

# DOSIMETRIA OCUPACIONAL DE RADIACIONES IONIZANTES

La autora analiza la experiencia del control dosimétrico del período en 3.058 trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes. Corresponden al campo medio el 85% y el resto a la investigación y radiología industrial.

La dosis máxima permisible adoptada para Chile es de 5.000 mRem anual y valores mayores significan sobre-exposición. Se estima "dosis controlada" la realmente registrada por la dosimetría y como "dosis teórica" a la suma de dosis semanales imputadas.

La sobre-exposición total de dosis controladas varió en el período del 0.1 al 0.5% y la teórica de 0.2 a 1.6%. Los servicios que la presentaron fueron radiumterapia (4.7%), radioisótopos (2.0%), radiología diagnóstica (1.7%) e industrial (0.6%). No la registraron los servicios dentales y de investigación.

## EXPOSICION PROFESIONAL A RADIACIONES IONIZANTES EN EL AREA METROPOLITANA CHILE 1975-1978

ANA MARIA SALAZAR B. \*  
Tecnólogo Médico,  
Jefe del Laboratorio de Dosimetría

### 1.— INTRODUCCION

Se estima que en Chile habrían más de 5.000 personas ocupacionalmente expuestas a radiaciones ionizantes, ya sea en el campo médico, industrial o de investigación.

El Laboratorio de Protección Radiológica, del Subdepartamento de Higiene Industrial y Contaminación Atmosférica, del Instituto de Salud Pública de Chile, es la única institución que mantiene un programa de dosimetría a radiaciones a nivel nacional de dicho personal, controlándose anualmente aproximadamente unos 4.000 expuestos a lo largo de todo el país.

El Servicio Nacional de Salud (S.N.S.) y la Comisión Chilena de Energía Nuclear (C.Ch.E.N.), definió como Dosis Máxima Permisible (D.M.P.) para personas ocupacionalmente expuestas 5 Rem/año de exposición de cuerpo entero, aceptándose cifras mayores para exposiciones localizadas (1).

Es un hecho por todos conocido que el uso de radiaciones ionizantes, implica riesgo de tipo biológico y que éstos pueden ocurrir a corto o largo plazo, tanto para el sujeto expuesto (efectos somáticos), como para su descendencia (efectos genéticos) y para la población en general.

### 2.— MATERIAL Y METODO

La información analizada corresponde al registro que lleva el Laboratorio de Protección Radiológica, desde 1964, tomándose para realizar este estudio la información del Area Metropolitana (Santiago), desde 1975 a 1978. En dicho período se han controlado 3.058 personas ocupacionalmente expuestas.

El sistema de dosimetría personal utilizado en el Laboratorio de Protección Radiológica consiste en el empleo de películas radiográficas (Kodak type 3), parecidas a las utilizadas en radiología dental, montadas en un portapeliculas plástico, que cuenta con filtros de plomo, aluminio y una ventana abierta. El personal expuesto debe utilizar estos dosímetros durante su jornada de trabajo, por períodos de 8 semanas, después del cual las películas son enviadas al Labo-

(\*) Presentado en las II Jornadas Latinoamericanas de Seguridad e Higiene del Trabajo, Santiago, Chile, Noviembre 1979.

ratorio, donde son sometidas a un adecuado procesamiento y la dosis es medida por fotodensitometría, previa calibración.

Debido a que un porcentaje importante de las personas ocupacionalmente expuestas no mantiene un control regular y permanente, desconociéndose por lo tanto la exposición recibida en los períodos no controlados, aplicaré el criterio del S.N.S. y de la C.Ch. E.N. en el sentido de asumir que en dichos períodos la dosis recibida es igual a la D.M.P., o sea, 100 mRem por semana, hasta completar 50 semanas de trabajo con 5.000 mRem (5 Rem).

La suma total de la dosis de los períodos controlados (D.C.), más la dosis asignada a los períodos no controlados, constituye lo que llamaré Dosis Teórica (D.T.).

El grupo de personas ocupacionalmente expuestas lo he subdividido en cuatro subgrupos de acuerdo a la dosis anual recibida:

- a) 0 — 500 mRem.
- b) 501 — 1.500 mRem.
- c) 1.501 — 5.000 mRem.
- d) Sobre 5.000.

### 3.— RESULTADOS

**TABLA 1**

DOSIS CONTROLADA Y DOSIS TEORICA EN PERSONAS OCUPACIONALMENTE EXPUESTAS SEGUN AÑO DE EXPOSICION, AREA METROPOLITANA-CHILE

	Dosis (mRem)	1975		1976		1977		1978	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Dosis controladas	0 — 500	1462	91,78	1488	96,24	1449	90,44	1377	93,22
	501 — 1500	89	5,60	47	3,04	119	7,43	80	5,44
	1501 — 5000	42	2,62	9	0,58	26	1,63	19	1,28
	> 5000	—	—	2	0,14	8	0,50	1	0,06
Total		1593	100,00	1546	100,00	1602	100,00	1477	100,00
Dosis teórica	0 — 500	167	10,36	232	14,28	115	6,91	29	1,90
	501 — 1500	312	19,35	276	17,00	292	17,54	214	14,04
	1501 — 5000	1120	69,48	1113	68,50	1231	73,93	1271	83,39
	> 5000	13	0,81	4	0,22	27	1,62	10	0,67
Total		1612	100,00	1625	100,00	1665	100,00	1524	100,00

**TABLA 2**

PERSONAS OCUPACIONALMENTE EXPUESTAS A RADIACIONES IONIZANTES CONTROLADAS SEGUN: SEXO Y EDAD. AREA METROPOLITANA-CHILE, 1975-1978

Año de nacimiento	Sexo					
	Hombres		Mujeres		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
> 1960	—	—	—	—	—	—
1960 — 1949	195	12,58	302	20,00	497	16,26
1948 — 1928	463	29,90	461	30,55	924	30,22
1927 — 1900	107	6,90	100	6,62	207	6,76
No consign. (*)	784	50,62	646	42,83	1430	46,76
Total	1549	50,65	1509	49,35	3058	100,00

(\*) No figura fecha de nacimiento en la ficha personal.

**TABLA 3**

TOTAL DE CONTROLADOS OCUPACIONALMENTE  
EXPUESTOS A RADIACIONES IONIZANTES  
SEGUN PROFESION.  
AREA METROPOLITANA-CHILE, 1975-1978

Profesión	Controlados expuestos	
	Nº	%
Médico	651	21,28
Dentista	60	1,96
Tecnólogo Médico	407	13,30
Enfermera Universitaria	102	3,33
Ingeniero	97	3,17
Practicante	44	1,43
Auxiliar de Enfermería	872	28,50
Técnico	84	2,74
Operador de Rx	34	1,20
Administrativo	90	2,94
Empleado de Servicio	141	4,60
Químico	42	1,37
Asistente Social	4	0,13
Físico	15	0,49
Otro	284	9,28
No consignado (*)	131	4,28
<b>Total</b>	<b>3058</b>	<b>100,00</b>

(\*) No figuran datos profesionales en la ficha personal.

**TABLA 4**

PERSONAS OCUPACIONALMENTE EXPUESTAS A  
RADIACIONES IONIZANTES CONTROLADAS  
SEGUN TIPO DE SERVICIO.  
AREA METROPOLITANA-CHILE, 1975-1978

Tipo de Servicio	Expuestos controlados	
	Nº	%
Rx Médico	1919	62,75
Rx Dental	232	7,59
Radiumterapia	265	8,66
Radioisótopos	149	4,87
Investigación	328	10,72
Rx Industrial	165	5,41
<b>Total</b>	<b>3058</b>	<b>100,00</b>

**TABLA 5**

PERSONAS OCUPACIONALMENTE EXPUESTAS A  
RADIACIONES IONIZANTES SEGUN INSTITUCION  
EMPLEADORA.  
AREA METROPOLITANA-CHILE, 1975-1978

Institución empleadora	Expuestos controlados	
	N	%
Servicio Nacional de Salud	1592	52,06
Universidades	422	13,80
Mutual de Seguridad C. Ch. C.	22	0,72
Asociación Chilena de Seguridad	50	1,63
Sermena	78	2,55
Fuerza Aérea de Chile	106	3,46
Ejército	162	5,30
Carabineros	50	1,63
Otro (*)	576	18,85
<b>Total</b>	<b>3058</b>	<b>100,00</b>

(\*) Entidades particulares sin magnitud significativa con respecto a otras.

**TABLA 6**

SOBRE-EXPOSICION A RADIACIONES IONIZANTES SEGUN: DOSIS CONTROLADA Y DOSIS TEORICA.  
AREA METROPOLITANA-CHILE, 1975-1978

Dosis		Año de Exposición							
		1975		1976		1977		1978	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Controladas	< D.M.P. (*)	1593	100,0	1544	99,9	1594	99,5	1476	99,9
	> D.M.P.	—	—	2	0,1	8	0,5	1	0,1
	<b>Total</b>	<b>1593</b>	<b>100,0</b>	<b>1546</b>	<b>100,0</b>	<b>1602</b>	<b>100,0</b>	<b>1477</b>	<b>100,0</b>
Teórica	< D.M.P.	1599	99,2	1621	99,8	1638	98,4	1514	99,4
	> D.M.P.	13	0,8	4	0,2	27	1,6	10	0,6
	<b>Total</b>	<b>1612</b>	<b>100,0</b>	<b>1625</b>	<b>100,0</b>	<b>1665</b>	<b>100,0</b>	<b>1524</b>	<b>100,0</b>

(\*) D.M.P. = 5000 mRem.

**TABLA 7**  
**SOBRE-EXPOSICION A RADIACIONES IONIZANTES SEGUN: SEXO Y EDAD,**  
**AREA METROPOLITANA - CHILE, 1975-1978**

Año de nacimiento	Hombre			Mujer			Total		
	N	S.E.	%	N	S.E.	%	N	S.E.	%
> 1960	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1960 — 1949	195	1	0,5	302	2	0,6	497	3	0,6
1948 — 1928	463	5	1,1	461	12	2,6	924	17	1,8
1927 — 1900	107	2	1,9	100	2	2,0	207	4	1,9
No consign. (*)	784	8	1,0	646	18	2,8	1430	26	1,8
<b>Total</b>	<b>1549</b>	<b>16</b>	<b>1,0</b>	<b>1509</b>	<b>34</b>	<b>2,2</b>	<b>3058</b>	<b>50</b>	<b>1,6</b>

(\*) No figura fecha de nacimiento en ficha personal.

N: Número total de controlados.

S.E.: Sobre-expuestos (D.T. > 5000 mRe/año).

**TABLA 8**

**SOBRE-EXPOSICION A RADIACIONES IONIZANTES**  
**SEGUN: PROFESION. AREA METROPOLITANA-**  
**CHILE, 1975-1978**

Profesión	N	S.E.	%
Médico	651	8	1,2
Tecnólogo Médico	407	2	0,5
Auxiliar de Enfermería	872	30	0,3
Empleado de Servicio	141	4	2,8
Practicante	44	1	2,3
Operador de Rx	34	1	2,9
Otro	234	3	1,1
No consignado (*)	131	1	0,8

(\*) No figuran datos profesionales en ficha personal.

N: Número total de controlados.

S.E.: Sobre-expuestos (D.T. > 5000 mRem/año).

**TABLA 9**

**SOBRE-EXPOSICION A RADIACIONES IONIZANTES**  
**SEGUN TIPO DE SERVICIO. AREA METROPOLI-**  
**TANA-CHILE, 1975-1978**

Tipo de Servicio	N	S.E.	%
Rx Médico	1919	33	1,7
Rx Dental	232	—	—
Radiumterapia	265	13	4,9
Radioisótopos	149	3	2,0
Investigación	328	—	—
Rx Industrial	165	1	0,6
<b>Total</b>	<b>3058</b>	<b>50</b>	<b>1,6</b>

N: Número total de controlados.

S.E.: Sobre-expuestos (D.T. > 5000 mRem/año).

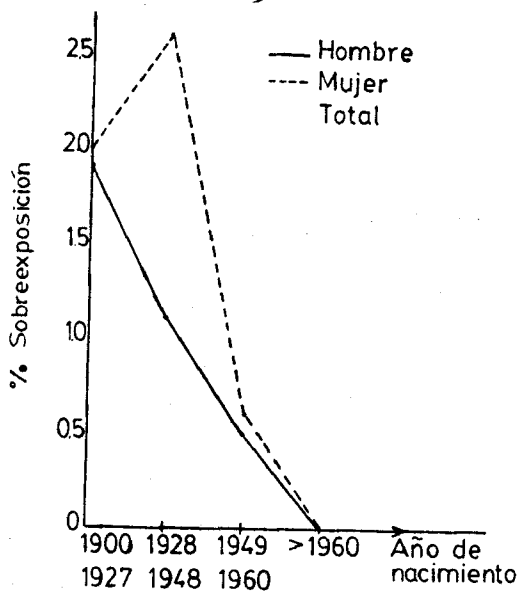


Fig N°2: % de Sobreexposición a Rad. ionizantes  
 Según: sexo y edad, area metropolitana-Chile 1975-1978

**TABLA 10**

**SOBRE-EXPOSICION A RADIACIONES IONIZANTES**  
**SEGUN: INSTITUCION EMPLEADORA.**  
**AREA METROPOLITANA-CHILE, 1975-1978**

Institución Empleadora	N	S.E.	%
Servicio Nacional de Salud	1592	40	2,5
Universidades	422	1	0,2
Mutual de Seguridad C. Ch. C.	22	—	—
Asociación Chilena de Seguridad	50	2	4,0
Sermena	78	—	—
Fuerza Aérea de Chile	106	1	0,9
Ejército	162	1	0,6
Carabineros	50	1	2,0
Otro (*)	576	4	0,7
<b>Total</b>	<b>3058</b>	<b>50</b>	<b>1,6</b>

(\*) Entidades particulares sin magnitud significativa con respecto a otras.

N: Número total de controlados.

S.E.: Sobre-expuestos (D.T. > 5000 mRem/año).

#### 4.— CONCLUSIONES

Los resultados expuestos podrían incluir algún factor de error debido a que se desconoce si las personas ocupacionalmente expuestas utilizan durante toda su jornada de trabajo los dosímetros y si lo hacen en forma adecuada o no.

En la Tabla N° 1 se observa respecto al año de exposición que entre un 90% a un 93% de las personas ocupacionalmente expuestas reciben dosis controladas, que van entre 0 a 500 mRem; en relación a la dosis teórica se ve que entre un 68% a un 83,40% reciben dosis que van entre 1.501 — 5.000 mRem.

Con respecto a la distribución de las personas ocupacionalmente expuestas, según sexo y edad, en la Tabla N° 2 se observa que la distribución según sexo es de aproximadamente un 50% hombres y un 50% mujeres, y que del total de hombres el 50% corresponde a los no consignados. Dentro de los consignados el 30% corresponde al grupo etario entre 1928 - 1948.

Con respecto al total de las mujeres, se observa que un 43% corresponde a no consignados y que un 30,55% corresponde al grupo etario que va entre 1928 - 1948.

Se puede apreciar que las edades de las personas que se desempeñan en el campo de las radiaciones ionizantes fluctúan entre 18 y 50 años, tratándose de una población relativamente joven, lo cual nos estaría indicando que son personas que en algún momento han recibido adecuada formación en materias relacionadas con Protección Radiológica.

En la Tabla N° 3 se observa que del total de expuestos controlados un 28,50% corresponde a auxiliares de enfermería y que un 21,3% a médicos.

En relación al tipo de servicio, en la Tabla N° 4 se observa que el mayor porcentaje (62,75%) corresponde a radiodiagnóstico médico.

En la Tabla N° 5 se ve que el 52,0% de las personas ocupacionalmente expuestas trabajan en el Servicio Nacional de Salud y que el 48% restante lo hacen en entidades particulares.

En la Tabla N° 6 y Gráfico N° 1, se ve que

el porcentaje de sobreexposición en la dosis controlada va de un 0,0% a un 0,5% indicándonos que el 99% de las personas ocupacionalmente expuestas reciben dosis inferiores a la D.M.P., no obstante en la dosis teórica el porcentaje de sobreexposición va de un 0,2% a un 1,6%, lo cual nos estaría indicando que las personas ocupacionalmente expuestas no están efectuando su control dosimétrico en forma regular y permanente.

En relación al porcentaje de sobreexposición según sexo y edad, en la Tabla N° 7 y Gráfico N° 2 se observa que del total de sobreexpuestos, un 68,0% son mujeres y un 32,0% son hombres, y que del total de hombres sobreexpuestos el mayor porcentaje 1,9%, corresponde al grupo etario que va de 1900 - 1927, y lo mismo se aprecia del total de mujeres sobreexpuestas que un 2,8% pertenece a este grupo etario, deduciéndose que son personas que no han tenido una adecuada formación en materia relacionada con Protección Radiológica, ya que éste es un campo relativamente joven en nuestro país.

En la Tabla N° 8 se observa que el mayor porcentaje de sobreexposición se distribuye dentro del personal de colaboración médica.

En la Tabla N° 9 se observa que el mayor porcentaje de sobreexposición corresponde a los servicios de radiumterapia.

En la Tabla N° 10 se observa en el Servicio Nacional de Salud que hay un 2,5% de sobreexposición y que dentro de las entidades particulares la que tiene un porcentaje más alto de sobreexposición (4,0%), es la Asociación Chilena de Seguridad.

#### RESUMEN

Se analizaron las características de la exposición profesional a Radiaciones Ionizantes de 3.058 personas expuestas en el Area Metropolitana, entre 1975-1978.

Los hechos más destacados son:

a) El 99,5% del total de expuestos controlados reciben dosis controladas que van de 0 — 5.000 mRem y que un 98,3% del total de expuestos controlados reciben dosis teórica que van de 0 — 5.000 mRem.

b) El porcentaje de sobreexposición del total de expuestos controlados según dosis

controlada, va de un 0,06% a un 0,50% y según dosis teórica va de un 0,22% a un 1,62%.

c) Entre un 90% - 93% del total de expuestos controlados reciben dosis controladas que van de 0 — 500 mRem.

d) Entre un 68% - 83,40% del total de expuestos controlados reciben dosis teórica que van de 1.501 — 5.000 mRem.

e) El 46,7% del total de expuestos controlados no tienen consignada la fecha de nacimiento.

f) El 28,50% de los expuestos controlados son auxiliares de enfermería.

g) El 62,75% de los expuestos controlados trabajan en servicios de radiodiagnóstico médico.

h) El 52,0% de los controlados pertenecen al S.N.S. y el 48% a entidades particulares.

i) El 68,0% de los sobreexpuestos son mujeres.

j) El mayor porcentaje de sobreexposición se distribuye dentro del personal de colaboración médica.

## RECOMENDACIONES

De lo anteriormente expuesto se recomienda:

a) Mayor difusión del Programa de Dosimetría Personal acerca del uso adecuado del dosímetro y de la importancia que dicho control sea efectuado en forma regular y permanente.

b) Completar las fichas personales.

c) Orientar los esfuerzos de los profesionales de Protección Radiológica hacia la capacitación del personal de colaboración médica y de los servicios de radiumterapia.

## REFERENCIA

- 1.— S.N.S. y C.C.H.E.N.— "Normas Básicas de Protección Radiológica", Santiago, 1975.