



**GERENCIA DE OPERACIONES PREVENTIVAS
ÁREA ESPECIALIDADES TÉCNICAS**

**INFORME TÉCNICO N° 201403020713
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 : 19 de Marzo de 2014
Efectuado por : Rocío Córdova Avendaño
Revisado por : René Prado León
Objetivo : Evaluar el grado de protección radiológica de la Salas de Rayos X Dentales, Panorámica e Intraoral 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 evaluación de protección radiológica de las Salas de Rayos X Dental Panorámica e Intraoral 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 las instalaciones evaluadas, satisfacen requisito de protección radiológica al atenuar eficientemente la radiación secundaria a niveles inferiores al límite referencial ocupacional de 2,5 mR/h y al límite referencial no-ocupacional de 0,25 mR/h en relación a cada punto evaluado.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EVALUADO

El Hospital La Florida posee dos Salas Dental de Rayos X, en la cual se tienen instalados los siguientes equipos:

1. **Sala Intraoral:** Posee equipo Digital, marca Planmeca, modelo Intra, con sistema de sujeción fijo. La Sala cuenta con las siguientes características:

- Los muros son de concreto recubiertos con láminas plomadas y colindan con: Pasillos, Box Dental y Sala Panorámica.
- Se tiene 1 puerta plomada que comunica con pasillo.
- Se dispone de un biombo portátil de aproximadamente 1 m de ancho por 2 m alto, el cual posee una ventana para observar al paciente.
- No posee vestidor interior.
- No posee ventanas en el perímetro de la sala.
- Posee trisector de área controlada con leyenda “Radiación ionizante. No ingresar sin autorización” y luz de advertencia en el exterior, la cual se encuentra encendida durante toda la duración del examen.
- Por el momento no se cuenta con afiche de protección de embarazadas.
- EPP plomado disponible: 2 delantales y 2 protectores de tiroides.
- Personas ocupacionalmente expuestas del área Dental: 4, cuentan con dosimetría de la empresa Nuclear Control.

2. **Sala Panorámica**: Posee equipo Ortopantomógrafo Digital, marca Planmeca, modelo Promax, para la toma de radiografías panorámicas y telerradiografías. La Sala cuenta con las siguientes características:

- Los muros son de concreto recubiertos con láminas plomadas y colindan con: Pasillo, Laboratorio Dental, Box Dental y Sala Intraoral.
- Se tiene 1 puerta plomada que comunica con pasillo.
- No posee vestidor interior.
- No posee ventanas en el perímetro de la sala.
- Se dispone de dos biombos portátiles de aproximadamente 1 m de ancho por 2 m alto, los cuales poseen una ventana cada uno para observar al paciente.
- No posee vestidor interior.
- No posee ventanas en el perímetro de la sala.
- Posee trisector de área controlada con leyenda “Radiación ionizante. No ingresar sin autorización” y luz de advertencia en el exterior, la cual se encuentra encendida durante toda la duración del examen.
- Por el momento no se cuenta con afiche de protección de embarazadas.
- EPP plomado disponible: 4 delantales y 2 protectores tiroideos.

Los exámenes son realizados por un Técnico Paramédico Dental y, a veces por el Odontólogo, quienes cuentan con biombos plomados en las Salas, ya que los equipos se operan en el interior de las mismas. Sí el Odontólogo se encuentra realizando informes en la Sala Panorámica se informó que se retira del lugar si se realiza la toma de radiografías, ya que el escritorio se encuentra frente al Ortopantomógrafo sin separación alguna.

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 mR/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 las tasas de exposición, 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 equipos señalados corresponde a Radiación X proveniente del tubo que cada uno de los equipos posee. 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, la que en todo caso presenta una energía menor que la radiación del haz principal (incidente).

4.5 Plan de muestreo.

Los planes de medición que se describen a continuación fueron realizados previa inspección física de cada instalación y de la información de su uso, proporcionada por los operadores de estos equipos para construir el levantamiento radiométrico, orientado a la verificación de la eficiencia de atenuación de barreras a la radiación primaria o secundaria (o dispersa) tales como muros, tabiques, puertas, ventanas y biombos plomados. En Anexo N° 1 se muestra distribución de los equipos al interior de las instalaciones y se señalan los puntos o lugares de medición.

- 1) Simulación de examen en equipo Intraoral Digital a una persona sentada mediante técnica retroalveolar en molar superior izquierdo y derecho, considerando las siguientes situaciones:
 - a. Detrás de biombo en cuerpo y ventana, donde se ubica el Técnico Paramédico Dental u Odontólogo, mientras se realiza el examen.
 - b. En umbral que se genera producto del uso de biombo, mientras personal permanece en esta misma durante el examen.
 - c. En puerta de ingreso de la Sala Dental, mientras personal permanece en esta misma durante el examen.
- 2) Simulación de examen en equipo Ortopantomógrafo Digital, mediante técnicas Telerradiografía y Panorámica, considerando las siguientes situaciones:
 - a. Detrás de ambos biombos, en cuerpo y ventana, donde se ubica el Técnico Paramédico Dental u Odontólogo, mientras se realiza el examen.

- b. En umbral que se genera producto del uso de biombo, mientras personal permanece en esta misma durante el examen.
 - c. En puerta de ingreso a Sala Dental, mientras personal permanece en esta misma durante el examen.
 - d. En puesto de trabajo de Odontólogo (escritorio). Se utilizará como referencia.
- Para simular una condición de trabajo habitual, la metodología de medición consistió en utilizar un fantoma de cabeza en reemplazo de pacientes, el cual consistió en una botella con suficiente agua para la simulación de las técnicas y generar radiación secundaria.
- Factores de técnica radiológica utilizada:
- Equipo Intraoral Digital, retroalveolar molar superior izquierdo y derecho (personal en área control): 60kVp, 8mA, 0,05 s.
 - Equipo Ortopantomógrafo Digital – Modo Telerradiografía (personal en área control): 68kVp, 5mA, 18,72 s.
 - Equipo Ortopantomógrafo Digital – Modo Panorámico (personal en área control): 68kVp, 13mA, 17 s.

5. RESULTADOS

5.1 Equipo Intraoral Digital:

En la Tabla N° 2 se presentan los resultados de las mediciones realizadas en la Sala Dental de Rayos X Intraoral, equipo Intraoral Digital.

Tabla N° 2. Resultados levantamiento radiométrico.
Sala Dental Rayos X Intraoral. Equipo Intraoral Digital.

N°	Punto Evaluado	Tasa Exposición (mR/h)	Tasa Exposición (mR/h)
		Técnica: Retroalveolar molar superior izquierdo	Técnica: Retroalveolar molar superior derecho
1	Detrás biombo (cuerpo)	NRF	NRF
2	Detrás biombo (ventana)	0,015	0,015
3	Umbral biombo	0,380	0,380

N°	Punto Evaluado	Tasa Exposición (mR/h) Técnica: Retroalveolar molar superior izquierdo	Tasa Exposición (mR/h) Técnica: Retroalveolar molar superior derecho
4	Pasillo (Puerta ingreso Sala)	NRF	NRF
5	Referencia Ambiental	0,5 mR/h	0,5 mR/h

mR/h : miliRoentgen/hora, tasa de exposición.
NRF: Nivel de radiación de fondo, entre 0,005 y 0,012 mR/h.

5.2 Resultados Equipo Ortopantomógrafo Digital:

En la Tabla N° 3 se presentan los resultados de las mediciones realizadas en la Sala Dental de Rayos X Panorámica, equipo Ortopantomógrafo Modo Telerradiografía.

5.2.1 Modo Telerradiografía:

Tabla N° 3. Resultados levantamiento radiométrico.
Sala Dental Rayos X Panorámica. Equipo Ortopantomógrafo Digital. Modo Telerradiografía.

N°	Punto Evaluado	Tasa Exposición (mR/h) Técnica: Telerradiografía
1	Detrás biombo 1 (cuerpo)	0,031
2	Detrás biombo 1 (ventana)	0,210
3	Detrás biombo 2 (cuerpo)	0,020
3	Detrás biombo 2 (ventana)	0,070
5	Umbral biombo	0,5
6	Pasillo (Puerta ingreso Sala)	NRF
7	Puesto de trabajo (Referencia Ambiental)	2,2

mR/h: miliRoentgen/hora, tasa de exposición.
NRF: Nivel de radiación de fondo, entre 0,005 y 0,012 mR/h.

5.2.2 Modo Panorámico:

En la Tabla N° 4 se presentan los resultados de las mediciones realizadas en la Sala Dental de Rayos X Panorámica, equipo Ortopantomógrafo Modo Panorámico.

Tabla N° 4. Resultados levantamiento radiométrico.
Sala Dental Rayos X Panorámica. Equipo Ortopantomógrafo Digital. Modo Panorámico.

N°	Punto Evaluado	Tasa Exposición (mR/h) Técnica: Panorámica
1	Detrás biombo 1 (cuerpo)	0,017
2	Detrás biombo 1 (ventana)	0,031
3	Detrás biombo 2 (cuerpo)	NRF
4	Detrás biombo 2 (ventana)	0,036
5	Umbral biombo	0,4
6	Pasillo (Puerta ingreso Sala)	NRF
7	Puesto de trabajo (Referencia Ambiental)	1,75

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

NRF: Nivel de radiación de fondo, entre 0,005 y 0,012 mR/h.

6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

6.1 Equipo Intraoral Digital:

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

- **Biombo:** Al momento de orientar el haz primario de radiación tanto hacia el molar superior izquierdo como al derecho, en los materiales del biombo, ventana y cuerpo, se registraron valores de 0,015 mR/h, por lo tanto se satisface el requisito de protección radiológica al atenuar eficientemente la radiación secundaria a niveles inferiores al límite referencial ocupacional de 2,5 mR/h.
- **Umbral biombo:** Los niveles de radiación al momento de orientar el haz primario de radiación tanto hacia el molar superior izquierdo como al derecho, en los materiales del biombo, ventana y cuerpo, se registraron valores de 0,380 mR/h, por lo tanto se satisface el requisito de protección radiológica al atenuar eficientemente la radiación secundaria a niveles inferiores al límite referencial ocupacional de 2,5 mR/h.
- **Puerta ingreso Sala Dental:** La barrera creada por la puerta de la Sala Dental de Rayos X al momento de orientar el haz primario de radiación tanto hacia el molar superior izquierdo como al derecho, resultó eficaz para atenuar la radiación secundaria, debido a que se obtuvo un valor equivalente al de Nivel de Radiación Natural o de Fondo (NRF), lo cual

indica que se satisface el requisito de protección radiológica al atenuar eficientemente la radiación secundaria a niveles inferiores al límite referencial no-ocupacional de 0,25 mR/h.

- **Referencia ambiental:** En el ambiente de la Sala Dental el nivel de radiación secundario proveniente de la radiación que dispersa el paciente (fantoma) al no existir barrera en esa área que atenúe dicha radiación dispersa, alcanzó valores de 0,5 mR/h, magnitud que no excede el límite referencial ocupacional de 2,5 mR/h, y que comparado con los medidos detrás de barreras se puede tener una idea del rango de atenuaciones logradas por los materiales estructurales empleados.

6.2 Equipo Ortopantomógrafo Digital:

6.2.1 Modo Telerradiografía:

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

- **Biombo:** Al orientar el haz primario de radiación hacia la zona dental, en la ventana y cuerpo del biombo, se registraron valores de hasta 0,210 mR/h, en la ventana del biombo 1, por lo tanto se satisface el requisito de protección radiológica al atenuar eficientemente la radiación secundaria a niveles inferiores al límite referencial ocupacional de 2,5 mR/h.
- **Umbral biombo:** Los niveles de radiación al momento de orientar el haz primario de radiación hacia el molar superior izquierdo o derecho, en los materiales del biombo, ventana y cuerpo, se registraron valores de 0,5 mR/h, por lo tanto se satisface el requisito de protección radiológica al atenuar eficientemente la radiación secundaria a niveles inferiores al límite referencial ocupacional de 2,5 mR/h.
- **Puerta ingreso Sala Dental:** La barrera creada por la puerta de la Sala Dental de Rayos X al momento de orientar el haz primario de radiación hacia el molar superior izquierdo o derecho, resultó eficaz para atenuar la radiación secundaria, debido a que se obtuvo un valor equivalente al de Nivel de Radiación Natural o de Fondo (NRF), lo cual indica que se satisface el requisito de protección radiológica al atenuar eficientemente la radiación secundaria a niveles inferiores al límite referencial no-ocupacional de 0,25 mR/h.
- **Puesto de trabajo (Referencia ambiental):** El nivel de radiación secundario proveniente de la radiación que dispersa el paciente (fantoma) al no existir barrera en esa área que atenúe dicha radiación dispersa, alcanzó valores de hasta 2,2 mR/h, magnitud es inferior al límite referencial ocupacional de 2,5 mR/h y que comparado con los medidos detrás de barreras se puede tener una idea del rango de atenuaciones logradas por

los materiales estructurales empleados.

6.2.2 Modo Panorámico:

De acuerdo con los resultados obtenidos (Tabla N° 4) se puede indicar lo siguiente:

- **Biombo:** Al orientar el haz primario de radiación hacia la zona dental, en la ventana y cuerpo del biombo, se registraron valores de hasta 0,036 mR/h, en la ventana del biombo 2, por lo tanto se satisface el requisito de protección radiológica al atenuar eficientemente la radiación secundaria a niveles inferiores al límite referencial ocupacional de 2,5 mR/h.
- **Umbral biombo:** Los niveles de radiación al momento de orientar el haz primario de radiación hacia el molar superior izquierdo o derecho, en los materiales del biombo, ventana y cuerpo, se registraron valores de 0,4 mR/h, por lo tanto se satisface el requisito de protección radiológica al atenuar eficientemente la radiación secundaria a niveles inferiores al límite referencial ocupacional de 2,5 mR/h.
- **Puerta ingreso Sala Dental:** La barrera creada por la puerta de la Sala Dental de Rayos X al momento de orientar el haz primario de radiación hacia el molar superior izquierdo o derecho, resultó eficaz para atenuar la radiación secundaria, debido a que se obtuvo un valor equivalente al de Nivel de Radiación Natural o de Fondo (NRF), lo cual indica que se satisface el requisito de protección radiológica al atenuar eficientemente la radiación secundaria a niveles inferiores al límite referencial no-ocupacional de 0,25 mR/h.
- **Puesto de trabajo (Referencia ambiental):** El nivel de radiación secundario proveniente de la radiación que dispersa el paciente (fantoma) al no existir barrera en esa área que atenúe dicha radiación dispersa, alcanzó valores de hasta 1,75 mR/h, magnitud es inferior al límite referencial ocupacional de 2,5 mR/h y que comparado con los medidos detrás de barreras se puede tener una idea del rango de atenuaciones logradas por los materiales estructurales empleados.

7. CONCLUSIONES

7.1 Equipo Intraoral Digital:

De acuerdo a los valores obtenidos y considerando las condiciones de trabajo en la Sala Dental al momento de utilizar el equipo Intraoral Digital, se concluye que la instalación **brinda un nivel de protección radiológica satisfactorio**, tanto para personal ocupacionalmente expuesto como para no-ocupacionalmente expuesto o público general.

7.2 Equipo Ortopantomógrafo Digital:

Durante el uso del equipo Ortopantomógrafo Digital en la Sala Dental, ya sea en modalidad Telerradiografía o Panorámico, se concluye que la instalación **brinda un nivel de protección radiológica satisfactorio**, tanto para personal ocupacionalmente expuesto como para no-ocupacionalmente expuesto o público general.

7.3 General:

Los resultados obtenidos demuestran que en el interior de las Salas Dentales, con cada uno de los equipos de Rayos X, los niveles de radiación dispersa o secundaria que se producen en el ambiente interior de ellas, en el momento en que se realizan exámenes radiológicos, cualquiera que sea la orientación del haz primario de rayos X, son inferiores al límite referencial ocupacional de 2,5 mR/h.

8. RECOMENDACIONES

En relación a los resultados obtenidos en la presente evaluación, se indican las siguientes recomendaciones para la Sala Dental de Rayos X:

- Mantener las condiciones de uso y operación de las instalaciones, ya que brindan buen nivel de seguridad radiológica.
- La permanencia en el interior de la Sala por personas ocupacionalmente expuestas o no-ocupacionalmente expuestas aparte de las estrictamente necesarias, debe prohibirse ya que se demostró que la radiación secundaria alcanza niveles elevados.
- Las personas que deban permanecer en el interior de la Sala por razones **justificadas**, deben hacerlo utilizando siempre la barrera existente (biombo) y/o portando elementos de protección personal según la situación que se trate.

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 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.

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

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

NAA/RPL/RCA/sil.

Santiago, 07 de Abril de 2014.

ANEXO N° 1: SALAS DENTALES DE RAYOS X. HOSPITAL LA FLORIDA.

