

3 **PROTOCOLO PARA LA EVALUACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO CON EXPOSICIÓN A RADIACIONES**
4 **IONIZANTES ASOCIADAS AL USO DE EQUIPOS DE TOMOGRAFÍA COMPUTADA (TC)**

5 Versión 2.0, agosto, 2025

6

7 Editor Responsable:

8 Cristóbal Guerrero Lara

9 Sección de Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes,

10

11 Revisor:

12 Edith Rodríguez Alfaro,

13 Subdepartamento de Ambientes Laborales,

14

15 **1. PRESENTACIÓN.**

16

17 El uso de la radiación ionizante en el área de la medicina es una práctica que evoluciona
18 rápidamente. Según el Comité Científico de Naciones Unidas sobre los Efectos de la Radiación
19 Atómica (en adelante UNSCEAR), lo anterior se debe en gran parte a la introducción de nuevas
20 técnicas de imagen como la tomografía computada (en adelante TC) multidetector, imagen digital y
21 al alto nivel de innovación de las empresas fabricantes de equipos. De igual forma, la reducción de
22 los tiempos de exploración, junto con un rápido proceso de reconstrucción de imágenes gracias a
23 las capacidades informáticas actuales, han permitido una mayor demanda de estudios bajo esta
24 técnica.

25

26 UNSCEAR, reportó en el año 2020 que las TC contribuyen con el 45% de la dosis colectiva mundial
27 correspondiente a radiología médica diagnóstica. Como consecuencia, el aumento en la frecuencia
28 de este examen tiene un impacto significativo dentro de la dosis total de la población producto de
29 exposiciones médicas.

30

31 En Chile, según las cifras expuestas por el Departamento de Estadísticas e Información en Salud
32 (DEIS) durante el año 2018 se realizaron 1.136.703 exámenes diagnósticos por TC a nivel nacional,
33 lo que significó un incremento del 8,7% a nivel nacional, comparado con el año anterior.

34

35 Dentro del marco sanitario, el Instituto de Salud Pública de Chile cumple con la función de
36 laboratorio nacional y de referencia en materias de la salud en el trabajo; y para ello, realiza distintos
37 procesos y actividades como la elaboración de documentos de referencia para métodos de análisis
38 y de muestreo.

39

40 El presente protocolo indica una metodología para evaluar la exposición ocupacional, a radiaciones
41 ionizantes con la magnitud dosis efectiva de cuerpo entero permitiendo comparaciones con los
42 límites establecidos en el país, así como también, con recomendaciones internacionales. Además,
43 puede ser aplicado para la determinación de los niveles de exposición de individuos del público que
44 se ubiquen en diferentes áreas aledañas de las instalaciones mencionadas.

45

46

47

48

49

50

51

54 **2. OBJETIVO.**

55

56 Establecer una metodología estandarizada para la estimación de dosis efectiva por exposición
57 ocupacional a radiaciones ionizantes, asociado al uso de equipos de Tomografía Computada (TC).

58

59 **3. ALCANCE.**

60

61 **3.1.- Alcance Teórico.**

62

63 El presente protocolo está diseñado para evaluar sólo exposiciones asociadas a los rayos X para el
64 diagnóstico médico, y para estimar las dosis en los diferentes puestos de trabajo con exposición
65 ocupacional a radiaciones ionizantes, asociados al uso de equipos de TC que tengan una relación
66 directa con la práctica, como también, a aquellos puestos de trabajos ubicados en áreas contiguas
67 a la sala de TC.

68

69 Se debe tener presente, que este protocolo busca entregar valores que constituyen una estimación
70 de los niveles de dosis efectiva de las personas trabajadoras involucradas directa o indirectamente
71 en la práctica, en los diferentes tipos de TC; TC diagnóstico médico, TC planificación en radioterapia
72 y PET-CT. Además, las modalidades de uso de los equipos y los distintos procedimientos realizados.

73

74 **3.2.- Población Objetivo.**

75

76 Las personas trabajadoras que durante el desempeño de sus labores se exponen, directa o
77 indirectamente, a radiaciones ionizantes derivadas del uso de equipos de TC.

78

79 **3.3.- Población Usuaría.**

80

81 Personas con competencias en protección radiológica ocupacional, de instituciones públicas y/o
82 privadas tales como la Autoridad Sanitaria, los Organismo Administradores de la Ley N° 16.744 y
83 servicios técnicos especializados en protección radiológica ocupacional.

84

85 **4. MARCO LEGAL.**

86

87 - Decreto con Fuerza de Ley N° 1, de 2005, del Ministerio de Salud.

88

89 - Decreto Supremo 133, de 1984, del Ministerio de Salud, que aprueba el "*Reglamento sobre*
90 *Autorizaciones para Instalaciones Radiactivas o Equipos Generadores de Radiaciones*
91 *Ionizantes, Personal que se Desempeña en Ellas, u Opere Tales Equipos y Otras Actividades*
92 *Afines*".

92

93 - Decreto Supremo 3, de 1985, del Ministerio de Salud, que aprueba el "*Reglamento de*
94 *Protección Radiológica de Instalaciones Radioactivas*".

94

95 - Ley N° 16.744.

95

96

97

98

99

100

101

102

105 **5. TERMINOLOGÍA.**

106

107 Para fines de aplicación de este protocolo se utilizan las siguientes terminologías:

108

109 **a) Exposición Ocupacional:** Se considerará persona ocupacionalmente expuesta, a aquella que
110 se desempeñe en las instalaciones radiactivas u opere equipos generadores de radiaciones
111 ionizantes, la que deberá, además, contar con autorización sanitaria a que se refiere el D.S.
112 N°133, año 1984, Ministerio de Salud.

113

114 **b) Dosis Equivalente Ambiental, $H^*(10)$:** El equivalente de dosis ambiental en un punto de un
115 campo de radiación que se produciría por el correspondiente campo alineado y expandido
116 en la esfera ICRU a una profundidad de 10 mm. y sobre el radio opuesto a la dirección del
117 campo alineado. La unidad del equivalente de dosis ambiental es el $J \cdot kg^{-1}$ y su nombre
118 especial es sievert (Sv).

119

120 **Nota:** Parámetro definido en un punto de un campo de radiación. En evaluaciones en
121 protección radiológica de exposiciones externas se emplea como sustituto directamente
122 mensurable de la dosis efectiva (E). En el caso de radiación muy penetrante (como
123 radiación gamma y rayos X) el valor recomendado es 10 mm.

124

125 **c) Dosis Acumulada:** Medida de la energía depositada por la radiación ionizante en un medio
126 durante un intervalo de tiempo específico y definido en la unidad Sievert (Sv). Corresponde
127 a una lectura entregada por un detector de radiación.

128

129 **d) Tasa de Dosis:** Medida de la energía depositada por la radiación en un medio por unidad de
130 tiempo y su unidad es sievert/hora (Sv/h). Corresponde a uno de los modos de lectura
131 entregada por un detector de radiación para este documento.

132

133 **e) Dosis Efectiva:** Se define esta magnitud como la suma de las dosis equivalentes ponderadas
134 en todos los tejidos y órganos del cuerpo a causa de irradiaciones internas y externas. La
135 unidad de dosis efectiva es el $J \cdot kg^{-1}$ y su nombre especial es sievert (Sv).

136

137 **f) Factor de Uso (U):** Para una barrera en particular es la fracción del tiempo que el haz se
138 dirige hacia la barrera durante el funcionamiento del equipo. Para efectos de los cálculos de
139 aplicación del protocolo, se utilizará $U = 1$.

140

141 **g) Factor de Ocupación (T):** Fracción típica de tiempo durante la cual una persona o un grupo
142 ocupan un lugar. Para efectos de cálculo, se deben utilizar los valores establecidos en la
143 tabla 1, IAEA-TECDOC-1958, *Protocolo de control de Calidad para Radiodiagnóstico en*
144 *América Latina y el Caribe, 2021.*

145

146 **h) Carga de Trabajo Semanal (W):** Se refiere a la cantidad de exposición a radiación ionizante
147 que recibe un equipo de rayos X durante una semana, medida en mAm /semana. Es un
148 factor crucial para determinar la necesidad de blindaje y protección contra la radiación en
149 instalaciones médicas.

150

151

152

153

156 i) **Simulador o Maniquí:** Objeto que cumple la función de simular alguna propiedad del cuerpo
157 para estudios y toma de datos bajo condiciones de referencia. Se conoce tradicionalmente
158 con el nombre de “fantoma”.

159
160 j) **Tomografía Computada (TC):** Es un procedimiento diagnóstico por imágenes en el que se
161 utiliza un equipo generador de rayos X para obtener cortes transversales detallados del
162 cuerpo humano.

163

164 6. EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS.

165

166 a) Cámara de Ionización:

167

168 - Volumen mínimo de 200 cc. para aquellas presurizadas o un volumen mínimo de 340
169 cc. para aquellas no presurizadas.

170

171 - Detección de fotones entre 25 keV hasta 250 keV por lo menos.
172 - Tiempos de respuesta inferiores a 5 segundos, de acuerdo a la información
173 proporcionada por el fabricante.

174

175 - Calibración referida a la magnitud Dosis Equivalente Ambiental, $H^*(10)$.
176 - Capacidad para medir tanto en modo de dosis integrada como en modo de tasa de dosis.

177

178 - Se recomienda tener la calibración del detector para una energía de 105 keV (Q).
179 - El factor de calibración (Fc) no debiese superar el valor de 2. El rango aceptable es de
180 factores de calibración es de 0,5 – 1,5.

181

182 b) Simulador o maniquí de cráneo del equipo de tomografía computada. De no contar con los
183 simuladores o maniqués de control de calidad se deben utilizar los alternativos propuestos en
184 el siguiente punto.

185

186 c) Simulador o maniquí de cabeza (ver figura N°1). El simulador está constituido por un
187 volumen de agua de geometría cilíndrica cuyas dimensiones estén en este rango:

188

189 - Alto de 15 a 23 cm.

190

191 - Diámetro de 11 a 16 cm.

192

193 El requerimiento anterior se cumple por ejemplo con una botella de plástico de 3000 cc. con agua
194 hasta 23 cm.

195

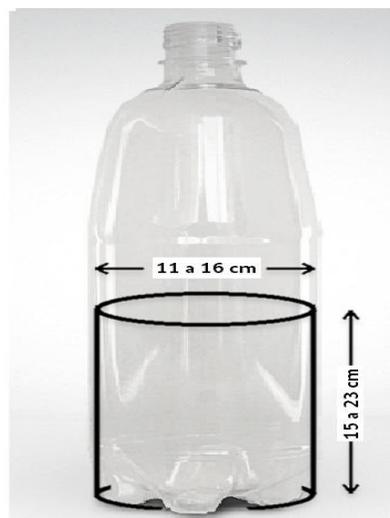
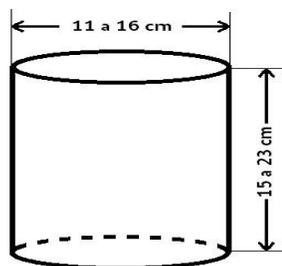
196

197

198

Figura N°1:

Ejemplo de simulador de cabeza.



198 **d) Simulador de tórax (ver figura N°2):** El simulador está constituido por un volumen de agua
199 de geometría lo más próxima a un paralelepípedo con dimensiones entre los siguientes
200 rangos:

- 201
- 202 - Alto entre 30 y 40 cm.
 - 203 - Ancho entre 20 y 28 cm.
 - 204 - Espesor entre 16 y 20 cm.
- 205

206 Esto puede ser logrado con uno o más contenedores, a modo de ejemplo se cita que un bidón de
207 sección rectangular de 10 litros o dos bidones de 5 litros cumplen satisfactoriamente lo anterior, tal
208 como lo indican las siguientes imágenes:

209
210
211
212

Figura N°2:
Ejemplo de simulador de tórax.



213
214

215 **e) Cinta métrica o distanciómetro.**

216

217 **f) Cámara fotográfica.**

218

219

220 **7. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN.**

221 **7.1.- Metodología.**

222

223 **a)** Disponer del plano de la instalación, o en su defecto confeccionar un croquis de la sala
224 indicando sus dimensiones reales y las áreas adyacentes, representando las condiciones
225 existentes al momento de la evaluación. En éste, se deberá identificar lo siguiente:

226

227 - Elementos relevantes relacionados con el puesto de trabajo tales como la orientación
228 del TC u otros elementos que pudieran ser importantes en lo que concierne a la
229 protección radiológica ocupacional, tales como: blindaje de sala de comando, señaléticas
230 de advertencia de radiaciones ionizantes y de embarazadas, luz roja operativa, estado,
231 cantidad y uso de EPP y la vigilancia radiológica personal.

232 - Áreas adyacentes tales como sala de espera, baños, pasillos circundantes, oficinas, entre
233 otros.

234 - Identificar detalladamente los puntos de medición de interés ocupacional, dentro y fuera
235 de la sala donde se realizarán las exposiciones a rayos X y donde los trabajadores puedan
236

239 resultar expuestos a radiaciones ionizantes, tales como; sala de comando, ubicación del
240 operador, entre otros.

241

242 **b)** Registrar las características del equipo de TC como: marca, modelo, número de serie, año
243 de fabricación, filtros, rango de kV y mA, colimación, entre otros.

244

245 **c)** Registrar los datos de la cámara de ionización: marca, modelo, número de serie, factor de
246 calibración, certificado de calibración y con la cualidad (Q) de radiación de calibración
247 disponible para rayos X.

248

249 Utilizar cámaras de ionización calibradas en 105 kV. Si la cámara de ionización no tiene calibraciones
250 con estas energías, corregir las lecturas con los factores entregados por el fabricante de acuerdo al
251 diagrama de respuesta del detector de radiaciones. Utilizar los factores de calibración en el rango
252 de energía antes señalado. Indicar en el informe el factor de calibración elegido y los motivos para
253 su elección.

254

255 **d)** Se debe utilizar el fantoma o simulador de cabeza. Sin embargo, si la carga de trabajo es
256 mayor del 75% de otros exámenes, como por ejemplo de tórax y abdomen, se debe utilizar
257 el fantoma o simulador correspondiente a tórax.

258

259 **e)** Registrar las características del fantoma o simulador a utilizar.

260

261 **f)** Consultar al operador o al encargado de la instalación radiactiva la cantidad de tomografías
262 realizadas semanalmente para efectos del cálculo de la dosis efectiva.

263

264 **7.2.- Parámetros de Operación.**

265

266 Para la evaluación, el manejo del equipo de TC debe ser realizado por un operador habitual o
267 personal capacitado en su operación.

268

269 **a) Selección del kV:** Seleccionar el mayor valor de kV utilizado en los exámenes de cerebro,
270 tórax, abdomen, pelvis o columna lumbo sacra. En cualquier caso, no utilizar un valor menor
271 de 120 kV.

272

273 **b) Selección de mA:** Seleccionar la mínima corriente utilizada en los exámenes de cerebro,
274 tórax, abdomen, pelvis o columna lumbo sacra.

275

276 **c) Colimación:** Utilizar la colimación habitual de exámenes a evaluar. Registrar en el informe
277 la colimación en mm.

278

279 Con los parámetros indicados anteriormente, se debe solicitar al operador habitual del equipo
280 realizar la exposición del simulador de manera que el estudio genere una exposición a radiación
281 ionizante de a lo menos 5 segundos, considerando que el estudio no supere las dimensiones del
282 simulador.

283

284 Desde el punto de vista de la optimización de la exposición de las personas intervinientes en la
285 evaluación no se sugiere extender más de 5 segundos la exposición.

286

287

290 **7.3.- Mediciones.**

291

292

a) Colocar el simulador en la camilla del tomógrafo. Ajustar el centro del simulador con el isocentro del gantry y planificar un estudio para abarcar toda el área del simulador.

293

294

295

b) Ubicar la cámara de ionización en el puesto de trabajo a evaluar o cualquier otro punto de interés, al nivel del tórax del trabajador (simulando posición del dosímetro personal), en el modo tasa de dosis. Si la cámara de ionización dispone de un modo de medición en el cual registra o almacena las lecturas máximas (modo freeze) a las que se somete el detector, se recomienda utilizarlo.

296

297

298

299

c) Se debe realizar medición de cada puesto de trabajo detrás del elemento de protección personal (EPP), en caso de que el puesto de trabajo lo tenga considerado. Así mismo, si se utiliza, se debe realizar también la medición en el mismo puesto sin la utilización del mismo.

300

301

302

d) Solicitar al operador que realice la exposición descrita en el punto 7.2.

303

304

e) Realizar una única medición en modo de tasa de dosis en cada punto seleccionado.

305

306

f) Registrar también el nivel de radiación de fondo obtenido.

307

308

309

310

311 **7.4.- Cálculos.**

312

313

Todo el cálculo está basado en un tiempo de operación semanal. El cálculo de la dosis semanal se debe hacer con la siguiente fórmula:

314

315

316

$$Dosis \left[\frac{mSv}{semana} \right] = \frac{Lectura \left[\frac{mSv}{h} \right]}{60 \left[\frac{min}{h} \right] \times I [mA]} \times F_c \times U \times T \times W \left[\frac{mAmin}{semana} \right] \quad (1)$$

317

318

Donde:

319

Lectura: Es el valor de tasa de dosis medido por el instrumento expresada en mSv/h.

320

Corriente (I): Es la utilizada por el equipo de rayos X durante la medición, expresada en mA.

321

Factor de uso (U): Utilizar U = 1.

322

Factor de calibración de la cámara de ionización (F_c): Utilizar el valor correspondiente al KV más alto disponible en el certificado de calibración.

323

324

Factor de ocupación (T): Factor que representa la estimación del tiempo de ocupación o permanencia de personas en cada punto particular, durante el período de operación del equipo o la instalación. Para efectos de este protocolo este factor corresponderá a la proporción de tiempo de permanencia del trabajador en el puesto de trabajo evaluado respecto del tiempo total utilizado en la carga de trabajo.

325

326

327

328

Carga de trabajo semanal (W): Utilizar las cargas de trabajo máximas de rutina. Corresponde al valor determinado por la suma de los productos de la corriente por el tiempo utilizados. Deben ser considerados los exámenes realizados semanalmente de cerebro, tórax, abdomen, pelvis, columna lumbo sacra. Se deberá especificar la metodología, origen y lapso de tiempo empleado para la obtención de estos valores. Ver Anexo B1 donde se propone tabla para su presentación.

329

330

331

332

333

334

335

336

339
$$W \left[\frac{mAmin}{semana} \right] = \sum_{n=1}^{N_e} It[mAs]_n \times \frac{1}{60 \left[\frac{seg}{min} \right]} \times \frac{1}{[semana]} \quad (2)$$

340

341 Donde:

342 **N_e**: es el número de exámenes por semana.

343 **It**: es el mAs correspondiente a la multiplicación de la corriente por el tiempo empleado
344 para cada examen de la semana. Con tiempo t en segundos.

345 **W**: es la carga de trabajo expresado en [mAmin/semana].

346

347 Si no se dispone de información para estimar la carga de trabajo se puede utilizar como referencia
348 un valor de 5000 (mAmin/semana) lo que corresponde a una alta utilización del equipo.

349

350 Finalmente, estimar la dosis efectiva anual de la siguiente manera:

351

352

353
$$Dosis \left[\frac{mSv}{año} \right] = 50 \left[\frac{semana}{año} \right] \times Dosis \left[\frac{mSv}{semana} \right] \quad (3)$$

354

355

356 El cálculo se deberá realizar para cada puesto de trabajo establecido.

357

358 **7.5.- Interpretación de los Resultados.**

359

360 **a)** Comparar los resultados obtenidos con los diferentes valores aplicables de acuerdo al
361 objetivo de la evaluación propuesta y de los valores legalmente establecidos.

362

363 **b)** Para enriquecer el análisis y hacerse cargo del proceso de optimización es recomendable
364 establecer comparaciones con otros límites recomendados internacionalmente o con
365 valores normales para las diferentes prácticas. Ver en anexo algunas recomendaciones
366 internacionales.

367

368 **c)** Si se detectan puntos que exceden los criterios analizados, se deberán entregar las
369 recomendaciones pertinentes.

370

371 **8. RECOMENDACIONES TÉCNICAS.**

372

373 **a)** Existen cámaras de ionización que disponen de un modo de medición que registra o
374 almacena las lecturas máximas a las que se somete el instrumento. Dicho sistema permite
375 la disminución de las exposiciones de los evaluadores por lo que se recomienda su
376 utilización.

377

378 **b)** Los evaluadores que aplican este protocolo deben tener capacitación y entrenamiento en
379 el uso del detector de radiación y conocimientos en seguridad y protección radiológica. Lo
380 anterior también permite que los evaluadores determinen en cada caso la utilización de las
381 diferentes medidas de protección radiológica operacional pertinentes.

382

383

384

385

388 **9. BIBLIOGRAFÍA.**

389

390 - OIEA, OPS, Protocolos de Control de Calidad para Radiodiagnóstico en América Latina y el
391 Caribe, IAEA-TECDOC-1958, Viena, 2021.

392 - ICRP 2007, Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección
393 Radiológica, CIPR, Publicación 103, Viena, 2007.

394 - EUROPEAN COMMISSION, FAO, IAEA, ILO, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAHO, UNEP,
395 WHO, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety
396 Standards, IAEA, Safety Standards Series No. GSR Part 3, IAEA, Viena, 2014.

397 - IAEA, Occupational Radiation Protection, General Safety Guide No. GSG-7, IAEA, Viena,
398 2018.

399 - ISP, Guía Técnica en Tomografía Computada; Requisitos Técnicos y Control de Calidad,
400 Santiago, 2024.

401

402 **10. PARTICIPANTES.**

403

404 Agradecemos la participación y contribución del Comité de Expertos conformado por:

405

406 - Otto Delgado Ramos, Jefe de Sección de Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes, ISP.

407 - Alfonso Espinoza Leyton, Sección de Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes, ISP.

408 - María Inés Martínez, Sección de Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes, ISP.

409 - Oscar Edding Munizaga, Sección de Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes, ISP.

410 - Cristóbal Guerrero Lara, Sección de Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes, ISP.

411 - Boris Torres Cofré, Departamento de Salud Ocupacional, Ministerio de Salud.

412 - Sergio Soto S., Subdepto. Salud Ocupacional y Prevención de Riesgos, SEREMI de Salud, RM.

413 - René Prado León, especialista senior Protección Radiológica y Seguridad Nuclear.

414 - Camila Cortez Barrera, Hospital Urgencia Asistencia Pública (HUAP).

415 - Zahid Muñoz Chade, Hospital Urgencia Asistencia Pública (HUAP).

416 - Gastón Pössel G., Mutual de Seguridad Cámara Chilena de la Construcción.

417 - Patricia Portilla Rozas, Mutual de Seguridad Cámara Chilena de la Construcción.

418 - David González, Mutual de Seguridad Cámara Chilena de la Construcción.

419 - Ivonne Araya Acuña, Instituto de Seguridad Laboral.

420 - María Soto Martínez, Instituto de Seguridad Laboral.

421 - Sandra Poblete Sánchez, Instituto de Seguridad del Trabajo.

422 - Alfonso Duarte Caamaño, Instituto de Seguridad del Trabajo.

423

424

425

426

427

428

429

430

431

432

433

434

435

436

439 **ANEXOS**

440

441 **ANEXO A: Aspectos Mínimos que Debe Considerar el Informe.**

442

443 El informe debe contener al menos lo siguiente:

444

445 a) Resumen.

446 b) Contexto.

447 c) Individualización de las personas intervinientes en la evaluación e informe.

448 d) Objetivos.

449 e) Metodología.

450 f) Instrumentación.

451 g) Datos de la instalación. Incluido layout.

452 h) Resultados.

453 i) Análisis de resultados.

454 j) Conclusiones.

455 k) Recomendaciones.

456 l) Certificado de calibración del detector de radiaciones vigente.

457

458

459 **ANEXO B: Propuesta de Tabla para Recopilación de la Información y de Presentación de**
460 **Resultados.**

461

462 **B.1 Datos:**

463

Examen o estudio	Técnica			Número de exámenes por semana
	kV	mA o mAs	Tiempo [seg]	
Cerebro				
Tórax				
Abdomen				
Pelvis				
Columna lumbo sacra				

464

465

466 **B.2 Resultados:**

467

Punto de Medición	Lectura [mSv/h]	T	U	W [mAmin/semana]	Dosis [mSv/semana]	Dosis [mSv/año]
A			1			

468

469

470

471

472

473

474

477 **ANEXO C: EJEMPLO DE LOS CÁLCULOS A REALIZAR.**

478

479 Se obtuvo en terreno la siguiente información relativa a los exámenes practicados en la instalación
480 a evaluar:

481

Examen o estudio	Técnica			Número de exámenes por semana
	kV	mA	Tiempo (seg)	
Cerebro	120	300	12	153
Tórax	120	220	7	104
Abdomen	120	250	12	89
Pelvis	120	250	7	84
Columna lumbo sacra	120	250	15	54

482

483 La carga de trabajo se calcula aplicado la fórmula 2 de la siguiente manera:

484

$$\begin{aligned}
 485 \quad W \left[\frac{mAmin}{semana} \right] &= \sum_{n=1}^{N_e} It[mAs]_n \times \frac{1}{60 \left[\frac{seg}{min} \right]} \times \frac{1}{[semana]} \\
 486 \quad &= (300 \text{ mA} \times 12 \text{ seg} \times 153 + 220 \text{ mA} \times 7 \text{ seg} \times 104 + 250 \text{ mA} \times 12 \text{ seg} \times 89 \\
 487 \quad &+ 250 \text{ mA} \times 7 \text{ seg} \times 84 + 250 \text{ mA} \times 15 \text{ seg} \times 54) \times \frac{1}{60 \left[\frac{seg}{min} \right]} \\
 488 \quad &\times \frac{1}{[semana]} \\
 489 \quad &= 1327460 \text{ mAs} \times \frac{1}{60 \left[\frac{seg}{min} \right]} \times \frac{1}{[semana]} \\
 490 \quad & \\
 491 \quad & \\
 492 \quad & \\
 493 \quad &
 \end{aligned}$$

493 Entonces:

$$494 \quad W = 22124,3 \left[\frac{mAmin}{semana} \right]$$

495

496 Se realizó una exposición de 5 segundos con 120 kV y 220 mA y se midió una tasa de dosis de 100
497 $\mu\text{Sv/h}$ en el puesto donde se ubica el operador del equipo. Por esto último es que se utilizará un
498 $T=1$. El detector indica un factor $F_c = 1,1$.

499

500 Se determinará la dosis semana en el punto evaluado utilizando la fórmula 1:

501

$$502 \quad \text{Dosis} \left[\frac{mSv}{semana} \right] = \frac{\text{Lectura} \left[\frac{mSv}{h} \right]}{60 \left[\frac{min}{h} \right]} \times I[mA] \times F_c \times U \times T \times W \left[\frac{mAmin}{semana} \right]$$

503

504 Reemplazando:

$$505 \quad \text{Dosis} \left[\frac{mSv}{semana} \right] = \frac{0,100 \left[\frac{mSv}{h} \right]}{60 \left[\frac{min}{h} \right]} \times 220[mA] \times 1,1 \times 1 \times 1 \times 22124,3 \left[\frac{mAmin}{semana} \right]$$

508 Entonces:

$$509 \quad Dosis = 0,184 \left[\frac{mSv}{semana} \right]$$

510

511 Finalmente reemplazando en la fórmula 3:

512

$$513 \quad Dosis \left[\frac{mSv}{año} \right] = 50 \left[\frac{semana}{año} \right] \times Dosis \left[\frac{mSv}{semana} \right]$$

514

515 Reemplazando:

516

$$517 \quad Dosis \left[\frac{mSv}{año} \right] = 50 \left[\frac{semana}{año} \right] \times 0,184 \left[\frac{mSv}{semana} \right]$$

518

$$519 \quad Dosis = 9,22 \left[\frac{mSv}{año} \right]$$

520

521 Resumiendo, en la tabla propuesta en el Anexo B.2 se tiene:

522

Punto de Medición	Lectura [mSv/h]	T	U	W [mAmin/semana]	Dosis [mSv/semana]	Dosis [mSv/año]
A	0,100	1	1	22124,3	0,184	9,22

523