 1.3                | 11.1                                       | 12.6                  |
| Pared IV  | 1.6                | 13.1                                       | 14.7                  |
| TECHO     | 1.8                | 14.9                                       | 16.7                  |

79

\* Incluye el vidrio de la ventana de observación.



## Bibliografía

- Norma Oficial Mexicana NOM-229-SSA1-2002 Salud ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X.
- NCRP Report No. 49 Structural shielding desing and evaluation for medical use of X rays and gamma rays of energies up to 10 MeV.
- Specification and Acceptance Testing of Computed Tomography Scanners, AAPM Report No.39.

## Notas:

- Los espesores calculados son los espesores mínimos que deben tener las paredes, techo, puertas y ventana.
- En caso de existir dos cálculos para una misma barrera se debe considerar el mayor.
- El uso de acero estructural se debe considerar con respecto al plomo de la siguiente manera:
  - 6.4 mm de acero es equivalente a 1 mm de plomo.
- El traslape entre blindajes o diferentes blindajes debe ser como mínimo de 1 cm.
- En el anexo de cada sala se indican las paredes a colocar protección.

## ANEXO

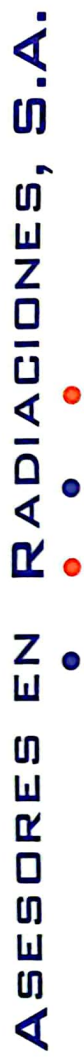
Croquis donde se muestran los puntos de medida y cálculo

Elaboró

Ing. Fis. Hugo Israel Plascencia Pérez

Revisó

M. en C. Carlos Rodríguez Islas



## ANEXO

Diagrama de planta de un laboratorio de física nuclear. El diagrama muestra una sala central con un tomógrafo y una ventana de observación. Las paredes están etiquetadas como PARED I, PARED II, PARED III y PARED IV. Las áreas incluyen el CUARTO DE GENERADORES, el CUARTO ELÉCTRICO, el PASILLO, el ÁREA DE CONTROL y el BAÑO. Se indican puntos de medición a, b, c y d.

Escaneado con CamScanner