



**GERENCIA DE OPERACIONES PREVENTIVAS
ÁREA ESPECIALIDADES TÉCNICAS**

**INFORME TÉCNICO N° 201403028059
EVALUACIÓN DE RIESGOS DE HIGIENE OCUPACIONAL**

1. ANTECEDENTES

Empresa : **SERVICIO DE SALUD METROPOLITANO SUR ORIENTE**
Sucursal : **HOSPITAL CLÍNICO METROPOLITANO DE LA FLORIDA
DRA. ELOÍSA DÍAZ INSUNSA**

N° de Empresa Asociada : 33334
Dirección : Froilán Roa N° 6542
Comuna : La Florida
Director Servicio : **DR. ANTONIO INFANTE**
Directora Hospital : **DRA. MIDORI SAWADA**
Fecha de la Actividad : 26 de Marzo de 2014
Efectuado por : Rocío Córdova Avendaño
Revisado por : René Prado León
Objetivo : Evaluar niveles de radiaciones ionizantes del staff que participa en intervenciones quirúrgicas con apoyo radiológico, equipo Arco C y, en relación con los resultados obtenidos recomendar medidas de control.

2. RESUMEN

De acuerdo a lo solicitado por el Servicio de Salud Metropolitano Sur Oriente (SSMSO), se realizó una medición de niveles de radiaciones ionizantes generadas por el uso de equipo Arco C al interior de Pabellón N° 1 del Hospital La Florida. La evaluación se llevó a efecto con la colaboración de la Srta. Ana María Lillo, Oficial de Protección Radiológica del Hospital.

De los resultados obtenidos se puede concluir que los niveles de radiaciones ionizantes para el personal ocupacionalmente expuesto al realizar exámenes en Pabellones se encuentran controlados.

Con respecto al personal no-ocupacionalmente expuesto, los niveles de radiación se encuentran controlados dadas las características estructurales del Pabellón.

Se entregan recomendaciones de protección radiológica operacional en el punto N° 8 del informe.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EVALUADO

El Hospital La Florida dispone de un área Pabellón Central, compuesta por cinco pabellones, donde se debe utilizar un equipo de Rayos X, Arco C, principalmente en cirugías de tipo traumatológicas. Para el desarrollo de estos procedimientos se cuenta con tres equipos Arco C marca General Electric, modelo OEC 9900 Elite, que constan de dos partes, el Arco propiamente tal y el monitor utilizado. Estos equipos se utilizan en modo automático por ser un equipo móvil donde el Arco cuenta con diversos frenos que al quitarlos permiten moverlos en todas direcciones del espacio. Dentro de las técnicas más utilizadas se encuentran las AP y AXIAL (AP: en posición vertical; AXIAL: en posición lateral).

Los exámenes los realiza un Tecnólogo Médico, aunque en el interior del Pabellón se encuentra el staff involucrado en la intervención quirúrgica.

Para efectos de la presente medición se escoge el Pabellón N° 1 como referencia de cualquiera de los pabellones que se hubiese utilizado considerando que la ubicación del staff es la misma (ver Figura N° 1). La distribución en su interior no se encuentra establecida, ya que la mesa y equipos por tener la característica de ser móviles son distribuidos en función del tipo de cirugía, paciente y número de personas que se encuentren al interior.

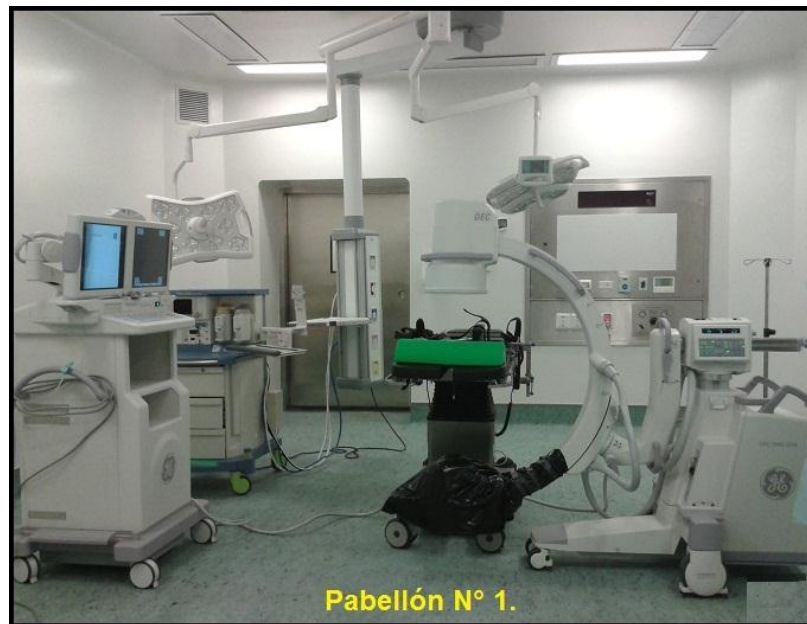


Figura N° 1. Pabellón N° 1. Área Pabellón Central. Hospital La Florida.

Respecto a las características del Pabellón N° 1, se puede indicar que sus muros son de concreto recubiertos con láminas plomadas, con un área total de



aproximadamente 40 m². Cuenta con dos puertas de acceso que están blindadas, al igual que las ventanillas que estas poseen. Colinda con pasillo N° 1 y 2, Pabellón N° 2.

En el área Pabellón Central se cuenta con elementos de protección para el personal que interviene en cirugía (Delantales y protectores de tiroides poseen 0,5 mm de plomo y gafas plomadas).

Se observó que aún no se tiene la señalética de seguridad y, según lo informado por la Encargada de Protección Radiológica se pretende contar con señalética móvil por cada equipo en el corto plazo.

De acuerdo a la información entregada, 56 personas del área Pabellón Central cuentan con dosimetría de Nuclear Control.

4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN E INSTRUMENTOS DE MONITOREO

4.1. Reglamentación vigente.

En nuestro país, el marco regulatorio en materia de radiaciones ionizantes están especificados en los Decretos Supremos N° 133/85, MINSAL denominado **“Reglamento sobre autorizaciones para instalaciones radiactivas o equipos generadores de radiaciones ionizantes, personal que se desempeña en ellas, u opere tales equipos y otras actividades afines”**, y N° 03/85 MINSAL que **“Aprueba reglamento de protección radiológica de instalaciones radiactivas”**.

En términos generales, el Decreto de autorización establece tres categorías de instalaciones atendiendo a la naturaleza del riesgo. De acuerdo a esto, las instalaciones de primera categoría corresponden a: Aceleradores de partículas, plantas de irradiación, laboratorios de alta radiotoxicidad, radioterapia y roentgenterapia profunda y radiografía y gammagrafía industrial. La autoridad competente para esta categoría es la Comisión Chilena de Energía Nuclear.

En segunda categoría se contemplan los laboratorios de baja radiotoxicidad, rayos X médicos - dentales, radioterapia y roentgenterapia superficial. Finalmente, en tercera categoría se incluyen los equipos de fuentes selladas de uso industrial, tales como pesómetros, densitómetros, medidores de flujo y de nivel, medidores de espesor, fuentes patrones, etc. Para estas dos últimas categorías la autoridad competente corresponde al Ministerio de Salud a través de sus Servicios de Salud. En la Región Metropolitana corresponde al SEREMI R.M.

4.2. Criterio Legal de Evaluación (Límites de Exposición).

Con respecto a los límites de dosis, éstos se especifican en el Decreto N° 03/85, estableciéndose para trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes, los siguientes límites de **dosis anuales**:

Tabla N°1. Límites de dosis anuales, según órgano expuesto.
Decreto N° 03/85.

Órgano Expuesto	Límite de Dosis
Cuerpo entero, gónadas, médula ósea	5 Rem (50 mSv)
Cristalino	30 Rem (300 mSv)
Cualquier otro órgano en forma individual	50 Rem (0,5 Sv)

Cabe mencionar que actualmente en nuestro país no existen normas relativas a los requisitos que deben reunir las instalaciones radiactivas desde el punto de vista de la Radioprotección, como tampoco las hay en relación a los procedimientos de trabajo en dichas instalaciones radiactivas, por lo tanto, se adoptará el siguiente criterio:

El límite de dosis equivalente para personas ocupacionalmente expuestas a radiaciones ionizantes corresponde a 5 Rem/año (50 mSv), considerando 2.000 horas de trabajo al año, se obtiene una tasa de dosis de 2,5 mRem/hr como límite referencial para cuerpo entero, para evaluar puestos de trabajo donde se desempeñen personas ocupacionalmente expuestas a radiaciones. También se adopta como criterio la consideración: Rem/Roentgen =1, por lo tanto, en términos de tasa de exposición el límite referencial contemplado será de 2,5 mR/h, lo que equivaldría a 2.5 mRem/h (límite de dosis equivalente).

Siguiendo el mismo criterio, el límite referencial para el cristalino del ojo resultará de 15 mRem/h o 15 mR/h.

De acuerdo al marco legal indicado, los límites de exposición se establecen para efectos **ocupacionales** a radiaciones ionizantes, es decir, para aquellas personas cuyo desempeño laboral involucra necesariamente el uso de sustancias radiactivas o equipos emisores de radiación ionizante, no indicándose límites para personal no-ocupacionalmente expuesto o público en general, sin embargo, recomendaciones internacionales sugieren que para estos casos se deberá aceptar como límite de dosis la equivalente a 1/10 de las establecidas para personas ocupacionalmente expuestas, por lo tanto, en términos de tasa de

exposición el **límite referencial no-ocupacional** contemplado será de **0,25 mR/h**, que equivale a 0,25 mRem/h (límite de dosis equivalente).

4.2. Parámetros de medición.

- Tasa de exposición: Corresponde a la variación de la exposición en un intervalo de tiempo. La unidad con el submúltiplo más utilizado es el miliRoentgen/hora, (mR/h); la exposición corresponde a una medida de la ionización producida en aire por radiación X o gamma. 1 Roentgen es la exposición requerida para producir en el aire la cantidad de 2.54×10^{-4} Coulomb (cargas eléctricas) de iones de un mismo signo por kilogramo de aire.
- Dosis equivalente: Corresponde a la magnitud empleada en Protección Radiológica como indicador del daño biológico producido por las radiaciones ionizantes de diferentes tipos, por lo que corresponde a la magnitud utilizada para establecer los límites ocupacionales. Su unidad en el sistema antiguo es el (Rem) que es aún utilizada en nuestra reglamentación. La nueva unidad propuesta es el Sievert (Sv).

4.3. Instrumentos de Muestreo.

Para medir el nivel del grado de protección radiológica, se utiliza una Cámara de Ionización marca Fluke Biomedical 451p RYR, Serie 1975, calibrada con patrón de Cs-137 para los rangos de energía típicos de radiodiagnóstico médico en el Laboratorio de Metrología de la CCHEN; 71 KV, 105 KV y 180 KV.

4.4. Caracterización del agente.

El agente de riesgo en las instalaciones y equipo señalados corresponde a Radiación X proveniente del tubo que posee el Arco C. Cuando los rayos X del haz primario atraviesan el cuerpo del paciente se produce absorción y retrodispersión de la radiación (scattering), siendo esta última componente la principal causa de exposición para el operador y staff, la que en todo caso presenta una energía menor que la radiación del haz principal (incidente).

4.5. Plan de muestreo.

El plan de medición que se describe a continuación fue realizado previa inspección física de la instalación y de la información de su uso, proporcionada por los operadores de estos equipos para construir el levantamiento radiométrico. En Anexo N° 1 se muestra distribución del staff al interior de la instalación y se señalan los puntos o lugares de medición.

Se simula examen a un **adulto** mediante técnica Fluoroscopia continua, considerando las siguientes situaciones:

- Se identifica la posición AP de orientación del haz de emisión de Rayos X del equipo radiológico.
- Para simular una condición de trabajo habitual, la metodología de medición consistió en utilizar un fantoma de pie-tobillo en reemplazo de pacientes, compuesto por botellas con suero para la simulación de la técnica y generar radiación secundaria.
- Con la información proporcionada por personal de Pabellón Central se definió la ubicación habitual de cada uno de los miembros del staff dentro del Pabellón, compuesto normalmente por 8 profesionales: 2 Cirujanos, un Anestesista, un Técnico Anestesista, una Arsenalera, un Enfermero, una Pabellonera, un Tecnólogo Médico (Operador Rayos X).
- Para medir la exposición de cada miembro del staff se ubicó sucesivamente en cada posición de ellos un delantal plomado¹ colgado de un pedestal portasuero a la altura de una persona de estatura normal, solicitando al Tecnólogo Médico tres exposiciones: una para medir delante del delantal plomado, la otra para medirla detrás y la tercera para el nivel ocular.
- Los factores de técnica radiológica utilizada corresponden a un examen de adulto (personal en área control): 74 kVp, 5,0 mAs (8 imágenes por segundo).

5. RESULTADOS

En las Tablas N° 2 y 3 se presentan los resultados de las mediciones realizadas en el Pabellón N° 1.

Tabla N° 2. Resultados levantamiento radiométrico operacional.
Pabellón N° 1. Área Pabellón Central. Hospital La Florida.

N°*	Punto Evaluado	Tasa Exposición Adelante delantal (mR/h)	Tasa Exposición Detrás delantal (mR/h)	Tasa Exposición Ocular (mR/h)
1	Cirujano 1	120	2,7	65
2	Cirujano 2	135	2,9	70
3	Arsenalera	13,5	0,270	14
4	Anestesista	19	0,340	15
5	Técnico Anestesista	4,9	0,100	7

¹ El delantal plomado fue seleccionado por personal de Pabellón.

N°*	Punto Evaluado	Tasa Exposición Adelante delantal (mR/h)	Tasa Exposición Detrás delantal (mR/h)	Tasa Exposición Ocular (mR/h)
6	Pabellonera	9	0,210	9
7	Tecnólogo Médico	0,360	0,050	4,2
8	Enfermero	NRF	NRF	9

mR/h : miliRoentgen/hora, tasa de exposición.

NRF: Nivel de radiación de fondo (hasta 0,012 μ R/h).

Adelante, Detrás: Posición de la medición respecto del delantal plomado.

*Número de identificación de medición, ver Anexo N° 1.

Tabla N° 3. Resultados levantamiento radiométrico intrínseco.
Pabellón N° 1. Área Pabellón Central. Hospital La Florida.

N°*	Punto Evaluado	Tasa Exposición (mR/h)
9	Ventana puerta de acceso pasillo N° 1	NRF
10	Puerta de acceso pasillo N° 1	NRF
11	Ventana puerta de acceso pasillo N° 2	NRF
12	Puerta de acceso pasillo N° 2	NRF
13	Muro Pabellón N° 2	NRF
14	Referencia Ambiental	3,7

NRF: Nivel de radiación de fondo (hasta 0,012 μ R/h).

*Número de identificación de medición, ver Anexo N° 1.

6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

De acuerdo con los resultados obtenidos (Tablas N° 2 y 3) se puede indicar lo siguiente:

- El puesto de trabajo que resultó con mayor exposición fue el de Cirujanos (N° 1 y 2), donde a pesar de la atenuación que le proporciona el delantal plomado a la radiación dispersa, resultó insuficiente para reducirla a un valor inferior al límite referencial ocupacional de 2,5 mR/h, ya que de 120 y 135 mR/h que recibieron delante de su delantal disminuyó a 2,7 y 2,9 mR/h detrás de éste respectivamente. **No obstante el nivel de exceso se puede considerar aun así controlado, si se considera que para alcanzar la dosis referencial diaria de 20 mR/h dispondrían del orden de 7 horas**

continuas de exposición, cosa que no sucede en la realidad, ya que su exposición es a períodos cortos con repetibilidad variable.

- Con excepción de los Cirujanos, todos los demás puestos de trabajo recibieron niveles de radiación dispersa, detrás de sus delantales, inferiores al límite referencial ocupacional de 2,5 mR/h. Con ello se demuestra atenuación eficiente de los delantales plomados considerando, además, la distancia relativa que se ubican en el interior del Pabellón de acuerdo a sus funciones.
- Respecto a la exposición ocular se puede señalar que para los Cirujanos y Anestesiista (N° 1, 2 y 4), los valores obtenidos sobrepasan el límite referencial ocular de 15 mR/h, lo cual se debe a la ubicación relativa que tienen estas personas respecto al foco de emisión de radiación dispersa. Los otros puestos de trabajo (N° 3, 5, 6, 7 y 8) se encuentran bajo el límite, lo cual es esperable dada la distancia a la que se encuentran más alejados de la fuente generadora de radiación dispersa.
- En el caso de la protección radiológica intrínseca se obtienen valores NRF, por lo que no exceden el límite referencial no-ocupacional de 0,25 mR/h, además su relevancia es menor a lo que ocurre en el interior del Pabellón, dado que son áreas controladas y el personal es de baja permanencia. Cabe señalar que la referencia ambiental al interior del Pabellón es de 3,7 mR/h.

7. CONCLUSIONES

Considerando la metodología y condiciones de medición empleadas en el levantamiento radiométrico realizados en el Pabellón se concluye que:

- Cada puesto de trabajo recibe niveles de radiación en magnitudes variables que dependen principalmente de la distancia relativa de cada miembro del staff, con respecto a la fuente que genera la radiación dispersa (fantoma en el presente estudio, paciente en condiciones reales) y del tiempo total de la exposición.
- En términos generales, los delantales plomados proveen la atenuación necesaria para limitar la radiación dispersa a niveles considerados aceptables en cirugías con apoyo radiológico como la simulada en el presente estudio, considerando que el tiempo de exposición no supera las 7 horas para el caso de los Cirujanos.
- Los niveles de radiación que se dispersan hacia el exterior del Pabellón N° 1 se encuentran controladas en magnitud, por lo tanto no afectan a otro personal que se encuentre en el área colindante a este lugar.

8. RECOMENDACIONES

Es sabido que una buena gestión de protección radiológica asociada al uso de equipos de Rayos X tipo Arco C utilizados como apoyo en intervenciones quirúrgicas debe hacer uso principalmente del concepto de protección radiológica operacional, es decir, basado en procedimientos de trabajo seguros, particularmente cuando las medidas de protección radiológica intrínsecas ya se encuentran adoptadas (blindajes en la instalación, sistemas de alarma en los equipos de Rayos X al alcanzar ciertos niveles de dosis, etcétera).

Tales medidas operacionales deben considerar:

- **Política de autocuidado:** Utilizar los elementos de protección radiológica disponibles: delantales plomados, protectores tiroideos, lentes o gafas plomadas u otras barreras disponibles en la instalación (usualmente equipos de apoyo quirúrgico), maximizar las distancias de cada miembro del staff con respecto a la fuente generadora de radiación (dentro de sus posibilidades) cada vez que se realice alguna exploración radiológica.
- **Capacitación:** Capacitar o informar a cada miembro del staff, en las proporciones en que a cada uno le corresponda participar en el Pabellón, de los riesgos potenciales asociados a su exposición a radiación ionizante y las conductas apropiadas que deben esperarse en beneficio de la radioprotección.
- **Optimización:** Limitar la cantidad de personal a lo estrictamente necesario, racionalizar el uso de fluoroscopia, escoger factores de técnica radiológica que minimicen las dosis.

Otras medidas adicionales que pueden incidir significativamente en una buena gestión de protección radiológica considera:

- La mantención oportuna del equipo de rayos X y accesorios, el buen estado de los elementos de protección personal (delantales, lentes o gafas²), tipo adecuado de delantal plomado para la labor de cada miembro del staff (un delantal tipo pechera no le servirá a alguien que tenga que darle la espalda a la fuente de radiación dispersa).

9. CONTROL DE CUMPLIMIENTO

La ACHS a través del Experto en Prevención de Riesgos asignado, acordará la fecha de verificación del cumplimiento de las medidas de control señaladas en el

² Es recomendable, como regla práctica, mantener tres pares de gafas plomadas para aquellos puestos de trabajo que usualmente se desempeñan **junto** a la camilla quirúrgica, normalmente Cirujano 1, Anestesiista, y eventualmente un Cirujano 2.

presente informe técnico.

La Asociación Chilena de Seguridad, a través de su Área de Especialidades Técnicas, queda a disposición de la empresa para consultas respecto de lo presentado en este informe.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'R. Córdova', is centered above the name.

**ROCÍO CÓRDOVA AVENDAÑO
ESPECIALISTA HIGIENE INDUSTRIAL
GERENCIA DE OPERACIONES PREVENTIVAS**

C. c.: Srta. Verónica Uribe, Experto ACHS - Agencia La Florida – San Miguel – Puente Alto (e-mail).
Carpeta Empresa Agencia La Florida – San Miguel – Puente Alto.
Depto. Higiene Ocupacional.
Corr/Arch.

NAA/RPL/RCA/sil.

Santiago, 06 de Junio de 2014.

ANEXO N° 1: PUNTOS DE MEDICIÓN PABELLÓN N° 1. ÁREA PABELLÓN CENTRAL. HOSPITAL LA FLORIDA.

