

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE MEDICINA  
DEPARTAMENTO DE RADIOLOGÍA Y MEDICINA FÍSICA**

**ESTUDIO DOSIMÉTRICO DE LAS EXPLORACIONES CON  
TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA EN  
LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID**

*Memoria presentada por Salvador Ruiz Sanz  
para optar al grado de Doctor en Medicina y Cirugía*

*Directores  
Alfonso Calzado Cantera  
Ricardo Rodríguez González*

*Madrid, 1994*

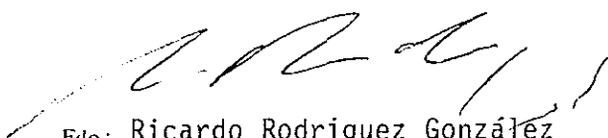
## INFORME DEL DIRECTOR DE LA TESIS

Los trabajos de investigación llevados a cabo por D. Salvador Ruiz Sanz, siguiendo nuestra codirección, han permitido la preparación de la memoria "Estudio dosimétrico de las exploraciones con tomografía computarizada en la Comunidad Autónoma de Madrid".

Dicho trabajo reúne en nuestra opinión, las condiciones suficientes para ser presentado para optar al grado de doctor.

V.º B.º  
~~XXXXXXXXXX~~(2) CODIRECTOR

El Director de la Tesis



Fdo.: Ricardo Rodríguez González  
(fecha y firma)

D.N.I.: 1382182



Fdo.: Alfonso Calzado Cantera  
(fecha y firma)

D.N.I.: 12693115

## INFORME DEL CONSEJO DE DEPARTAMENTO

Jose Luis Carreras Delgado, Director del Departamento de Radiología y Medicina Física de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid.

CERTIFICA: que el trabajo titulado "Estudio dosimétrico de las exploraciones con tomografía computarizada en la Comunidad Autónoma de Madrid", realizado por D. Salvador Ruiz Sanz y dirigido por los profesores Alfonso Calzado Cantera y Ricardo Rodríguez González, ha sido informado favorablemente en el Consejo de Departamento el 22 de febrero de 1994, para optar al grado de Doctor.



El Director del Departamento

Fecha reunión  
Consejo Departamento  
Madrid, 22 de febrero de 1994

Fdo.: J.L. Carreras Delgado  
(fecha y firma)

## **AGRADECIMIENTOS**

*En primer lugar quisiera tener un recuerdo emocionado para el Dr. D. Consorcio Castellote Vela, que fue en principio codirector de este trabajo, y que desgraciadamente no ha podido verlo terminado. Tengo presente su gran apoyo en cualquier tarea realizada en su centro, tanto en éste como en otros estudios, pero, fundamentalmente, tengo un vivo recuerdo de su gran humanidad.*

*Al profesor D. Eliseo Vañó Carruana, quiero agradecer el haberme admitido en su grupo de trabajo cuando era un alumno de doctorado, la ayuda recibida para la consecución de becas que me han permitido desarrollar mi actividad investigadora, la revisión de la versión final de este trabajo y haber aceptado presidir el tribunal que lo evalúe.*

*A todos los profesores de Física Médica por su ayuda y los conocimientos de ellos recibidos. Un agradecimiento especial a la profesora Dña. Pilar Morán Penco por sus sugerencias a la versión final, y al profesor D. Víctor Delgado Martínez por la revisión del texto, sus sugerencias y su ayuda en la estimación de las incertidumbres.*

*Al Consejo de Seguridad Nuclear por la ayuda económica que durante tres años he recibido en forma de becas y que me ha permitido dedicarme a la tarea investigadora.*

*A Dña. María Luisa Marco Arbolí y D. Francisco Navarro Amado del Instituto de Estudios de la Energía (CIEMAT), su colaboración en la calibración y lectura de los dosímetros.*

*A D. Miguel Melchor Íñiguez su colaboración en la toma de datos de exploraciones a pacientes en la Fundación "Jiménez Díaz" y en las medidas de dosis en esófago.*

*A los servicios de radiodiagnóstico y protección radiológica de los centros participantes en el estudio: Hospital Militar Central "Gómez Ulla", Fundación "Jiménez Díaz", Hospital Universitario "San Carlos", Hospital "Ramón y Cajal", Hospital "La Paz", Hospital "Severo Ochoa", Ambulatorio "Hermanos Miralles", Hospital de "La Princesa" y Hospital "Doce de Octubre".*

*A Amparo, mi mujer, y a Salvador, mi padre, por la revisión del texto de la*

*primera versión.*

*A Elvira, Susana, José Luis, Pilar y Toñi, personal no docente del Departamento, por su ayuda en los temas administrativos.*

*Finalmente, y contraviniendo los consejos que Umberto Eco da en su libro "Como se hace una tesis", quiero manifestar mi agradecimiento a los directores. Al profesor D. Ricardo Rodríguez González quiero agradecerle la revisión del texto y las sugerencias en la estructuración y organización de las versiones finales. Al profesor D. Alfonso Calzado Cantera bajo cuya dirección he desarrollado toda mi actividad investigadora desde mi llegada al Departamento de Radiología y Medicina Física, quiero agradecerle la formación científica de él recibida y, el transmitirme la idea de rigor y seriedad con que debe enfocarse el trabajo científico. Respecto a esta memoria quiero agradecerle el intenso trabajo, dedicación e ilusión que ha puesto en él, y que sobrepasan con creces la misión del director.*

## ÍNDICE

# ÍNDICE

	I
	pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1. Antecedentes y planteamiento del trabajo	2
1.1.1. Tomografía computarizada	5
1.1.2. Consideraciones de dosis en TC	7
1.1.3. Método de Monte Carlo y maniqués matemáticos	10
1.2. Objetivos	18
2. MATERIAL	
2.1. Datos del sector	22
2.2. Equipos de tomografía computarizada	24
2.3. Dosimetría con termoluminiscencia	29
2.3.1. Dosímetros	29
2.3.2. Equipo de lectura	30
3. METODO	
3.1. Consideraciones generales al muestreo	33
3.2. Análisis de frecuencias. Tipos de estudio, edad y sexo de los pacientes	37
3.2.1. Análisis de frecuencias	37
3.2.2. Tipos de estudio	37
3.2.3. Edad y sexo de los pacientes	39
3.3. Medidas dosimétricas	40

3.3.1. Tratamientos térmicos de los dosímetros	40
3.3.2. Calibración de los dosímetros	40
3.3.3. Índice de dosis de Tomografía Computarizada (CTDI)	43
3.3.4. Preparación de los dosímetros	46
3.3.5. Perfiles de dosis	47
3.3.6. Índice de dosis de TC normalizado y factor de aumento	48
3.4. Obtención de parámetros de operación y geométricos para pacientes individuales	50
3.4.1. Datos del paciente, equipo y operación	51
3.4.2. Muestreo	56
3.5. Estimación de dosis en órganos y efectiva para pacientes individuales. Coeficientes de Monte Carlo	59
3.5.1. Coeficientes de Monte Carlo	59
3.5.2. Estimación de dosis en órganos	60
3.5.3. Correspondencia paciente-maniquí matemático	65
3.5.4. Dosis efectiva	67
3.5.5. Dosis en esófago	68
3.5.6. Dosis equivalente efectiva	70
3.5.7. Dosis colectiva	70
3.6. Análisis estadístico de las muestras de pacientes	72
3.7. Encuesta sobre tareas en garantía de calidad	72
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
4.1. Presentación de los resultados	75
4.2. Frecuencia de exploraciones	77

4.3.	Distribuciones por edad y sexo . . . . .	81
4.3.1.	Distribución global por edad y sexo	
4.3.2.	Distribuciones por edad y sexo en cada tipo de exploración . . . . .	83
4.4.	Perfiles de dosis . . . . .	88
4.4.1.	Índice de dosis de TC normalizado (CTDI <sub>n</sub> ) . . . . .	88
4.4.2.	Factor de aumento . . . . .	93
4.4.3.	Incertidumbres en las medidas dosimétricas de referencia . . . . .	94
4.5.	Parámetros de exploración . . . . .	96
4.5.1.	Parámetros de operación . . . . .	96
4.5.2.	Análisis de series . . . . .	101
4.5.3.	Localización de la zona irradiada . . . . .	102
4.5.4.	Longitud de la zona irradiada . . . . .	105
4.6.	Dosis en pacientes . . . . .	106
4.6.1.	Dosis efectiva y dosis en órganos . . . . .	106
4.6.2.	Dosis equivalente efectiva . . . . .	120
4.6.3.	Dosis colectiva . . . . .	122
4.6.4.	Consideraciones sobre las estimaciones de dosis . . . . .	124
4.7.	La práctica de la TC en la CAM frente a otros países . . . . .	127
4.8.	Valores de dosis en TC frente a radiología convencional . . . . .	133
4.9.	Análisis de dosis por equipos . . . . .	135
4.10.	Tomografía computarizada y resonancia magnética . . . . .	139
4.11.	Control de calidad, antigüedad y actividad de los equipos . . . . .	140
4.11.1.	Verificación, garantía o control de calidad . . . . .	140
4.11.2.	Antigüedad y actividad de los equipos . . . . .	141

4.12.	Recomendaciones .....	143
5.	CONCLUSIONES .....	146
6.	BIBLIOGRAFÍA .....	152
7.	APÉNDICES	
7.1.	APÉNDICE A. Lista de centros que han participado en el estudio .....	170
7.2.	APÉNDICE B. Tablas y figuras de resultados globales de parámetros de operación y dosis .....	171
7.3.	APÉNDICE C. Figuras de perfiles dosimétricos. Tablas de parámetros de operación y dosis, por equipos y tipos de exploración .....	195
7.4.	APÉNDICE D. Distribuciones por edad y sexo .....	274
7.5.	APÉNDICE E. Listado del programa de toma de datos .....	286
7.6.	APÉNDICE F. Diagrama de flujo del programa de cálculo de dosis .....	288

## **1. INTRODUCCION**

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. ANTECEDENTES Y PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO

Desde su descubrimiento por Roentgen, los rayos X han sido utilizados en medicina como auxiliar diagnóstico. Las técnicas se han diversificado y su uso ha aumentado de forma progresiva, constituyendo la especialidad médica de la radiología. Esta actividad representa aproximadamente el 10% de los gastos en atención a la salud (OMS, 1983) y es la principal causa de exposición a las radiaciones ionizantes en medicina (más del 80%) frente a la medicina nuclear y la radioterapia (UNSCEAR, 1988). Por otra parte, el uso de rayos X en medicina constituye la mayor fuente artificial de radiación. Los valores de dosis por habitante y año debidos a dicha práctica se acercan - los superan en los países desarrollados - a los valores debidos a la radiación natural de fondo (UNSCEAR, 1988). El resto de las fuentes artificiales de radiación (centrales nucleares, pruebas atómicas, etc.) representan un 10% de la dosis de radiación debida a actos médicos.

Dada la utilización masiva y creciente de procedimientos de diagnóstico médico que emplean rayos X y conocidos los efectos negativos que puede causar la radiación, es conveniente seguir los criterios del sistema de protección radiológica (ICRP, 1991), en su triple vertiente:

a) No se adoptará ninguna práctica que implique exposición a la radiación si no se producen suficientes beneficios a los individuos expuestos o a la sociedad, en compensación por el detrimento que cause (criterio de "justificación").

b) Para cualquier tipo de exposición, las dosis individuales, el número de personas expuestas y la posibilidad de exposición deben ser tan bajas como razonablemente sea

alcanzable (ALARA), y deben estar sujetas a restricciones en la dosis o el riesgo de las personas, limitando los posibles daños teniendo en cuenta factores económicos y sociales (criterio de "optimización").

c) La exposición de las personas irradiadas profesionalmente o de miembros del público, debe estar sujeta a límites de dosis, o a algún control del riesgo en caso de exposiciones potenciales (criterio de "límites de dosis y riesgo").

Para la aplicación de los anteriores criterios en las irradiaciones en el diagnóstico médico, es necesario conocer entre otros parámetros, las técnicas aplicadas a cada tipo de exploración, su frecuencia, así como los correspondientes valores típicos de dosis. En los últimos tiempos ha aumentado el número de trabajos cuyo objetivo es el conocimiento de las dosis recibidas por los pacientes en radiodiagnóstico, fundamentalmente en países desarrollados como Estados Unidos, Japón, Países Nórdicos, y algunos de la Comunidad Europea (CE). Paralelamente la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha dado recomendaciones a fin de reducir el número de exámenes improductivos (OMS, 1983). En el informe de 1988 del UNSCEAR (Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de la Radiación Atómica), en el que por primera vez aparecen datos de la práctica en España (UNSCEAR, 1988), ya se reconoce un gran aumento de los datos aportados en relación con los del informe de 1982 (UNSCEAR, 1982). A continuación se describirán de forma sucinta las actividades que se han desarrollado en distintos países en este campo.

El Public Health Service de Estados Unidos viene realizando desde los años 60 encuestas nacionales, a fin de conocer con cierto detalle las técnicas y los valores típicos de exposición de la población a los rayos X en diagnóstico. En una amplia encuesta realizada en 1970 (FDA, 1973) se apreció un incremento del 20% en el número de exploraciones. Desde entonces, este tipo de estudios se realizan con la denominación NEXT (Nation Wide Evaluation on X-Ray Trends). Además, el National Council on

Radiation Protection and Measurements, publica informes de forma periódica, y en el de 1989 (NCRP, 1989) se hace una valoración de la tendencia de los 20 años anteriores, constatándose un aumento en el número de exploraciones del 18%.

En Europa, la Comisión de Comunidades Europeas (CCE) ha vertebrado muchos de los programas de investigación sobre protección radiológica. Tras el Tratado del Euratom se puso en marcha el Programa de Protección Radiológica, que se ha llevado a cabo en seis etapas. Las materias en que cada una de esas etapas se han centrado, han sido consecutivamente: "Dosimetría de la radiación y su interpretación", "Comportamiento y control de radionucleidos en el ambiente", "Efectos somáticos a corto plazo de las radiaciones ionizantes", "Efectos tardíos de las radiaciones ionizantes", "Efectos genéticos de las radiaciones ionizantes" y, "Evaluación de riesgos derivados de las radiaciones ionizantes". Esta última, desarrollada entre 1985 y 1989, incluye programas de Optimización de la Protección Radiológica y valoración de los riesgos del Radiodiagnóstico. En ella han participado grupos españoles a raíz de la incorporación de España a la CE.

De los resultados del Programa Europeo de Protección Radiológica, que se reflejan en los informes periódicos del "Radiation Protection Research Programme" (CEC, 1987 y 1991), se pueden extraer las siguientes conclusiones: existe un gran aumento del número de exploraciones radiológicas (se duplica cada 10 años); los valores de dosis no van a disminuir confiando únicamente en la mejora técnica de los equipos; existen grandes diferencias en los valores de dosis recibidos por los pacientes de unos centros a otros para un mismo tipo de exploración y, por tanto, los resultados de una región o país no pueden ser extrapolables a otros; es precisa una formación en materia de protección radiológica y garantía de calidad para los profesionales implicados en el proceso.

Desde 1986, el grupo de Física Médica de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense (GFM), participa en el

Programa de Protección Radiológica Europeo, a través del proyecto "Optimización de la Protección Radiológica en Radiodiagnóstico". Éste se ha desarrollado en diversos hospitales y ambulatorios de la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM), con el apoyo de la CE y organismos españoles.

Los objetivos del proyecto han sido: análisis de riesgo a los trabajadores; análisis de riesgo de los pacientes, a través de medidas y estimaciones de dosis en relación con las características de los equipos, protocolos de operación y cualificación del personal; diseño y aplicación de un plan piloto de control de calidad (Vañó y col., 1991).

En esta última fase del Programa Europeo, "Evaluación de riesgos derivados de las radiaciones ionizantes", en la que ha estado integrado el GFM, la investigación se ha centrado fundamentalmente en tres áreas: evaluación de los procedimientos radiológicos actuales; obtención de datos sobre exposición que permitan estimar las dosis impartidas a los pacientes en las diferentes exploraciones; y procedimientos de reducción de las dosis, aplicando programas de garantía de calidad.

#### 1.1.1. Tomografía computarizada

Diversos factores han potenciado, en el plano operativo, el uso de las imágenes obtenidas con los equipos de tomografía computarizada (TC) en el campo del diagnóstico clínico. Las mejoras en el diseño de los sistemas de generación y detección del haz, así como los progresos alcanzados en el tratamiento y almacenamiento digital de imágenes, han facilitado la evolución a la situación actual: el número de equipos y de estudios realizados con ellos se ha incrementado de manera espectacular, especialmente en los países de alto nivel sanitario, llegando a 40 estudios de TC por 1000 habitantes y año (UNSCEAR, 1993). La referencia más avanzada puede ser la situación de Japón, con 45 equipos por millón de habitantes (Lavaissière, 1990) y unos 100 estudios por 1000 habitantes y año (UNSCEAR, 1993).

La contribución en número de exámenes de la TC al conjunto del radiodiagnóstico, ha aumentado igualmente en los últimos años. Al comparar los datos de 1983 con los de 1991, vemos que en el Reino Unido se ha pasado del 0,9 % (Contento y col., 1988) al 2,4 % (Shrimpton y col., 1991a); en Italia, del 2 % (Contento y col., 1988) al 2,5 % (Padovani y col., 1991).

La TC (Hounsfield, 1973) es una técnica de diagnóstico por la imagen por cuya concepción y puesta a punto recibieron el premio Nobel Hounsfield y Cormack en 1979. Utiliza un haz de rayos X en forma de abanico que gira en torno al paciente, y que se colima para distintos espesores o anchuras de corte. La TC proporciona imágenes de secciones del organismo con un contraste muy bueno entre los distintos tejidos blandos.

La TC se basa en la comparación entre la intensidad de radiación a la salida del haz, captada por un sistema detector de referencia, y la intensidad de radiación detectada tras atravesar el haz al paciente (Curry y Col., 1984). El logaritmo del cociente de estas dos medidas, es el valor de transmisión relativa. Los valores concretos de transmisión relativa dependen a su vez de la atenuación en los distintos tejidos atravesados por el haz en su camino hacia el sistema detector. La finalidad última de la TC consiste en calcular los coeficientes de atenuación ( $\mu$ ) de esos tejidos y obtener una imagen por reconstrucción de dichos valores en el volumen correspondiente al corte tomográfico del paciente. A partir de los valores de transmisión relativa, lo anterior equivale a la resolución de un sistema de ecuaciones, cuyas soluciones serán los valores medios de los coeficientes de atenuación de cada elemento de volumen ("voxel") (Krestel, 1991).

La imagen representa las estructuras, en una escala de grises o de falso color mediante los números CT correspondientes a los elementos de volumen de la zona. Los números CT se definen a partir de los coeficientes de atenuación lineal (del tejido en cuestión y del agua), de la forma siguiente (Seeram, 1985):

$$\frac{nCT}{\mu_{\text{agua}}} = C \frac{\mu_{\text{tej}} - \mu_{\text{agua}}}{\mu_{\text{agua}}} \quad (1)$$

Siendo C el factor de escala o factor de contraste al que actualmente se le da el valor 1000 (escala Hounsfield). Los números CT toman valores entre +1000 para el hueso y -1000 para el aire, correspondiendo por definición al agua el valor cero. El valor de los números CT se hace corresponder con un tono de gris en cada elemento de la imagen ("pixel") representado sobre la pantalla o cualquier otro soporte.

### 1.1.2. Consideraciones de dosis en TC

La utilización de radiaciones ionizantes en la TC, implica que los pacientes sometidos a tales pruebas reciben intrínsecamente un cierto valor de dosis. Los factores que influyen sobre estos valores de dosis, para la irradiación de una región anatómica concreta, están relacionados con los parámetros de operación (Seeram, 1985) y con el diseño del equipo. Respecto a este último, hay que considerar entre otros: la colimación, la filtración y los detectores.

Una característica importante de los equipos de TC, es la existencia de dos colimaciones, una a la salida del haz o prepaciente, y otra delante de los detectores o postpaciente, para diferentes anchuras de corte se deben utilizar distintas colimaciones. En general a medida que disminuye el espesor de corte, debe aumentar la radiación para reducir el ruido y mantener la calidad de la imagen. Al disminuir el valor de la apertura en la colimación postpaciente, se produce un aumento en la resolución espacial (Seeram, 1985), pero también se precisa una mayor dosis. A fin de no incrementar la dosis, la apertura de la colimación predetectores suele ser algo mayor que la colimación prepaciente.

Además de la filtración inherente, algunos equipos incluyen

otros sistemas de compensación por filtrado, que se conocen como filtros de forma, cuya misión es compensar la falta de simetría cilíndrica del cuerpo. En los equipos con detectores de alta eficiencia las dosis pueden ser menores, ya que los receptores captan un mayor número de fotones.

Desde que se comenzaron a utilizar los equipos de TC en diagnóstico clínico, se sabe que las dosis recibidas por los pacientes sometidos a exámenes con estos equipos son muy poco uniformes y, en términos generales, claramente superiores a las impartidas en estudios de la misma zona anatómica con rayos X convencionales. De ahí, que sean muchos los estudios encaminados a la estimación de los valores de dosis impartidas a los pacientes en exámenes radiológicos de TC. Las vías de abordaje del problema han sido múltiples:

a) El procedimiento más simple, consiste en colocar dosímetros sobre el paciente durante la realización de la exploración. En Estados Unidos, Evens y Mettler (1985), han dado valores de dosis en superficie, para un solo corte en estudios de cabeza y cuerpo, realizados en cinco equipos distintos; Fearon y Vucich (1985), han medido dosis en superficie en exploraciones pediátricas de tórax, abdomen y cabeza. En Suecia, Moström y col. (1986) de la universidad de Uppsala, han determinado las dosis en ojos de 245 pacientes sometidos a exámenes de cráneo, órbitas, fosa posterior y silla turca.

b) Algunos grupos de investigación han simulado estudios de TC sobre objetos de test de plástico, que poseen cavidades donde se alojan dosímetros o cámaras de ionización tipo lápiz. Entre otros, son destacables los trabajos realizados en EEUU por: Shope y col. (1982a) que han medido dosis con 10 equipos distintos; Fearon y Vucich (1985), que han simulado exploraciones pediátricas de cabeza y cuerpo; y McCrohan y col. (1987), que han realizado un muestreo sobre las técnicas empleadas en los estudios de cráneo, para un total de 250 equipos de 28 modelos distintos, a partir de dichas técnicas han realizado medidas con cada uno de los equipos, utilizando un maniquí cilíndrico de

metacrilato.

En esta línea han trabajado también algunos grupos europeos: Faulkner y Moores (1987) en el Reino Unido, han estimado dosis simulando estudios estándar de cabeza, pulmones, hígado y pelvis con tres equipos distintos; Sager y col. (1989) en Noruega, han medido dosis en ovarios y el perfil de dosis en una exploración de vejiga.

c) Otros estudios frecuentes se refieren a medidas realizadas en maniqués antropomórficos de diversos tipos, en los que se colocan dosímetros de termoluminiscencia en las cavidades que simulan órganos (maniquí REMAB), o en las posiciones correspondientes a éstos (maniquí RANDO). Las dosis en médula ósea se calculan a partir de las lecturas de dosímetros en zonas óseas, ponderando éstas con la fracción de médula correspondiente (Cristy, 1981), (Tanaka y col., 1981).

Entre los grupos más destacados que han optado por esta vía, se encuentran el de Nishizawa en Japón y el de Huda en Canadá. Nishizawa y col. (1991) de la Universidad de Kyorin en Tokio, que midieron dosis en órganos, definidos a partir de imágenes de TC; el estudio se hizo en 12 equipos distintos, simulando exploraciones estándar de cráneo, tórax y abdomen (superior e inferior). Huda y Sandison (1984, 1985) en Manitoba (Canadá), estimaron dosis en 8 órganos simulando exploraciones de cráneo, tórax, abdomen y pelvis, en un equipo EMI 5005. Posteriormente (Huda y col., 1989), dan una fórmula para calcular dosis equivalente efectiva ( $H_E$ ) en distintas exploraciones y equipos, a partir de las dosis equivalentes efectivas estimadas por ellos, para el EMI 5005. En Estados Unidos, Fearon y Vucich (1987), utilizaron un maniquí de niño de seis años, para simular exploraciones de cráneo, tórax, abdomen y torso.

Nuestro grupo ha realizado medidas de dosis en órganos y ha estimado dosis equivalente efectiva para estudios TC de tórax, abdomen, cráneo, pelvis, hígado y tórax-abdomen-pelvis, (Calzado

y col., 1993c).

En otros casos, los maniqués antropomórficos se han utilizado para estudios en regiones anatómicas concretas. En el Reino Unido, Tweed y col. (1991), midieron dosis en cristalino y otros órganos regionales, en exploraciones del conducto auditivo interno y fosa posterior, y Jones y Garrett (1985) de la Universidad de Leeds, lo hicieron en secciones de cráneo y cuerpo. En Alemania, Neufang y col. (1987) midieron dosis en cristalino en exámenes de órbita y oído interno, y en Suecia, Moström y col. (1986), lo hicieron para estudios de cráneo, órbitas, fosa posterior y silla turca.

d) Las medidas dosimétricas, en exploraciones realizadas sobre maniqués antropomórficos u objetos de test, pueden ser bastante precisas para la exploración simulada, pero son difícilmente extrapolables a otro equipo o tipo de exploración, ya que la variación de cualquier parámetro técnico supone un cambio en la dosis. Distintos grupos de investigadores han tratado de solventar este problema, utilizando maniqués matemáticos que reproducen las estructuras orgánicas (ICRU, 1992) y el método de Monte Carlo para simular el transporte de fotones.

### 1.1.3. Método de Monte Carlo y maniqués matemáticos

Los maniqués matemáticos que remedan el cuerpo del paciente, en combinación con simulaciones del transporte de fotones de rayos X en ellos, realizadas por el método de Monte Carlo (MC), sirven para estimar las dosis recibidas en tejidos o partes del cuerpo y evitan las pesadas tareas de dosimetría con los costosos maniqués antropomórficos. Sin embargo, para su aplicación se precisan programas complejos y ordenadores rápidos y de alta capacidad. El método de MC recibe este nombre del famoso casino, ya que este método de análisis numérico utiliza el muestreo aleatorio sobre distribuciones de probabilidad para resolver problemas matemáticos (Raeside, 1976).

Los rayos X depositan energía en la materia a través de interacciones puntuales, que en el rango de energía habitual en el radiodiagnóstico, son preferentemente el efecto fotoeléctrico y la dispersión Compton. La probabilidad por unidad de recorrido de que se produzca una interacción puede expresarse en términos del coeficiente de atenuación lineal, que es una función de la energía del fotón y del número atómico  $Z$  del medio. En el análisis por el método de MC, el muestreo aleatorio de las distribuciones de probabilidad de los fenómenos de interacción en función del espectro energético, la geometría del haz y la estructura del maniquí, define la localización de sucesivas interacciones. Distribuciones de probabilidad semejantes pueden establecerse en lo concerniente al tipo de interacción que pueda producirse y a la dirección que tomarán los fotones que sufran una dispersión Compton. La "historia" de un fotón es simulada por el ulterior muestreo aleatorio de estas distribuciones de probabilidad y termina cuando toda la energía del fotón ha sido depositada o éste sale del recinto de interés.

Para calcular la energía depositada en cada órgano es necesario conocer en que órgano tiene lugar la interacción, por lo que en el maniquí matemático deben estar definidos con precisión los límites del órgano. Se precisa un gran número de "historias" de fotones si queremos conocer la dosis en órganos pequeños o en órganos que se encuentran lejos de la entrada del haz, y por tanto, que les lleguen fotones que ya han sufrido múltiples interacciones. Para simular exploraciones de radiodiagnóstico, a menudo se emplean un millón o más de "historias" de fotones, a fin de reducir la incertidumbre estadística inherente al método de MC a valores razonables. Las dosis se obtienen, finalmente, dividiendo la energía total depositada en cada órgano o tejido entre la masa del mismo.

El primer maniquí matemático que representa un paciente medio fue desarrollado en el Oak Ridge National Laboratory en los EEUU (Snyder y col., 1969), para ser usado en dosimetría interna, y estaba basado anatómicamente y físicamente en el "Reference Man" (ICRP, 1975). Se le denominó "MIRD-5", al aparecer descrito en

el folleto nº 5 de la Medical Internal Radiation Dose Committee de 1969, publicándose en 1974 una versión revisada del mismo (Snyder y col., 1974). Otros autores (Cristy, 1980) (Kramer y col., 1982) (Jones y Wall, 1985) (Williams y col., 1986, 1987) han desarrollado distintos tipos de maniqués matemáticos. Cristy (1981) publicó versiones mejoradas del MIRD-5 en las que se representaban, aparte del adulto, niños de varias edades. Kramer y col. (1982) desarrollaron modelos masculino (Adam) y femenino (Eva), diferenciándose en los órganos sexuales específicos, y siendo las dimensiones de Eva el 83% de las de Adam. Estos mismos modelos fueron perfeccionados en su composición por Pani y col. (1987). En Japón, Kay construyó un modelo de mujer en distintos estados del embarazo (Kay, 1985). Williams y col. (1986a, 1986b) desarrollaron un maniquí representando un recién nacido, construyéndolo a partir del procesado de imágenes de TC. Posteriormente, construyeron (Williams, 1987) y perfeccionaron (Zank y col., 1988), (Veit y col., 1989) dos maniqués matemáticos tomográficos, un niño de 8 semanas y otro de 7 años, basados en imágenes de TC. Jones y Wall (1985) utilizaron un maniquí hermafrodita basado en el maniquí adulto de Cristy, con la región del cuello modificada por Kramer y col. (1982). Este presenta un tejido mamario compuesto en un 50% de grasa y un 50% de agua, los brazos están diferenciados y son separables, en contraste con los del maniquí de Cristy que están incluidos en el cilindro oval que representa el tronco. La característica de presentar brazos separables, es muy útil en el caso de la TC, dado que en las exploraciones de TC los brazos del paciente se encuentran fuera del campo.

Resumiendo, los maniqués matemáticos que se han desarrollado son fundamentalmente de dos tipos: los geométricos, cuyas estructuras las representan ecuaciones matemáticas; y los tomográficos, basados en imágenes de TC (ICRU, 1992).

Distintos autores (Snyder y col., 1969, 1974), (Rosenstein y col., 1976a, 1976b, 1979), (Kereiakes y Rosenstein, 1980), (Kramer y col., 1982), (Drexler y col., 1985), (Jones y Wall, 1985), utilizando maniqués matemáticos y el método de Monte

Carlo, han conseguido programas que dan información de dosis en órganos, a partir de dosis a la entrada para una amplia gama de exploraciones convencionales con rayos X. Más recientemente, se han aplicado métodos de cálculo que combinan las técnicas anteriores con medidas en maniqués antropomórficos para el cálculo de dosis en exploraciones complejas (Calzado y col., 1991, 1992a).

Las técnicas de Monte Carlo aplicadas al cálculo de la dosis en estudios de TC, fueron utilizadas por primera vez en Europa por los investigadores del Gesellschaft für Strahlen-und Umweltforschung (GSF) en Munich. En 1980 calcularon para el maniquí MIRDO-5, dosis en médula ósea, útero, ovarios, testículo y cristalino (normalizadas -en mrem/R- para exposición en aire en el eje) y dosis equivalente efectiva para cortes individuales de 1 cm (Kramer y col., 1980). Más adelante, Drexler y col. (1985), calcularon dosis en órganos de dos maniqués matemáticos Adam y Eva. Presentaron factores de conversión de dosis aire en dosis en órganos, para el conjunto de la exploración de pelvis, hígado, tórax y cráneo, utilizando, según los casos, 15, 20 ó 25 cortes consecutivos de 8 mm y simulando exploraciones únicamente para el equipo Siemens Somatom. Los factores de conversión se refieren a un total de 16 órganos, con opciones para tres distintos kilovoltajes, pero no se tienen en cuenta los filtros de forma. Williams (1987), utilizando un maniquí matemático que simula un niño de 7 años, obtuvo factores de conversión (referidos a un corte de 8 mm en la región torácica) de dosis aire a dosis órgano, y las correspondientes dosis en órganos normalizadas para 100 mGy de dosis aire en el eje. Panzer y Zankl (1989b), calcularon por primera vez con un maniquí adulto, factores de conversión de dosis aire en dosis en útero para 35 cortes de 1 cm en la región pélvica y tres combinaciones distintas de energía y filtración. Este tipo de factores de conversión, obtenidos para un solo corte, localizado en cualquier región anatómica, posibilita la estimación de dosis en órganos del paciente en exploraciones individuales, en las cuales, el número y la ubicación de los cortes no es fija.

El catálogo de factores de conversión más completo, de los publicados por el GSF, ha sido el calculado recientemente por Zankl y col. (1991, 1992). Se presentan factores para 21 órganos de los dos maniqués matemáticos Adam y Eva. Dichos factores, referidos a cortes de un centímetro, han sido calculados para barridos de 360°, distancias foco-eje de 76 y 70 cm, un solo tipo de filtro y tres tensiones distintas (80, 125 y 137 kVp), pero no se tienen en cuenta variaciones debidas a filtros de forma. Al estar los factores calculados para dos tamaños de maniquí distintos, extrapolando las dosis en éstos, se podrían hacer matizaciones en el cálculo de dosis en individuos gruesos o delgados.

Entre los catálogos de factores de conversión publicados, el más amplio ha sido el realizado por un grupo de investigadores del National Radiological Protection Board (NRPB) en el Reino Unido (Jones y Shrimpton, 1991). Han calculado factores de conversión dosis aire a dosis en órganos o tejidos para 27 órganos distintos en cada uno de los 208 cortes contiguos de 5 mm en los que dividen un maniquí matemático hermafrodita, desde el vértice craneal hasta 10 cm por debajo de la sínfisis del pubis. El catálogo tiene en cuenta 23 combinaciones distintas de kilovoltaje, filtración y distancia foco eje, correspondientes a los equipos comerciales más utilizados.

A raíz de publicarse los catálogos de factores de conversión en exploraciones de TC, por el GSF y el NRPB, varios grupos de investigadores europeos han realizado trabajos encaminados al conocimiento de las dosis recibidas por la población, en los distintos tipos de estudios de TC. En Alemania, Panzer y col. (1989a) del GSF, utilizando los factores de conversión calculados por investigadores del mismo organismo (Drexler y col., 1985), estiman dosis en los cuatro órganos más irradiados en estudios de cráneo, tórax, abdomen y pelvis. Emplean para ello, datos del muestreo en 122 equipos (longitud irradiada media, dosis aire media, etc). Los datos dosimétricos, los refieren a tres grupos de kilovoltaje y filtración.

En Dinamarca, Jessen y col. (1992), mediante cuestionarios remitidos a los responsables de los 24 equipos de TC en funcionamiento en el país, han recogido datos referentes a parámetros de operación para cada tipo de exploración. Así mismo, han medido dosis en aire en el eje en 21 equipos (Christensen y col., 1992) y, a partir de estos datos y aplicando los factores de conversión del NRPB (Jones y Shrimpton, 1991), han calculado dosis en órganos y dosis efectiva para los 22 tipos de exámenes vistos en la encuesta. También estiman la dosis efectiva colectiva debida a estudios de TC en Dinamarca. Comparan los factores del GSF (Drexler y col., 1985) y de los del NRPB, para un corte en la exploración de hígado, encontrando concordancia entre ambos.

En Italia Padovani y col. (1991) tienen en marcha un estudio para evaluar dosis en todo tipo de exploraciones en un gran número de equipos del territorio italiano. Hasta ahora, sólo han aparecido datos publicados de dosis en cráneo. El estudio se basa en los datos recogidos a través de cuestionarios, y utilizan los factores de conversión publicados por el NRPB, para el cálculo de la dosis en órganos. Recientemente han aparecido otros trabajos referidos a Holanda y Suecia. En Holanda, Geleijns y col. (1993) han estimado dosis en las exploraciones realizadas en 10 hospitales, haciendo mención a la calidad de las imágenes en relación con los protocolos y las dosis. En Suecia, Leitz y col. (1993) han realizado un seguimiento de las exploraciones realizadas a los pacientes en 89 de los 90 equipos existentes en Suecia durante 1991. A partir de los datos obtenidos en dicho seguimiento, han calculado por medio de un procedimiento simplificado dosis individuales, medias, y la dosis efectiva colectiva para el conjunto de la práctica de la TC en Suecia.

Entre este tipo de estudios se destaca, por ser una referencia básica y por su extensión, el trabajo llevado a cabo en el Reino Unido por un grupo de investigadores del NRPB (Shrimpton y col., 1991a y b). A partir de las respuestas a los cuestionarios remitidos a los responsables de los equipos de TC que funcionan en el National Health Service (NHS), coleccionan

datos referentes a los parámetros técnicos y de operación de 174 equipos, en 17 tipos de exploraciones. Recogen datos de dosis en aire referidos a las 5 condiciones de exploración más frecuentes. A partir de los datos medios de cada exploración y, utilizando sus factores de conversión (Jones y Shrimpton, 1991), calculan la dosis en 14 órganos y estiman dosis efectiva y dosis equivalente efectiva. Presentan los datos dosimétricos de cada uno de los 17 tipos de exploración analizados globalmente y por tipos de equipo.

En nuestro país, hasta la iniciación de este trabajo no se disponía de datos generales concernientes a la práctica con equipos de TC desde el punto de vista de protección radiológica y optimización. Por ello, se desconocen cuales son los valores típicos de dosis asociados a la realización de las diferentes exploraciones. Como ya hemos mencionado, nuestro equipo, (Calzado y col., 1993c) ha realizado medidas sobre un maniquí antropomórfico, pero esta información, es difícilmente generalizable. Por otro lado, no existen estadísticas de las condiciones de operación empleadas para la obtención de las imágenes, ya que sólo disponemos de los datos de un seguimiento realizado por nuestro grupo sobre cuatro equipos, y que fue uno de los puntos de partida de este trabajo. En relación a las actividades de garantía de calidad con los equipos de TC, el personal de los centros ha tenido una participación escasa, siendo prácticamente nula en bastantes centros.

En síntesis, puede afirmarse que en los programas de protección radiológica en radiodiagnóstico desarrollados en los últimos años en España, la práctica con TC apenas ha sido estudiada. Dado el crecimiento en número de equipos instalados en los últimos años (Fig. 1), el incremento que ha sufrido esta práctica, y las altas dosis recibidas por los pacientes sometidos a este tipo de exploraciones, el trabajo aquí presentado trata de cubrir parcialmente esa carencia.

EVOLUCION DEL NUMERO DE EQUIPOS DE TC  
EN LA COMUNIDAD AUTONOMA DE MADRID  
(CENTROS PUBLICOS Y SEMIPUBLICOS)

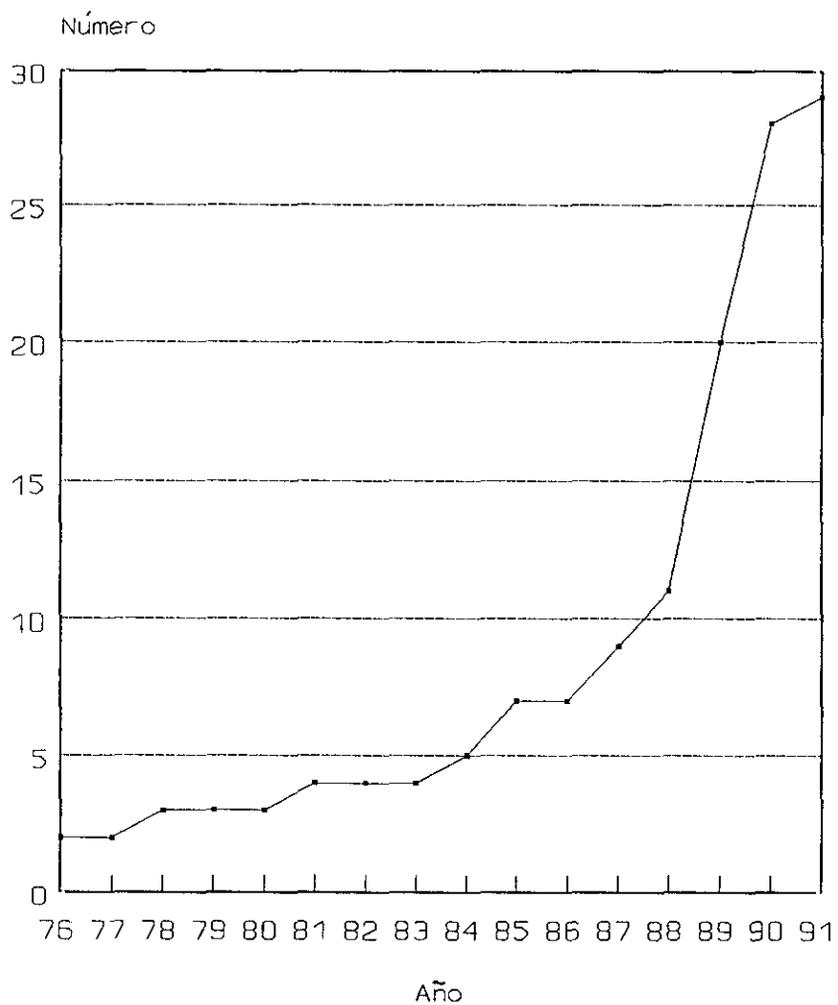


Figura 1

## 1.2. OBJETIVOS

El propósito de este trabajo ha sido el conocimiento global de la práctica de la tomografía computarizada en los centros públicos y semipúblicos de la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM), en relación con los valores de dosis que implica dicha práctica y tomando como referencia temporal el año 1991.

Para la puesta en marcha del trabajo propiamente dicho, ha sido necesario obtener una serie de datos del sector. Los centros han facilitado las informaciones previas y generales que nos han permitido:

a) Conocer los tipos (marca y modelo) y las características técnicas de los equipos en funcionamiento en los centros públicos y semipúblicos de la CAM.

b) Establecer conjunto de estudios tipo por medio de una selección basada en la frecuencia de realización y en la zona irradiada.

Recíprocamente, durante la realización del trabajo se ha tratado de:

c) Poner toda la información en manos de los responsables de cada equipo en lo referente a las técnicas medias empleadas, así como de los valores de dosis en órganos en cada tipo de exploración, a medida que se dispone de dicha información.

d) Facilitar a todos los participantes los resultados del estudio global, a fin de que posean una referencia con la que enjuiciar su práctica.

Los objetivos generales planteados en el presente trabajo, han sido:

## 1. Toma de datos

1.1. Conocer la antigüedad, y la evolución del número de equipos instalados en los centros públicos y semipúblicos de la CAM.

1.2. Conocer la frecuencia de realización de las exploraciones de TC por tipos, por equipo y por cada 1000 habitantes.

1.3. Determinar las distribuciones por edad y sexo de los pacientes sometidos a exámenes de TC en los centros públicos y semipúblicos de la CAM, global y por tipos de exploración.

1.4. Obtener la información específica sobre la práctica en garantía de calidad por parte del personal de los centros en los que están ubicados los equipos.

1.5. Realizar medidas dosimétricas de referencia para la caracterización del haz de radiación emitido por cada equipo, para las técnicas más frecuentemente utilizadas en cada uno de los equipos participantes en el estudio.

1.6. Conocer los parámetros de operación y geométricos para pacientes individuales.

## 2. Estimación de dosis y análisis de los datos

2.1. Conocer las condiciones de operación con las que se realizan las exploraciones, es decir, los valores de los parámetros técnicos siguientes: kVp, mAs, número, grosor y separación de los cortes, en cada tipo de exploración.

2.2. Estimar las dosis absorbidas en órganos y efectiva para

pacientes individuales, y a partir de éstas, estimar los valores de dosis medios que se imparten a los pacientes en cada tipo de estudio. Esto es: dosis en órganos y dosis efectiva en cada tipo de exploración y equipo.

2.3. Estimar las cifras medias de dosis en órganos, dosis efectiva y dosis equivalente efectiva, para cada tipo de exploración en el conjunto de los centros públicos y semipúblicos de la CAM.

2.4. Analizar la distribución de frecuencias de la dosis efectiva y las dosis en los órganos más significativos en cada tipo de exploración.

2.5. Estimar el valor de la dosis colectiva debida a la práctica de la TC en los centros públicos y semipúblicos de la CAM, los valores de dosis colectiva que supone cada uno de los tipos de exploración, la contribución de cada uno de ellos, tanto para dosis efectiva colectiva como para dosis equivalente efectiva colectiva, y el nivel de contribución de la TC a la dosis colectiva del radiodiagnóstico en su conjunto.

## **2. MATERIAL**

## 2. MATERIAL

### 2.1. DATOS DEL SECTOR

En la CAM había en el año 1991 aproximadamente 29 equipos en funcionamiento en centros públicos y semipúblicos (Rodríguez, 1989, 1992), de los cuáles 16 están en centros dependientes del Insalud, 9 en centros públicos dependientes de otras instituciones o con convenio especial y 4 en hospitales militares. En la Tabla I aparece una relación de dichos equipos, junto con sus características, año de instalación y número estimado de estudios realizados durante 1991. Se han omitido los nombres de los centros (están indicados en clave en la tabla), para garantizar la confidencialidad de los datos aportados por éstos.

TABLA I. EQUIPOS TC EN CENTROS PUBLICOS Y SEMIPUBLICOS DE LA CAM

CENTRO	MARCA	MODELO	AÑO INST.	Nº EST. 1991
A	G.E.	CT/T 8800	1976	2000 *
A	Siemens	Somatom HIQS	1991	---- *
B	G.E.	CT/9800	1987	6750
B	Elscint	Exel 1800	1989	7500
B	Philips	Tomoscan CX	1990	4500
C	G.E.	CT/9000-II	1989	3700
D	G.E.	CT/9000	1985	3750
D	Toshiba	600 HQ	1990	5500
E	Toshiba	600 HQ	1990	4000
F	Philips	Tomoscan CX/S	1990	4200
G	Siemens	Somatom DR-H	1988	6337
G	G.E.	Sytec 3000	1990	4500
G	G.E.	CT MAX	1989	1514
H	Siemens	Somatom HIQ	1987	3750
H	G.E.	Sytec 3000	1990	5500
I	Siemens	Somatom 2	1981	4000
I	Siemens	Somatom DR-H	1989	4000
J	G.E.	CT/T 8800	1978	5800
J	Elscint	Exel 2400	1989	7000
K	Siemens	Somatom DRG	1989	3700
L	Philips	Tomoscan CX/S	1989	4040
M	G.E.	Sytec 3000	1990	5800
N	G.E.	CT/T 8800	1976	2360
N	Philips	Tomoscan 60/TX	1988	3540
Ñ	Siemens	Somatom HIQ	1989	777
O	G.E.	CT/9000	1985	4000
P	Siemens	Somatom 2	1984	2000
P	Philips	Tomoscan LX	1989	6000
P	Philips	Tomoscan LX	1990	5000

\* Se incluye globalmente el número de estudios realizados con ambos equipos.

## 2.2. EQUIPOS DE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

Para este estudio hemos trabajado con doce equipos. A continuación se muestran la marca, modelo y características técnicas más destacadas de los mismos.

### EQUIPO Nº 1. GENERAL ELECTRIC CT 9800

Generación: tercera.  
Material del ánodo: Wolframio.  
Tamaño del foco (mm x mm): 0,7 x 0,9  
Tipo de detectores: gas Xenón.  
Producción de Rayos X: continua.  
Duración del pulso (ms): -  
Intervalo entre pulsos (ms): -  
Diametro del gantry (mm): 700  
Distancia foco eje (mm): 630  
Tipo de barrido: rotacional 360°  
Kilovoltios pico: 120  
Filtro plano: 2,7 mm Al  
Filtro de forma: tipo PTFE

### EQUIPOS Nº 2 y 11. GENERAL ELECTRIC CT 8800

Generación: tercera.  
Material del ánodo: Wolframio.  
Tamaño del foco (mm x mm): 1,2 x 1,2  
Tipo de detectores: gas Xenón.  
Producción de Rayos X: pulsada.  
Duración del pulso (ms): 3,7  
Intervalo entre pulsos (ms): 10  
Diametro del gantry (mm): 600  
Distancia foco eje (mm): 780  
Tipo de barrido: rotacional 360°  
Kilovoltios pico: 120

Filtro plano: 2,7 mm Al

Filtro de forma: Opciones cabeza y cuerpo. Tipo PMMA

### EQUIPO N° 3. PHILIPS TOMOSCAN 60/TX

Generación: tercera.

Material del ánodo: Wolframio-Molibdeno

Tamaño del foco (mm): 0,8 y 1,5

Tipo de detectores: gas Xenón.

Producción de Rayos X: pulsada.

Duración del pulso (ms): 2,2

Intervalo entre pulsos (ms): 5

Diametro del gantry (mm): 600

Distancia foco eje (mm): 606

Tipo de barrido: rotacional 360°

Kilovoltios pico: 100, 120, 130

Filtro plano: 1,4 mm Al, 0,1 mm Cu

Filtro de forma: tipo Al

### EQUIPOS N° 4 y 7. GENERAL ELECTRIC CT 9000 HP y 9000

Generación: tercera.

Material del ánodo: Wolframio.

Tamaño del foco (mm x mm): 1,2 x 1,2

Tipo de detectores: gas Xenón.

Producción de Rayos X: pulsada.

Duración del pulso (ms): 3,7

Intervalo entre pulsos (ms): 10

Diametro del gantry (mm): 600

Distancia foco eje (mm): 780

Tipo de barrido: rotacional 360°

Kilovoltios pico: 120

Filtro plano: 2,7 mm Al

Filtro de forma: Opciones cabeza y cuerpo. Tipo PMMA

## **EQUIPOS Nº 5 y 8. GENERAL ELECTRIC SYTEC 3000**

Generación: tercera.

Material del ánodo: Wolframio.

Tamaño del foco (mm x mm): 0,7 x 0,9

Tipo de detectores: gas Xenón.

Producción de Rayos X: continua.

Duración del pulso (ms): -

Intervalo entre pulsos (ms): -

Diametro del gantry (mm): 640

Distancia foco eje (mm): 525

Tipo de barrido: rotacional 360º

Kilovoltios pico: 120

Filtro plano: 2,7 mm Al

Filtro de forma: tipo PTFE

## **EQUIPO Nº 6. SIEMENS SOMATOM HIQ**

Generación: tercera.

Material del ánodo: Wolframio

Tamaño del foco (mm x mm): 1,2 x 1,2

Tipo de detectores: centelleo.

Producción de Rayos X: pulsada.

Duración del pulso (ms): 3,0

Intervalo entre pulsos (ms): 5

Diametro del gantry (mm): 700

Distancia foco eje (mm): 700

Tipo de barrido: rotacional 360º

Kilovoltios pico: 133

Filtro plano: 2,2 mm Al, 0,4 mm Cu

Filtro de forma: -

## **EQUIPO Nº 9. SIEMENS SOMATOM DRH**

Generación: tercera.

Material del ánodo: Wolframio

Tamaño del foco (mm x mm): 1,2 x 1,2  
Tipo de detectores: centelleo.  
Producción de Rayos X: pulsada.  
Duración del pulso (ms): 2,6  
Intervalo entre pulsos (ms): 5  
Diámetro del gantry (mm): 700  
Distancia foco eje (mm): 700  
Tipo de barrido: rotacional 360°  
Kilovoltios pico: 125  
Filtro plano: 2,2 mm Al, 0,2 mm Cu  
Filtro de forma: -

#### **EQUIPO Nº 10. GENERAL ELECTRIC CT MAX**

Generación: tercera.  
Material del ánodo: Wolframio.  
Tamaño del foco (mm x mm): 0,6 x 0,6  
Tipo de detectores: gas Xenón.  
Producción de Rayos X: continua.  
Duración del pulso (ms): -  
Intervalo entre pulsos (ms): -  
Diámetro del gantry (mm): 550  
Distancia foco eje (mm): 525  
Tipo de barrido: rotacional 360°  
Kilovoltios pico: 120  
Filtro plano: 2,6 mm Al  
Filtro de forma: tipo PTFE

#### **EQUIPO Nº 12. PHILIPS TOMOSCAN CX/S**

Generación: tercera.  
Material del ánodo: Wolframio-Molibdeno  
Tamaño del foco (mm x mm): 1,0 x 1,0  
Tipo de detectores: gas Xenón.  
Producción de Rayos X: pulsada.  
Duración del pulso (ms): 2,0

Intervalo entre pulsos (ms): 5  
Diametro del gantry (mm): 600  
Distancia foco eje (mm): 606  
Tipo de barrido: rotacional 360°  
Kilovoltios pico: 120  
Filtro plano: 1,4 mm Al, 0,1 mm Cu  
Filtro de forma: tipo Al

## 2.3. DOSIMETRÍA CON TERMOLUMINISCENCIA

### 2.3.1. DOSÍMETROS

La termoluminiscencia (TL) es el proceso mediante el cual algunos materiales, al ser calentados, liberan la energía acumulada emitiendo luz. Algunos materiales termoluminiscentes que almacenan energía procedente de radiaciones ionizantes, pueden ser utilizados como dosímetros.

Las propiedades termoluminiscentes de un material están relacionadas con la existencia de un número variable de las llamadas trampas o niveles metaestables de energía, debidas a defectos en la estructura o la presencia de impurezas activadoras (Cameron y col., 1968). Por ello, gran parte de la investigación en torno a los materiales de TL, está basada en la adición de pequeñas cantidades de elementos que aumenten el número de esas trampas (Horowitz, 1981).

En la TL, la energía necesaria para liberar los electrones de los niveles metaestables procede del calor aplicado durante el proceso de lectura, en el cual a medida que la temperatura crece, mayor es el número de electrones que escapan, hasta un máximo en que comienza a descender la cantidad de electrones liberados al ir agotándose el número de éstos que permanecen atrapados. De esta forma, se construye una curva temperatura-luz que idealmente tendría un aspecto semejante a una gaussiana.

El sistema de dosimetría con TL presenta algunas dificultades como el desvanecimiento o "fading", que consiste en una liberación lenta de electrones a temperatura ambiente. El fluoruro de litio (FLi), que ha sido el material utilizado en nuestro trabajo, tiene entre otros, un pico en la curva de luz a 195 grados centígrados, al que le corresponde una vida media de los electrones atrapados de 80 años, éste ha sido el utilizado en la lectura de nuestros dosímetros, por lo que el error de

lectura debido al desvanecimiento es despreciable.

La respuesta en energía de los dosímetros de TL (TLD) es altamente dependiente de su número atómico efectivo ( $Z'$ ), ya que el efecto fotoeléctrico depende aproximadamente de la cuarta potencia del número atómico. El FLi tiene un  $Z'$  aproximado de 8,14 muy semejante al de los tejidos humanos (7,64 para el músculo; 7,46 para la grasa y 12,31 para el hueso) (Johns y Cunningham, 1983), mientras que el del fluoruro de calcio es de 16,3. Esta es una de las razones por las que parece más apropiado utilizar TLD de FLi en dosimetría a los pacientes.

La respuesta de dosis de los TLD es lineal, desde cero hasta una región donde hay saturación y la respuesta por unidad de dosis cae. Esto ocurre por encima de los 10 Gy (McKinlay, 1981), dosis muy alejada del rango que nos ocupa en nuestro estudio.

Se ha elegido como TLD más adecuado a nuestras necesidades el fluoruro de litio dopado con magnesio y titanio, y comercializado en forma de comprimidos por la casa Harshaw, concretamente el modelo 100. Los TLD 100 de Harshaw (FLi: Mg Ti), contienen alrededor de 170 ppm de Mg y 10 ppm de Ti, su composición isotópica es de un 7,5% de  $^6\text{Li}$  y 92,5% de  $^7\text{Li}$ , sus medidas son 3,1 x 3,1 x 0,87 mm, y la densidad es 2,64 g/cm<sup>3</sup>. El "fading" es inferior al 5% a 20°C en 3 meses (Suntharalingam y col., 1968), y a temperatura corporal, es del 15% en un año (Cameron y col., 1964). La eficiencia de un lote dado presenta una desviación típica del 2 al 5% y la emisión de luz se produce en la banda de los 350 a los 600 nm, con un máximo en los 400 nm.

### 2.3.2. EQUIPO DE LECTURA

El equipo de lectura utilizado consta de varios dispositivos, calentador, detector de luz, medidor de la señal, y está conectado a un ordenador.

El modelo utilizado (Harshaw modelo 2000 C) efectúa el calentamiento de la lámina de acero en que se apoya el dosímetro, mediante una resistencia que aumenta su temperatura progresivamente. Este proceso se realiza en una atmosfera inerte de nitrógeno al 100% que evita problemas de quimioluminiscencia debidos a oxidación. El tiempo de calentamiento, la temperatura, la tensión del fotomultiplicador y los demás parámetros, se controlan desde un ordenador que forma parte del equipo. El fotomultiplicador de alta ganancia y baja corriente de oscuridad convierte la luz en señal de corriente que es amplificada, integrada y medida en el picoamperímetro automático, modelo Automatic Integrating 2000 B. También se incluye una fuente de alta tensión para polarizar el fotomultiplicador. La tensión se regula desde el panel frontal donde existe un teclado y un potenciómetro, y el rango de tensiones disponibles está entre los 500 y los 1500 voltios. En nuestro trabajo se ajustó sistemáticamente a 800 V. El ciclo utilizado va desde la temperatura ambiente a los 250° C, y el tiempo de integración es de 40 segundos.

El sistema posee una fuente de luz de referencia, estable, de INa para comprobar la sensibilidad del equipo. La salida de señal está conectada a un registrador marca Hewlett Packard, modelo 7132 A, que permite visualizar la curva de luz, la cual se construye teniendo en un eje el tiempo de adquisición o la temperatura, y en el otro la intensidad lumínica, de esta forma se elige de manera precisa el área de la curva de luz que se desea integrar.

### **3. METODO**

### 3. METODO

#### 3.1. CONSIDERACIONES GENERALES AL MUESTREO

En los estudios dosimétricos poblacionales ya realizados en Alemania, Dinamarca, Reino Unido e Italia, que fueron comentados en la introducción, los autores remiten cuestionarios a los responsables de los equipos para conocer los parámetros medios empleados en cada tipo de exploración. A partir de los datos medios de todos los equipos muestreados, y de los factores de conversión dosis-aire a dosis órgano, calculan la dosis media recibida por la población en ese tipo de exploración. Es decir, la información del muestreo se toma como una exploración media realizada a un paciente medio, para el que se calcula la dosis, que se toma como dosis típica poblacional.

El procedimiento de muestreo a través de cuestionarios, precisa definir lo que es una exploración tipo y, a partir de ahí, recoger datos de su frecuencia y parámetros técnicos. Para el cálculo de las dosis en órganos, utilizando factores de conversión, se necesita conocer los parámetros de operación, el perfil dosimétrico que caracteriza el haz, y la precisa localización geométrica de la zona irradiada.

Es muy probable que en los centros no existan registros de los parámetros de operación en un soporte informático, que permita el tratamiento estadístico de los mismos y, por tanto, los responsables del equipo, informarán de los valores medios de los parámetros, realizando una apreciación subjetiva. Algunos parámetros de operación no suelen variar dentro de un mismo tipo de exploración, pero en otros puede haber diferencias importantes de un paciente a otro. Estas diferencias son mas significativas en el caso, bastante frecuente, de que una exploración se realice en varias series.

Si es difícil hacer una apreciación de algunos parámetros de operación, aún lo es más informar sobre la localización anatómica de la zona irradiada (expresada en coordenadas geométricas), y lo único que se puede hacer es suponer exploraciones estándar que cubran siempre las mismas áreas, más o menos ampliadas simétricamente, en función del número de cortes.

Respecto a la medida del perfil de dosis en aire, se puede decir que es una operación de una relativa complejidad que precisa un cierto entrenamiento o cuidado en el manejo del material, y cuya realización en distintos centros, por un sistema de envío, supone un importante coste económico por la necesidad de disponer de un número considerable de dosímetros, material para soporte y gastos de envío. Algunos grupos de investigadores que han utilizado este método, reconocen que en muchos casos los datos no pudieron ser utilizados (Panzer y col., 1989a) por una incorrecta irradiación de los dosímetros; otros grupos (Shrimpton y col., 1991a) no pudieron utilizar un 7% de las medidas, y les fue preciso reconstruir otro 6%.

En consecuencia, al abordar el método más adecuado a nuestro estudio dosimétrico poblacional en exploraciones de TC, el sistema de muestreo por cuestionarios presenta ciertos inconvenientes: la necesidad de un gran número de dosímetros; dificultad de colaboración del personal de los centros por sobrecarga de trabajo; falta de sistemas de registro apropiados, entre otros. Además, el sistema de muestreo por cuestionarios supone cierto riesgo de inexactitud, sobre todo, cuando el número de equipos no es muy alto. Todo esto, nos ha llevado a plantearnos un camino algo distinto para el conocimiento de la práctica de la TC en los centros públicos y semipúblicos de la CAM, y las dosis que implica.

El método seguido en el estudio ha consistido en un muestreo de las salas, y dentro de éstas, un muestreo de las exploraciones realizadas a pacientes, a fin de poder estimar las dosis que

recibe cada paciente sometido a una exploración concreta. Se ha trabajado con muestras de pacientes de un tamaño significativo por centro y para cada uno de los tipos de exploración, de forma que los resultados fueran extrapolables a la población.

Se decidió muestrear en un número de salas representativo de la práctica de la TC en los centros públicos y semipúblicos de la CAM. Para ello, se seleccionaron 12 salas (41% del total) tratando de cubrir hospitales grandes, medios, del extrarradio, y algún ambulatorio. Los centros en los que están ubicados los equipos seleccionados aparecen en el apéndice A, y el número total de exámenes de TC realizados en 1991 en las salas seleccionadas, ha sido 51572 (43% del total).

Los procesos seguidos en la toma de datos y estimación de las dosis típicas a los pacientes, pueden esquematizarse del modo siguiente:

a) Se realizaron 52 medidas dosimétricas de referencia para la caracterización del haz de radiación emitido por cada equipo, mediante los perfiles de dosis.

b) Se obtuvieron los parámetros de operación y geométricos de unas 1600 exploraciones tipo, realizadas a pacientes.

c) A partir de los datos anteriores, y utilizando los factores de conversión del NRPB (Jones y Shrimpton, 1991), se estimaron las dosis absorbidas en órganos y dosis efectiva para cada uno de los pacientes de la muestra.

d) Se realizó un análisis estadístico (por equipos y global) de los valores obtenidos para los parámetros muestreados y las dosis calculadas para cada tipo de exploración.

e) En paralelo a lo anterior, se efectuó un análisis de frecuencias (absoluta y relativa) según tipos de estudio y se elaboraron distribuciones por edades y sexo de los pacientes. Para ello, se pidió a los centros información del número total

de exploraciones, y se muestrearon los datos de 7115 pacientes.

f) Con los datos globales de dosis efectiva y dosis equivalente efectiva para cada tipo de exploración, y las frecuencias absolutas de cada una de ellas, se estimaron los valores anuales de la dosis efectiva colectiva y la dosis equivalente efectiva colectiva que la práctica de la TC supone en los centros públicos y semipúblicos de la CAM.

g) Se realizó una encuesta sobre las tareas en garantía de calidad

Estos han sido, en suma, los pasos seguidos durante el desarrollo del trabajo. A continuación se van a describir de manera más concreta las características de cada uno de ellos.

## 3.2. ANALISIS DE FRECUENCIAS. TIPOS DE ESTUDIO, EDADES Y SEXO DE LOS PACIENTES

### 3.2.1. Análisis de frecuencias

Para determinar el número total de estudios, se pidió información a todos los centros públicos y semipúblicos sobre el número total de estudios realizados anualmente en cada sala (Tabla I). A partir del análisis de frecuencias por tipo de estudio y equipo con la muestra de 7115 pacientes de las doce salas participantes, se obtuvieron las frecuencias generales para cada tipo de estudio. Estas frecuencias se han extrapolado al resto de centros para estimar el número total de estudios de cada tipo.

### 3.2.2. Tipos de estudio

Antes de determinar las frecuencias por tipo de estudio, y dada la variedad de exploraciones posibles, hubo que hacer una agrupación y selección de éstas, a fin de obtener la información suficiente. El criterio seguido para hacer esta selección se ha basado en la frecuencia de realización y en la zona irradiada. Finalmente los estudios se han agrupado bajo 12 denominaciones:

- Cráneo
- Tórax
- Abdomen
- Hígado
- Tórax-Abdomen
- Pelvis
- Abdomen-Pelvis
- Tórax-Abdomen-Pelvis
- Columna Lumbar
- Oído

- Columna Cervical
- Otros

Cuando la zona irradiada está bien definida y la frecuencia con que se realiza el estudio es relativamente alta, el tipo de estudio ha quedado bien definido. En algunos casos, principalmente cuando son irradiadas varias zonas anatómicas en un mismo estudio (por ej.: tórax y abdomen), es discutible a cual de ellas debe asignarse (tórax o abdomen, en el ejemplo). Por ello, y pese a que sus frecuencias no son demasiado altas (pero sí su frecuencia conjunta, que iguala la de los estudios de tórax), se ha optado por mantenerlos como estudios tipo. Otros grupos de investigadores (Shrimpton y col., 1991a), que no incluían en el diseño de su trabajo este tipo de exámenes, observaron al realizar la encuesta en que se basa el estudio, que los hospitales comunicaban con gran frecuencia esta clase de exploraciones. Otra razón que nos ha llevado a incluir este modelo de estudios como estudios tipo, es que se llevan a cabo de forma sistemática para explorar determinadas patologías.

Existe un conjunto de estudios caracterizado por la utilización de cortes finos y la irradiación de la misma zona anatómica. Son los estudios de órbita, peñasco del temporal, silla turca y conducto auditivo interno. Dada su baja frecuencia individual, los hemos agrupado bajo el sobrenombre de "estudio de oído", al ser la exploración específica de éste último la más frecuente.

Bajo la denominación de cráneo se incluyen los exámenes de fosa posterior, aunque en algunos centros se utilizan técnicas específicas para su obtención. A diferencia de otros autores (Jessen y col., 1992), (Shrimpton y col., 1991b), no se han incluido exploraciones específicas de órganos abdominales, excepto hígado, dado que ni en el muestreo previo ni durante la realización del trabajo, se han encontrado exploraciones tales como páncreas, bazo, vesícula o suprarrenales, sino que éstas se realizaban dentro de la exploración general de abdomen. Lo mismo

ocurre con la exploración de riñón, que la hemos observado en muy pocas ocasiones, clasificándose como estudio abdominal.

Los estudios en los que se explora la región del cuello son fundamentalmente los de columna cervical y laringe. Al ser la región irradiada la misma en los dos estudios, las técnicas de exploración no muy distintas y la frecuencia de los dos estudios por separado muy baja, se ha optado por agruparlos bajo la denominación de estudio de columna cervical, ya que éste es el más frecuente de los dos.

Los 11 tipos de estudio con nombre propio cubren la práctica totalidad de las exploraciones con TC, si exceptuamos estudios muy poco frecuentes, como la densitometría ósea, exploraciones de los miembros, o controles de punción para biopsia.

### 3.2.3. Edades y sexo de los pacientes

Para la estimación de las distribuciones de edad y sexo, se ha muestreado en los sistemas de archivo de cada sala obteniéndose una muestra total de unos siete mil estudios. Las dificultades encontradas en este muestreo se basan en la falta en cuatro salas de datos acumulados en los sistemas de almacenamiento masivo. Dicho en términos corrientes, no todos los datos correspondientes a los exámenes TC han podido ser recuperados "a posteriori", por lo que el muestreo se ha realizado en esos casos sobre libros de cita, archivo radiográfico, volantes de citación o incluso de los exámenes realizados día a día.

### 3.3. MEDIDAS DOSIMÉTRICAS

#### 3.3.1. Tratamientos térmicos de los dosímetros

Una de las ventajas que tienen los TLD es la de ser reutilizables. Antes de volver a emplearse, deben ser puestos a cero mediante calentamiento regulado en temperatura y tiempo. Este tratamiento se denomina "recocido". Los TLD de FLi son especialmente sensibles a las condiciones del recocido, que pueden afectar a propiedades como la sensibilidad.

Se han propuesto distintos tipos de tratamientos térmicos: Cameron y col. (1964; 1965) proponen mantener los TLD de FLi a 400°C durante una hora y después a 80°C durante 24 horas. En nuestro trabajo, el tratamiento térmico utilizado ha sido el propuesto por Marco y col. (1985), y consiste en calentar los dosímetros en dos fases, una a 300° C durante una hora y otra posterior, de 20 horas a 80° C. Con este protocolo se consiguen dispersiones en la lectura inferiores al 2%.

#### 3.3.2. Calibración de los dosímetros

Las medidas de dosis con TL no son absolutas, por lo que el sistema debe ser calibrado para establecer la correspondiente relación señal-dosis. Para calibrar los TLD, se irradian los dosímetros hasta que reciban una dosis determinada. Después se comparan los valores de la intensidad de luz emitida en promedio y la dosis recibida. La irradiación debe realizarse, preferiblemente, con radiación de la misma naturaleza y energía que aquella cuya dosis se quiere medir, y de no ser así, deben aplicarse los factores de corrección correspondientes. Para las calibraciones se suele utilizar como fuente patrón el  $^{60}\text{Co}$  o el  $^{137}\text{Cs}$ , aunque cuando se trabaja con haces de equipos de TC (rayos

X generados por encima de 100 kVp y muy filtrados) conviene utilizar calidades similares de rayos X (Kramer, 1992).

En el proceso de calibración hemos obtenido el factor de calibración ( $F_c$ ), que relaciona la dosis suministrada a los dosímetros al ser irradiados por la fuente patrón, con la lectura en luz. La dosis ( $D$ ) medida con un dosímetro calibrado es igual a la lectura en luz ( $L$ ) por el factor de calibración ( $F_c$ ):

$$D=L \cdot F_c \quad (2)$$

En nuestro trabajo, la irradiación necesaria para la calibración la llevó a cabo el Laboratorio de Verificación y Certificación del CIEMAT, Sección de Patrones Radiológicos. Se utilizó una fuente de  $^{137}\text{Cs}$  con una actividad de 40 Ci; los dosímetros se irradiaron cubiertos por una lámina de metacrilato de metilo de espesor suficiente para conseguir equilibrio electrónico; se les impartió una dosis absorbida en tejido de 0,100000 rad.

Los dosímetros se tratan en lotes de 25, utilizándose en total 100 dosímetros divididos en cuatro lotes denominados G, J, K y M. Estos cien dosímetros fueron los empleados durante todo el trabajo. En dos ocasiones a lo largo del trabajo se realizaron nuevas calibraciones, una de ellas para comprobar la estabilidad de los dosímetros, que resulto satisfactoria, y la otra, por una translocación accidental de algunos dosímetros del lote J.

Aunque la homogeneidad en los lotes de dosímetros ha sido buena, se ha optado por utilizar factores de calibración individuales para cada dosímetro. De este modo se consigue una mayor precisión en las medidas. El proceso para obtener estos factores se describe a continuación.

Después de efectuar la irradiación y lectura de dosímetros correspondiente a la calibración, se puede obtener  $L_{ni}$ , la

lectura neta de un dosímetro particular  $i$ , como la diferencia entre  $L_{bi}$ , la lectura bruta de un dosímetro particular  $i$ , y el fondo radiactivo leído de uno ó más dosímetros sin irradiar del lote:

$$L_{ni} = L_{bi} - f \quad (3)$$

En el proceso de calibración individual hemos cuantificado mediante un factor de corrección de lectura, la desviación en el comportamiento de un dosímetro respecto a la media del lote. Es decir, la media de las lecturas de todos los dosímetros del lote se toma como lectura verdadera, y se busca el factor que relacione la lectura del dosímetro con la verdadera. Así el factor de corrección de lectura ( $F_i$ ) de un dosímetro particular  $i$ , será el cociente entre la lectura neta de ese dosímetro ( $L_{ni}$ ) y la lectura neta media ( $L_{nm}$ ):

$$F_i = \frac{L_{ni}}{L_{nm}} \quad (4)$$

En cualquier momento de la utilización posterior del dosímetro particular  $i$ , su lectura corregida ( $L_{ci}$ ) será igual al cociente entre su lectura neta ( $L_{ni}$ ), y el factor de corrección de lectura de dicho dosímetro ( $F_i$ ):

$$L_{ci} = \frac{L_{ni}}{F_i} \quad (5)$$

Como ya se mencionó, en cualquier proceso de calibración el factor de calibración ( $F_c$ ), relaciona la lectura en luz con la dosis suministrada al dosímetro. En el caso de la calibración individual, el factor de calibración individual ( $F_{ci}$ ) se define como el cociente entre el factor de calibración ( $F_c$ ), y el factor

de corrección de lectura ( $F_i$ ) del dosímetro particular:

$$F_{ci} = \frac{F_c}{F_i} \quad (6)$$

Así pues, en el procedimiento de calibración individual obtenemos un factor de calibración para cada dosímetro en particular ( $F_{ci}$ ), que será utilizado en las medidas dosimétricas que se realicen con dicho dosímetro, para convertir la lectura neta en luz del correspondiente dosímetro ( $L_{ni}$ ), en la dosis recibida por éste  $D_i$ :

$$D_i = L_{ni} \cdot F_{ci} \quad (7)$$

### 3.3.3. Índice de dosis de Tomografía Computarizada (CTDI)

El procedimiento seguido para estimar las dosis requiere la determinación, como parámetro de entrada característico del haz de radiación, del valor de una magnitud asociada con el perfil de dosis medido en aire a lo largo del eje de simetría de irradiación. Esta magnitud, denominada "Índice de dosis de TC" y, conocida habitualmente por sus siglas en inglés - CTDI -, ha sido definida para un solo corte en cualquier material y a lo largo de cualquier dirección perpendicular al corte (FDA, 1984), como la integral del perfil de dosis en el material y dirección dados, dividida entre el producto del número de barridos por el espesor de corte:

$$CTDI = \left( \int_{-7T}^{+7T} D(z) \cdot dz \right) / nT \quad (8)$$

A diferencia de la definición original de Shope y col. (1981):

$$CTDI = (\int D(z) \cdot dz) / nT \quad (9)$$

en la definición de la FDA, se marcan límites a la integral de 7 espesores de corte, a derecha e izquierda, considerándose (Shope y col., 1982b) como despreciable la dosis fuera de esos límites.

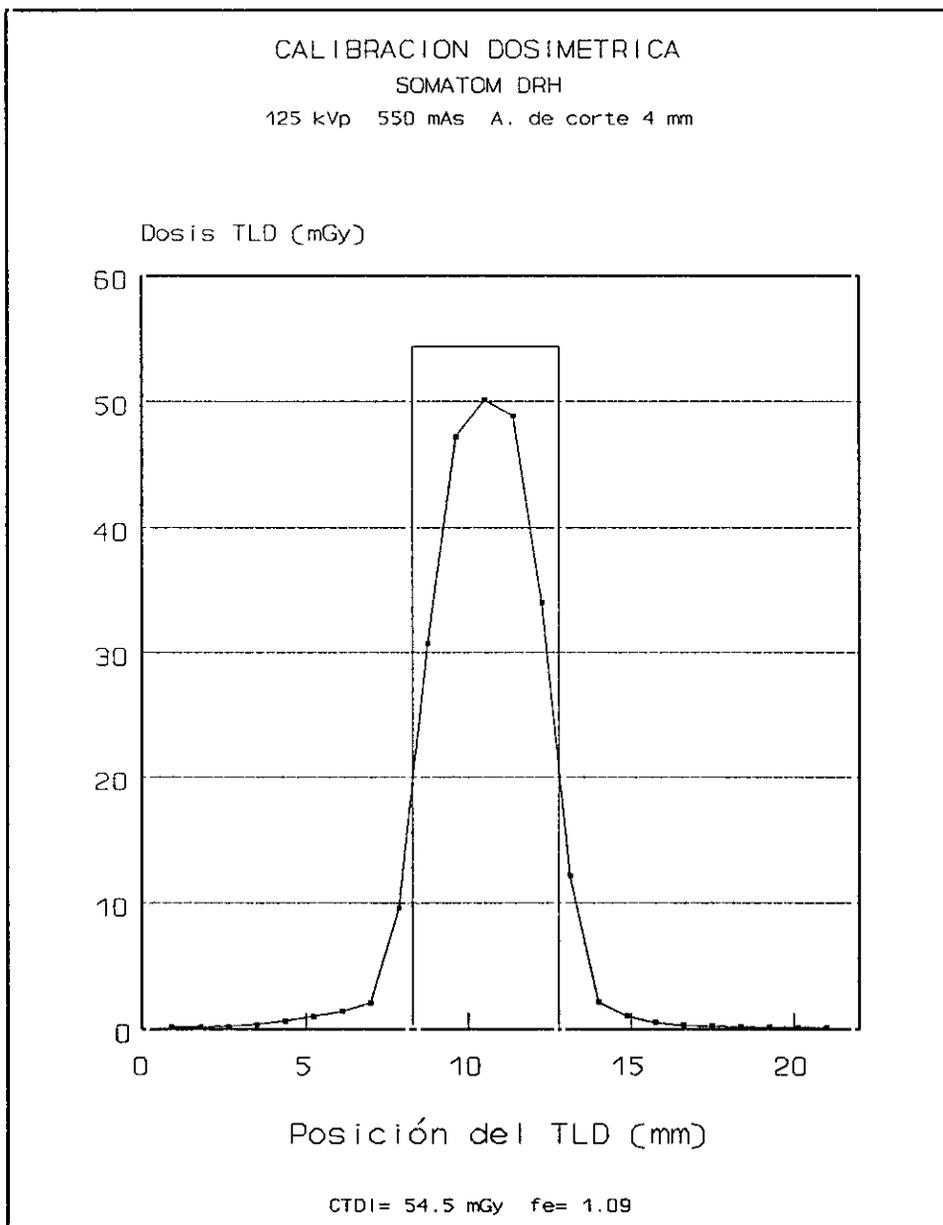


Figura 2

El CTDI da información sobre el valor de dosis que se debería tener para un solo corte de espesor T y con la misma dosis total, si el perfil de dosis fuese "idealmente" rectangular, según se observa en la Fig. 2; esto es, con un valor constante en la zona de corte y nulo en la zona exterior al corte. La definición de la FDA (dada por el "Center for Devices and Radiological Health" de EEUU), será adoptada muy probablemente por organismos internacionales de normalización.

El CTDI se ha demostrado que equivale a la dosis acumulada para muchos cortes contiguos, lo que se ha dado en llamar "multiple scan average dose (MSAD)" (Shope y col., 1982b), de manera tanto más aproximada cuanto mayor sea el número de esos cortes. La medida del CTDI es exigida por el reglamento de la FDA en EEUU (FDA, 1984), así como recomendada en las pruebas de aceptación, por la "American Association of Physicists in Medicine" (AAPM, 1993).

El CTDI puede determinarse experimentalmente utilizando diferentes procedimientos. Entre ellos, cuando se usan n dosímetros de TL del tipo "chip", empaquetados de manera que su cara mayor esté en contacto y alineados sobre el eje, el valor del CTDI puede obtenerse a partir de la expresión (Spokas, 1982):

$$CTDI = \sum D_i \cdot t / T \quad (10)$$

siendo t, el espesor de los dosímetros,  $D_i$  la lectura de dosis del dosímetro colocado en el lugar i-ésimo, y T, la anchura del corte.

En nuestro trabajo, para la obtención de los perfiles de dosis en aire y el valor del CTDI asociado con cada espesor de corte y equipo, se han utilizado lotes de 24 dosímetros TLD de FLi (TLD-100 de Harshaw) calibrados individualmente en términos de dosis en músculo.

### 3.3.4. Preparación de los dosímetros

Los dosímetros, tras ser leídos y sometidos a los tratamientos térmicos necesarios para su puesta a cero, se empaquetaron en bolsitas de plástico, en pilas de 5 dosímetros. Agrupando 5 de estos paquetes se consiguió una pila de 25 dosímetros. Los dosímetros preparados en la forma descrita, se utilizaron para medir los perfiles de dosis al principio del trabajo, pero dado lo costoso de la preparación, y la gran facilidad con que se cometen errores en el orden de los dosímetros, así como la dificultad de alineamiento de los paquetes, nos vimos obligados a buscar otro método más práctico y fiable. Se optó por utilizar jeringuillas de plástico de las usadas para la inyección de insulina, cuyo diámetro interior es ligeramente superior a la diagonal de los dosímetros. Haciendo un corte en el extremo de la jeringuilla, y colocando otro émbolo en este lugar, se consigue un cilindro hueco con los dosímetros apilados en su interior y sujetos por dos émbolos (Fig. 3). Cada jeringuilla se carga con 24 dosímetros de los 25 que tiene cada lote, reservando uno para estimar fondo. Las jeringuillas se etiquetan con la letra identificativa del lote (G, J, K o M), mencionándose en la etiqueta, el extremo que ocupa el dosímetro número uno.



Figura 3

Tras ser irradiados, los TLD se retiran de las jeringuillas de una forma ordenada y se colocan en bandejas de aluminio (marcadas con la letra del lote), con cavidades numeradas del 1 al 25. De esta forma, los dosímetros pueden ser transportados, leídos uno a uno, sometidos a los tratamientos térmicos, y vueltos a encapsular para una nueva irradiación sin perder el imprescindible orden, dada su calibración individual.

### 3.3.5. Perfiles de dosis

Para obtener los perfiles de dosis, es preciso alinear a lo largo del eje de simetría de la carcasa ("gantry"), los dosímetros encapsulados en las jeringuillas de plástico. Se ha conseguido dicha alineación fijándola por los extremos de los émbolos a un hilo paralelo al eje de la carcasa. Gran parte de los equipos de TC poseen sistemas de luz que simulan el eje y el haz de rayos X, lo que ha facilitado el posicionamiento de la pila de dosímetros en el eje de la carcasa, y el centrado del haz entre los dosímetros números 12 y 13. De esta forma, tenemos la seguridad de medir la totalidad del perfil con precisión. En los equipos que carecen de sistema de luz o éste no es fiable, las tareas de posicionamiento de la pila de dosímetros son más complejas. Se utiliza un testigo (arandela metálica) colgado del hilo en la posición supuestamente central, posteriormente se realizan los cortes necesarios para corregir la posición a partir de la imágenes obtenidas. Una vez conseguida la posición correcta, se sustituye el testigo por los dosímetros encapsulados.

En todo momento, salvo en el de la irradiación de cada lote de dosímetros, éstos permanecieron en un sobre al resguardo de luz y radiación, junto con los cuatro dosímetros reservados para medir fondo (el número 25 de cada lote), a fin de conseguir que éste fuera homogéneo para los cien dosímetros.

Una vez centradas y en el eje, las pilas de 24 dosímetros se irradiaron para los espesores de corte y condiciones de

operación empleadas con mayor frecuencia en la obtención de imágenes en cada sala, y utilizando los diferentes filtros de compensación, si los hubiera.

En la primera sala donde se midieron perfiles (equipo número 3), y en la sala del equipo número 5, se obtuvieron éstos para seis condiciones de operación distintas, ya que, en ellas también se hicieron medidas con un maniquí antropomórfico. Pero, como anteriormente se había estudiado, las condiciones de operación típicas de cada sala se pueden definir con un total de cuatro perfiles, que fueron los que se midieron en el resto de las salas.

Los dosímetros irradiados son leídos, y los resultados de esta lectura introducidos en una hoja de cálculo informática (programa Lotus 123), donde se realizan las operaciones necesarias (resta del fondo, aplicación de los factores de calibración, etc) para conocer la dosis absorbida por cada dosímetro. A partir de estos datos y, según la ecuación (10), se calcula el CTDI. Los datos dosimétricos de cada lote se trasladan a un programa gráfico (Harvard Graphics), obteniéndose los trazados de los perfiles de dosis en aire correspondientes a los espesores de corte y condiciones de operación empleadas con mayor frecuencia en la obtención de imágenes en cada sala. Estos trazados aparecen en el apéndice C, en número de 52, cuatro por cada sala, salvo en los casos mencionados (equipos 3 y 5) en las que se hicieron seis medidas.

### 3.3.6. Índice de dosis de TC normalizado y factor de aumento

Otra magnitud asociada con el índice de dosis TC, muy útil para comparar los resultados para diferentes equipos y valores de la anchura de corte, ya que al CTDI se le supone linealidad con los mAs, es el cociente  $CTDI/mAs$  o "índice de dosis TC normalizado" ( $CTDI_n$ ), que también ha sido obtenido en todos los casos. Asimismo, si se calcula el cociente entre el valor del

CTDI y el valor máximo de dosis en el perfil, se obtiene otro parámetro de interés, denominado "factor de aumento" ( $f_a$ ), que da idea de la dosis debida a la radiación "exterior" a la anchura de corte nominal. Para el valor máximo de dosis en perfiles anchos, se ha tomado la media de los valores de dosis de la meseta. El valor ideal del "factor de aumento" sería 1 si la colimación fuese perfecta y resulta tanto mayor que la unidad cuanto peor es la colimación del haz para obtener la anchura de corte deseada.

### 3.4. OBTENCION DE PARAMETROS DE OPERACION Y GEOMETRICOS PARA PACIENTES INDIVIDUALES

Una de las características más destacadas del método empleado para la estimación de las dosis a los pacientes es el uso de los coeficientes de conversión obtenidos por Jones y Shrimpton (1991), aplicando métodos de Monte Carlo para simular cortes de TC sobre maniqués matemáticos.

Para la aplicación de dichos coeficientes en la estimación de dosis a pacientes individuales es necesario conocer el tipo de equipo y los valores de una serie de parámetros técnicos asociados con el examen radiológico concreto. Estos parámetros son: la anchura de corte y la separación entre cortes consecutivos; los valores de  $kV_p$  y  $mAs$  empleados para cada corte; las coordenadas geométricas de cada corte sobre el maniquí matemático; el tipo de filtro de forma empleado, si lo hay; y el número total de cortes realizados sobre el paciente. Más adelante se van a describir con cierto detalle las características y modo de uso de dichos coeficientes de conversión.

Para obtener todos estos datos individualizados para pacientes, se ha realizado una labor de muestreo en las diferentes salas incluídas en el estudio. De este modo, se han obtenido valores individualizados de todos los parámetros anteriores para unos 1600 pacientes. Junto a los datos técnicos necesarios para la estimación de las dosis, se han recogido otros, de carácter más general, tales como: la clave del centro y sala, las iniciales de identificación del paciente, edad, sexo, talla, peso, el tipo de examen y la fecha de realización. Para la recogida y almacenamiento de esta información, se han diseñado programas específicos de ordenador, que la dispongan de manera que pueda ser procesada. Se realizó un programa de toma de datos (en lenguaje Basic) específico para cada centro. Como ejemplo, en el apéndice E aparece el listado de uno de estos programas.

### 3.4.1. DATOS DEL PACIENTE, EQUIPO Y OPERACION

Los datos recogidos en el muestreo, pueden agruparse en tres categorías: datos referidos al paciente; datos referidos al centro y equipo; y datos de operación.

#### 1. Datos del paciente

- Número de registro: es el número de orden de cada exploración, en la que se incluirán una o varias series. Será el que identifique cada exploración particular, y se mantendrá al ser procesados los datos por el programa de cálculo de dosis. Los números de registro deben ser correlativos, y no repetirse.

- Iniciales del nombre del paciente: son un dato identificativo auxiliar, por si se cometieran errores en el número de registro.

- Edad y sexo: se utilizan para conocer las distribuciones por edad y sexo para cada tipo de exploración y global.

#### 2. Datos del centro y equipo

- Clave del centro: identifica los datos de cada centro en los ficheros de datos generales. Los centros participantes en el estudio han sido 9, y su relación aparece en el Apéndice A.

- Número de sala: es el número asignado a la sala cuando en un mismo centro existen varios equipos.

- Tipo de filtro de forma: Suele haber opciones para cabeza y cuerpo.

- Valor de kilovoltaje: en la mayor parte de los equipos se trabaja con un kilovoltaje fijo. Junto con el tipo de filtro de forma y las claves de centro y sala, el kilovoltaje define el fichero de factores de conversión, que se utilizará en el cálculo

de dosis.

### 3. Datos de exploración

Los datos más importantes, por ser necesarios para el cálculo de dosis, son los referidos a la exploración, que incluyen los datos de operación y geométricos.

#### 3.1. Parámetros de operación

- Número de serie: en un estudio de TC se pueden explorar una o distintas regiones anatómicas. A veces, la exploración implica diferentes barridos sobre la misma región anatómica con iguales o diferentes parámetros de operación. A cada parte de la exploración en que varía algún parámetro, o si es una repetición utilizando contraste, lo hemos denominado "serie". El número de serie es el número de orden identificativo que ocupa cada una dentro de la exploración. El cálculo de dosis se hace para cada serie, y se suma para conocer la dosis por exploración. De esto, se hablará en un próximo capítulo.

- Anchura de corte (en mm): es un dato necesario junto con el tipo de filtro de forma y el kilovoltaje para asignar el valor del CTDI normalizado. También es un factor necesario en el el cálculo de dosis.

- Desplazamiento de la camilla o separación entre cortes: de su cuantía, en relación con el valor del espesor de corte, va a depender que los cortes sean solapados, contiguos o espaciados.

- Número total de cortes de cada serie: es necesario junto con el desplazamiento de la camilla y la anchura de corte, para el cálculo de la longitud total irradiada, según se verá al hablar del cálculo de dosis.

- mAs: este dato es necesario para el cálculo de dosis. En los

equipos de haz pulsado, no suele aparecer directamente en las indicaciones de consola, pero sí lo hacen los mA y alguna referencia al tiempo de exploración o número de pulsos por vuelta. Los programas específicos de toma de datos, presentan a modo de ayuda una tabla con entradas de mA y nº de pulsos por vuelta y salida en mAs.

### 3.2. Parámetros geométricos

Para el cálculo de dosis, se requiere conocer con precisión las coordenadas de comienzo y final de la longitud irradiada en cada serie. Esta información ha sido registrada al igual que los demás parámetros de interés, con ayuda del programa de toma de datos. Los datos se pueden introducir de dos formas. La más sencilla, es con una clave de referencia de órgano, pero esto sólo es posible cuando la serie se ha realizado sobre una zona anatómica que se puede definir como comienzo o final de un órgano o región concreta, para ello el programa presenta en pantalla la información de los órganos o regiones y sus claves correspondientes. las claves de órgano o región más utilizadas han sido:

- Cráneo. Desde vértice a base del mismo.
- Tórax. Desde el vértice pulmonar a diafragma.
- Abdomen. De cúpula diafragmática a crestas ilíacas.
- Pelvis. De crestas ilíacas a sínfisis del pubis.
- Hígado. De cúpula diafragmática a límite costal.

Pero en gran parte de las exploraciones las zonas irradiadas en las distintas series no se ajustan a órganos o regiones concretos, sino que barren zonas que sólo pueden ser definidas en función de unas coordenadas geométricas. En este caso "especial" se hace necesario utilizar la ayuda del mapa de coordenadas que aparece en la Fig. 4, que se refiere a los órganos del maniquí matemático del NRPB (Jones y Shrimpton, 1991). Como puede comprenderse, ésta es la parte más compleja y costosa de la toma de datos, por ser necesaria una exacta

identificación de las zonas irradiadas en el paciente, y la correcta correspondencia de éstas con las coordenadas geométricas del maniquí matemático utilizado. Esta información se ha obtenido bien de la observación de la exploración en directo, o extrayéndola de los sistemas de registro y almacenamiento como se comentará más adelante.

La existencia en gran parte de los casos de una radiografía digital localizada denominada corrientemente "escanograma" (imagen plana obtenida por avance de la camilla sin giro del tubo), ha supuesto una ayuda importante a esta tarea. En la casi totalidad de las exploraciones de TC, los técnicos o radiólogos diseñan la "geometría" de la misma sobre esta imagen. Una vez definida ésta, el equipo ubica los cortes en función de la anchura y espaciado pedidos. El "escanograma" con la información de los cortes, se registra con el resto de la información en casi todas las exploraciones.

# MAPA DE COORDENADAS DEL MANIQUI MATEMATICO

55

	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	COORDENADAS
PELVIS		XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX										0-220
COLUMNA CERVICAL									XXXXXXXXXX5			700-805
COLUMNA DORSAL						1XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						351-700
COLUMNA LUMBAR				XXXXXXXXXXXXX1								220-351
CRANEO										2XXXXXXXXXXXX5		808-935
SUPRARRENALES					XXXXX							380-430
CEREBRO										1XXXXXXXXXX5		811-926
MAMAS							9XXXXXXXXX1					479-561
VESICULA BILIAR				9XXXXXXXXX6								279-376
ESTOMAGO				XXXXXXXXXXXXXXXXXX								270-430
INTESTINO DELGADO			XXXXXXXXXX									180-270
COLON ASCENDENTE			5XXXXXXXXXX									145-240
COLON TRANSVERSO			XXXX									240-270
COLON DESCENDENTE			7XXXXXXXXXXXXXXXXXX									97-240
SIGMA		XXXXXXXXX7										0-87
CORAZON							6XXXXXXXXXX1					436-551
RIÑONES				XXXXXXXXXXXX								270-380
HIGADO				XXXXXXXXXXXXXXXXXX								270-430
PULMONES							5XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX5					435-675
OVARIOS			XXXXX									130-170
PANCREAS				7XXXXXX3								337-403
BAZO				XXXXXXXXXXXX								310-430
TESTICULOS	4XXXXX											-44-0
TIMO							XXXXXXX					530-610
TIROIDES									XXXXX			700-750
UTERO			5XX5									125-155
VEJIGA		5XXXXX5										45-115
ESOFAGO						XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX						410-720
CRISTALINO										5X5		825-845

Fig. 4

### 3.4.2. MUESTREO

Para obtener todos los datos individuales de los pacientes, se ha realizado una labor de muestreo en las diferentes salas incluidas en el estudio, utilizando el programa de toma de datos específico de cada centro. En cada sala la toma de datos se ha realizado de distinta forma, en función de la carga de trabajo y la organización laboral del personal, y fundamentalmente dependiendo del tipo del sistema de registro y almacenamiento de la información de cada centro, que está en relación con las características técnicas del equipo a este respecto, y también del protocolo, presupuestos, espacio, disponibilidad, etc, que exista en el centro o departamento en el tema de los registros de información.

Los sistemas de registro que hemos encontrado y utilizado, son los siguientes:

- Disco óptico: gran capacidad (1,2 Gigabytes). Pudiendo almacenar 15.000 imágenes. Dependiendo de la extensión de los estudios se corresponde con una cifra entre 400 y 1000 estudios.
- Disco duro: capacidad media (entre 20 y 80 estudios).
- Cinta magnética: pequeña capacidad (20 estudios).
- Disco blando: capacidad para un solo estudio, no utilizado.
- Placa radiográfica: para registrar un estudio se suelen precisar entre 2 y 4 placas.

La toma de datos se realizó en la mayoría de los casos en los cambios de turno del personal, o bien en los días que el equipo no operaba por revisión, descanso del personal, etc., para interferir lo menos posible en las tareas de éste.

A continuación vamos a describir la forma en que se realizó la toma de datos de cada sala.

- Sala 1: los datos se tomaron del disco duro, con una capacidad de almacenamiento de dos o tres días de trabajo, y del registro en placas en espera de ser informadas, o informadas y

no entregadas.

-Sala 2: toma directa durante la realización del estudio, y fundamentalmente del archivo radiográfico de los casos recientes.

-Sala 3: ésta fue la primera sala de muestreo, y por tanto, donde se puso a punto el programa de toma de datos y el sistema de asignación de coordenadas geométricas. La toma de datos se hizo directamente de las exploraciones en el momento de su realización. El equipo tiene sistema de registro en disco óptico, pero en esas fechas no fue utilizado.

-Sala 4: los datos se extrajeron del disco óptico, volcándolos en el disco duro de 20 en 20 estudios.

-Sala 5: los datos se consiguieron del disco óptico y del disco duro directamente.

-Sala 6: los datos obtenidos correspondían a las placas en espera de ser informadas, o informadas y no entregadas.

-Sala 7: se tomaron del archivo en cintas magnéticas las más recientes, volcándose los datos en el disco duro, para ser posteriormente utilizados.

-Sala 8: los datos se consiguieron del disco óptico y del disco duro directamente, así como de las exploraciones tras su realización.

-Sala 9: los datos se extrajeron directamente del disco duro, y de las exploraciones tras su realización.

-Sala 10: la información se obtuvo del disco duro (de pequeña capacidad) y fundamentalmente, de las exploraciones en directo.

-Sala 11: los datos se tomaron del disco duro de pequeña

capacidad y del archivo radiográfico.

-Sala 12: se registró la información de las exploraciones en directo, de las placas en espera de ser informadas y fundamentalmente, de los "escanogramas" registrados en placa.

### 3.5. ESTIMACIÓN DE DOSIS EN ÓRGANOS Y EFECTIVA PARA PACIENTES INDIVIDUALES. COEFICIENTES DE MONTE CARLO

#### 3.5.1. Coeficientes de Monte Carlo

La estimación de dosis a los pacientes se ha realizado, como se ha dicho anteriormente, utilizando coeficientes de conversión (Jones y Shrimpton, 1991), (Le Heron, 1990) obtenidos por técnicas de Monte Carlo. Las características más destacadas de dichos coeficientes son las siguientes:

1) Expresan la relación dosis en órganos/dosis en aire, esta última en forma de CTDI ( $D_{org}/CTDI$ ), para los 27 órganos, tejidos o regiones corporales que aparecen en la siguiente relación:

- 1 Glándulas suprarrenales
- 2 Cerebro
- 3 Mamas
- 4 Cristalino
- 5 Vesícula biliar
- 6 Estómago
- 7 Intestino delgado
- 8 Intestino grueso superior (ciego, ascendente y transversal)
- 9 Intestino grueso inferior (descendente, sigma y recto)
- 10 Corazón
- 11 Riñones
- 12 Hígado
- 13 Pulmones
- 14 Ovarios
- 15 Páncreas
- 16 Piel
- 17 Bazo
- 18 Testículos
- 19 Timo
- 20 Tiroides

- 21 Vejiga urinaria
- 22 Útero
- 23 Cabeza
- 24 Tronco
- 25 Piernas
- 26 Hueso
- 27 Médula ósea

2) Vienen referidos a un único corte, de perfil rectangular de 5 mm de anchura y 360° de rotación. Hay un número total de cortes de 208 en toda la zona corporal del maniquí matemático hermafrodita (desde la parte superior del muslo hasta el extremo superior del cráneo). A estos cortes de perfil rectangular de 5 mm de anchura los denominaremos a partir de aquí "rodajas", para evitar confusiones con los cortes de las exploraciones a los pacientes.

3) Han sido obtenidos simulando haces generados con geometrías de modelos concretos de equipos del mercado. En total hay 23 combinaciones de espectros de rayos X, tensión del generador, filtración (incluyendo filtros de forma) y geometría de barrido.

La elección de tales coeficientes, con las características arriba descritas, ha condicionado metodológica y operativamente el proceso a seguir en el cálculo de dosis. Para ello, como paso previo al cálculo, hay que convertir los exámenes de TC reales sobre pacientes, en "rodajas" sobre el modelo matemático. En lo que sigue se describirá cómo se ha realizado dicha conversión, cómo se calculan las dosis a partir de ella y cuáles son las consideraciones principales que justifican el camino seguido.

### 3.5.2. Estimación de dosis en órganos

Para conocer la dosis en un órgano cualquiera, referido a una determinada "rodaja", basta con multiplicar el factor de

Monte Carlo ( $F_{MC}$ ) correspondiente a ese órgano y corte, por el valor del CTDI obtenido para el modo de operación (equipo, espesor de corte y filtro de forma). Desde el punto de vista operativo resulta más cómodo almacenar el valor normalizado en mAs ( $CTDI_n$ ), y utilizarlo con los mAs de cada examen como valor de entrada.

$$D = F_{MC} \cdot CTDI \quad (11)$$

o bien:

$$D = F_{MC} \cdot CTDI_n \cdot mAs \quad (12)$$

Si el espesor de corte real es diferente a los 5 mm de la "rodaja", se puede hacer corresponder con la fracción de "rodajas" a la que equivale. Cuando el espesor de corte es inferior a 5 mm, se estima la dosis en cualquier órgano como la fracción equivalente de la dosis debida a esa "rodaja". Para espesores de corte superiores a 5 mm se procede como si fueran dos o más "rodajas", una o varias contiguas (5 mm) y la fracción del resto. Las contribuciones a la dosis media (en cualquier órgano) de las "rodajas" completas se suman junto con la dosis debida a la fracción de rodaja restante.

Para ilustrar como ha sido la conversión de los estudios reales de TC (de las muestras de pacientes) en "rodajas" del maniquí matemático, se describirán a continuación los pasos seguidos para estimar las dosis en órganos según lo descrito en el párrafo anterior. En la práctica, una exploración de TC se realiza con varios cortes de anchura y disposición variables (separados, contiguos o solapados). Además, es frecuente la realización de varios barridos o series cubriendo total o parcialmente la misma región anatómica.

Lo primero ha sido la determinación de la "longitud barrida" en el paciente ( $L_I$ ) para relacionarla con la correspondiente en el maniquí matemático. Se trata de conocer el número y posición de las "rodajas" a que se refieren los factores de MC.

$$L_I = (E_C \cdot (N_C - 1)) + A_C \quad (13)$$

Siendo  $E_C$ , el espaciado entre cortes;  $N_C$ , el número total de cortes y  $A_C$  la anchura de corte. Esta "longitud" ha de ser trasladada al maniquí. Sin embargo con este dato aún no se está en disposición de obtener las dosis, ya que únicamente nos define la amplitud de la zona irradiada, sin tener en cuenta cómo ha sido irradiada ni su localización. Los elementos que completan la información son: la localización geométrica de dicha "longitud" en el maniquí y la densidad de irradiación.

La localización de la "longitud barrida" en el maniquí se hace mediante el sistema de coordenadas mencionado (Fig. 4). Se definen valores para el comienzo y final, de modo que la diferencia entre las coordenadas final e inicial coincida con la "longitud barrida". La asignación precisa de coordenadas para fijar los límites de dicha "longitud" es la llave que asegura una estimación realista de las dosis. El procedimiento seguido se describe más adelante en un apartado específico.

La densidad de irradiación se refiere a las tres posibles opciones para los cortes de una serie concreta: o son contiguos, o espaciados, o superpuestos entre sí. Para tener en cuenta cómo ha sido irradiada dicha "longitud" y para simplificar el proceso de cálculo de dosis, se define un factor denominado "de empaquetamiento" ( $F_p$ ), del modo siguiente:

$$F_p = \frac{A_C \cdot N_C}{(E_C \cdot (N_C - 1)) + A_C} \quad (14)$$

Este factor, que relaciona la "longitud barrida" teórica (número de cortes por ancho del corte), y la "longitud barrida" en el paciente  $L_T$  definida en (13), permite la estimación de dosis a partir de la "longitud barrida" en "rodajas" completas con independencia de la separación entre cortes. Toma un valor igual, mayor o menor que la unidad según los cortes reales sean contiguos, superpuestos o separados entre sí.

El empleo del "factor de empaquetamiento" ha sido recomendado por el NRPB (Le Heron, 1990), para la estimación de dosis en estudios de TC utilizando los coeficientes de MC publicados por este organismo (Jones y Shrimpton, 1991). Para el cálculo de dosis mediante los coeficientes de conversión, se deberían asignar aparentemente las rodajas equivalentes al estudio de TC en lugar de la "longitud barrida". Sin embargo, en nuestro trabajo se han calculado las dosis en órganos utilizando el "factor de empaquetamiento" como estimador del cociente entre la dosis debida a los cortes reales de una serie y la debida al conjunto de "rodajas" contiguas de la "longitud barrida". A continuación se comentan las razones de esta elección.

En el caso de que los cortes sean espaciados, la zona de separación entre cortes consecutivos, que teóricamente no ha sido irradiada, en realidad sí lo es. Recibe, además de radiación dispersa, radiación directa de los cortes que la limitan, ya que el perfil de dosis real no es rectangular y sobrepasa los límites de su espesor nominal, contribuyendo de esta forma a la dosis en las regiones contiguas. Si se compara con el cálculo directo, dicha aproximación introduce diferencias apreciables (hasta el 20% en la dosis efectiva según tipos de equipo) y proporciona rapidez y sencillez a los cálculos. En el caso de cortes superpuestos, las diferencias en dosis son mucho menores y están más repartidas según los órganos, con diferencias pequeñas (hasta un 10%) para dosis efectiva. En general, analizando por órganos los coeficientes de conversión de MC (Jones y Shrimpton, 1991), se ha observado que las diferencias entre "rodajas" contiguas son del mismo orden que sus incertidumbres asociadas.

Una vez establecida la relación entre la "longitud barrida" en el paciente y el maniquí, se calcula la dosis en un órgano cualquiera de los mencionados, utilizando la expresión:

$$D = F_p \cdot \sum_i F_{Mci} \cdot CTDI \quad (15)$$

siendo  $F_{Mci}$ , los factores de conversión de MC para el órgano en cuestión, desde la "rodaja" completa inicial a la "rodaja" completa final.

De esta forma, se calculan las dosis en órganos para todas las "rodajas", siempre que éstas sean completas. La contribución a la dosis de cada una de las posibles "rodajas" incompletas de los extremos de la "longitud barrida", se calcula según la expresión:

$$D = F_{MC} \cdot CTDI \cdot \frac{J}{5} \quad (16)$$

Siendo  $J/5$ , con ambos en mm, el valor de la fracción de rodaja. Nuevamente hay que decir que se ha aproximado linealmente la dosis con el espesor. En este caso, dadas las dimensiones con que se está trabajando - unos pocos mm - dicha aproximación está plenamente justificada.

La suma de las contribuciones a la dosis en el órgano o tejido concreto de las rodajas completas (15) y de las fracciones de rodaja de los extremos (16), da la estimación de la dosis media en el órgano o tejido para una exploración de una sola serie. De similar modo se procede para el cálculo de la dosis en los 27 órganos (de los que se disponen de factores de MC) y en su caso, para cada una de las series de la exploración.

Para realizar estos cálculos se precisa ayuda informática.

La obtención de dosis en órganos para cada paciente de la muestra, se ha realizado mediante un programa (en lenguaje BASIC) diseñado a tal efecto y cuyo diagrama de flujo aparece en el Apéndice F. Los datos recogidos en cada centro, referidos a las exploraciones de pacientes individuales, es decir, los ficheros de salida del programa de toma de datos (según se explicó en el capítulo anterior), se utilizan como datos de entrada en el programa de cálculo de dosis en órganos.

En primer lugar, el programa crea e inicializa las matrices donde almacena los datos; posteriormente, capta los datos de cada paciente y exploración individual procedentes del fichero de salida del programa de toma de datos. Una vez conocidos los datos del paciente y exploración con todas sus series, un bucle realiza el cálculo de la dosis en órganos para cada una de las series. el subprograma de cálculo de dosis en órganos determina en primer lugar la "longitud barrida" en el paciente, y asigna coordenada inicial y final para los casos en que éstas se introdujeron como claves de órgano. Conocidas estas coordenadas, el subprograma de asignación de zona irradiada, nos da la "longitud barrida" en el maniquí, a partir de la cual podremos conocer las "rodajas" inicial y final, así como los restos de las posibles "rodajas" inicial y final incompletos. A partir de aquí el programa lee del fichero de factores de conversión de MC, y suma los factores correspondientes a las "rodajas" implicadas en la serie para todos los órganos afectados. Estas operaciones las hace en el bucle que corre desde la "rodaja" inicial a la final. A continuación se calcula el factor de empaquetamiento, y se pasa al cálculo de la dosis en órganos, operación que efectúa un bucle para los 27 órganos. Al finalizar el bucle principal, que como hemos visto realiza el cálculo de dosis en órganos, se calcula la dosis efectiva.

### 3.5.3. Correspondencia paciente-maniquí matemático

La forma de hacer corresponder la exploración realizada a

un paciente con la simulación sobre el maniquí matemático plantea problemas geométricos, dadas las posibles diferencias en tamaño entre los dos, y por lo tanto, de la "longitud barrida" y órganos comprendidos en dicha "longitud".

Entre las distintas vías de abordar el problema, una de ellas, consiste en localizar el centro del campo irradiado en el maniquí y, a partir de él, ubicar la mitad de la "longitud barrida" en dirección craneal y la otra mitad en dirección caudal. Esta solución puede plantearnos algún problema. Si el paciente es de mayor tamaño que el maniquí, al trasladar la "longitud barrida" a este último, los límites de irradiación se sobrepasan, y aparecen como radiados órganos limítrofes, que no lo han sido en el paciente. En contrapartida, cuando el paciente es de menor tamaño que el maniquí, pueden aparecer como no radiados órganos de pequeño tamaño que están en el límite del campo.

Otra vía, consiste en trasladar la "longitud barrida" en el paciente al maniquí, respetando los límites anatómicos. Así eliminamos el error de dosis en los órganos limítrofes, pero surgen otros problemas. Si el paciente es de mayor tamaño que el maniquí, los cortes aparecerán con un espaciamiento menor y, los resultados del cálculo de dosis en órganos serán mayores que las dosis reales. Por otro lado, si el paciente es de menor tamaño que el maniquí, los cortes en éste aparecerán más espaciados, y las dosis calculadas para los órganos serán menores que las reales.

De estos dos planteamientos, el que, a nuestro juicio, encierra menos problemas, es el expuesto en primer lugar, ya que es poco probable encontrar desviaciones de la "longitud barrida" en el paciente respecto al maniquí lo suficientemente importantes como para afectar a órganos periféricos de forma relevante. Por ejemplo, se necesitaría una pelvis 10 cm mayor que la del maniquí, para que en la exploración de ésta se afectaran los testículos en su totalidad. De esta forma se ha establecido la relación entre la "longitud barrida" en el paciente y en el

maniquí, para todas las exploraciones excepto en la de cráneo, en la cual se toma como referencia el límite superior.

Esta metodología ha sido también la empleada (Shrimpton y col., 1991b) y recomendada (Le Heron, 1990) por el NRPB, para la estimación de dosis en estudios de TC utilizando los coeficientes de MC publicados por este organismo (Jones y Shrimpton, 1991).

#### 3.5.4. Dosis efectiva

A partir de las dosis en órganos se ha estimado el valor de la dosis efectiva (E) (ICRP, 1991) para cada paciente de la muestra, mediante la expresión siguiente:

$$E = \sum_T W_T H_T \quad (17)$$

donde,  $W_T$  es el factor de ponderación del órgano o tejido T, y  $H_T$  es la dosis equivalente en el órgano o tejido, que se obtiene según la expresión:

$$H_T = \sum_R W_R D_{RT} \quad (18)$$

donde,  $D_{TR}$  es la dosis absorbida media en el órgano o tejido,  $W_R$  es el factor de ponderación del tipo de radiación, que en el caso de los fotones es 1.

Esta magnitud, definida recientemente por la ICRP (ICRP, 1991) en sustitución de la dosis equivalente efectiva ( $H_E$ ) (ICRP, 1977), es mejor indicador de los riesgos de efectos estocásticos derivados de irradiaciones de trabajadores profesionalmente expuestos y público, ya que la ponderación se efectúa con un número mayor de órganos y el "resto" tiene un factor de

ponderación mucho menos significativo.

En nuestro programa, la dosis efectiva se calcula mediante el "subprograma de cálculo de la dosis efectiva", con una subrutina para hombre y otra para mujer.

En el informe de 1977, la ICRP proponía para el "resto", la media de los cinco órganos no principales (órganos sin factor de ponderación definido) con dosis mas altas, lo que daba una importancia desmesurada al "resto", añadiendose un alto factor de ponderación. La ICRP 60 (ICRP, 1991), define el "resto" como la media de la dosis de todos los órganos no principales, es decir: suprarrenales, cerebro, intestino grueso superior, intestino delgado, riñón, músculo, páncreas, bazo, timo y útero. Esto es así, salvo en el caso en que exista algún órgano no principal con dosis mayor que cualquier órgano principal. En este caso, al órgano de mayor dosis del "resto" se le asigna un factor de ponderación de 0,025, y el mismo factor a la media de los otros órganos del "resto".

En el programa de cálculo se verifica la existencia o no de ese resto especial, y posteriormente se remite al correspondiente subprograma de cálculo de dosis efectiva, en función de la existencia o no de ese resto especial.

Una vez realizados los cálculos de dosis en órganos y dosis efectiva, el programa muestra en pantalla e imprime los resultados, y los graba en un fichero junto con los datos correspondientes al centro, sala, tipo de exploración y datos del paciente. Este fichero se utilizará para los correspondientes tratamientos estadísticos.

### 3.5.5. Dosis en esófago

Debe aclararse que al inicio de este trabajo, la contribución de la dosis media en esófago (0,05 de factor de

ponderación) no se incluyó en el cálculo de dosis efectiva, ya que, entre los factores de Monte Carlo utilizados (Jones y Shrimpton, 1991), los autores no incluyeron los correspondientes a dicho órgano. Al revisar los resultados del informe que se entregó a los responsables de los equipos participantes en el estudio (Calzado y col., 1992b), se vio, que las infravaloraciones en la dosis efectiva por la no inclusión del esófago eran despreciables (no superaban el 1%) para muchos tipos de estudio, excepto en aquellas exploraciones en que el esófago recibe dosis importantes por ser irradiado total o parcialmente, como es el caso de los estudios de tórax, tórax-abdomen, tórax-abdomen-pelvis y columna cervical. Así pues, para la estimación de la dosis efectiva en estas exploraciones, hemos considerado necesaria la inclusión de la dosis en esófago.

Para estimar la dosis en este órgano, parece lo más apropiado hacerlo a partir de las dosis de los órganos que más íntimamente se relacionan con él, y para los que se dispone de factores de MC. El esófago se relaciona en su extremo superior con el tiroides, en su mitad inferior con el corazón y, dependiendo de la edad, aproximadamente en el tercio medio, con el timo (Spalteholz, 1974).

Así, la dosis en esófago puede equivaler a la media de la dosis en los tres órganos mencionados. Otros autores (Shrimpton y col., 1991b), (Stather, 1991), toman como dosis en esófago el valor de la dosis en timo. De esta forma se puede estar sobreestimando la dosis en esófago, sobre todo si se tiene en cuenta que en gran parte de las exploraciones de tórax se suelen realizar series de cortes para la exploración del mediastino medio, región en la que se encuentra el timo en el maniquí. La postura de los autores mencionados puede originar por otra parte subestimaciones en el caso de los estudios de la región cervical, ya que la dosis recibida por el timo en estas exploraciones es mínima, y sin embargo el extremo superior del esófago recibe dosis importantes.

Para comprobar dicha idea se simularon dos exploraciones

sobre un maniquí antropomórfico (REMAB), una de tórax y otra de columna cervical. En cada una de ellas se efectuaron medidas con unos 300 dosímetros de TL apilados en paquetes estancos, que se colocaron a lo largo de todo el esófago del maniquí y demás órganos de interés. Se observó una gran concordancia entre los resultados de las medidas con dosímetros y la estimación realizada a partir de las dosis de los tres órganos relacionados con esófago.

Las dosis efectivas, se recalcularon en la muestra global para todas las exploraciones de tórax, tórax-abdomen, tórax-abdomen-pelvis y columna cervical, teniendo en cuenta las dosis en esófago estimadas según el criterio expuesto.

#### 3.5.6. Dosis equivalente efectiva

Con el propósito de poder establecer comparaciones con resultados alcanzados en otros estudios similares, se han estimado además para los distintos tipos de examen, los valores medios de dosis equivalente efectiva ( $H_E$ ) (ICRP, 1977), a partir de las dosis medias para cada órgano. Para obtener la contribución del "resto", se han tomado los cinco órganos sin factor de ponderación asignado, con mayores valores medios de dosis, entre los que carecen de factor de ponderación (Gibbs, 1989).

#### 3.5.7. Dosis colectiva

Con los datos globales de dosis efectiva para cada tipo de exploración, y las frecuencias absolutas de cada una de ellas, se estimaron los valores anuales de la dosis efectiva colectiva y la dosis equivalente efectiva colectiva que la práctica de la

TC supone en los centros públicos y semipúblicos de la CAM. Según establece la ICRP (1991), y por medio de la expresión:

$$S = \sum_i E_i N_i \quad (19)$$

donde,  $E_i$  es la dosis efectiva media del subgrupo de población  $i$ ésimo y  $N_i$  es el número de individuos de dicho subgrupo. En nuestro caso el subíndice  $i$  designa los diferentes tipos de estudios de TC.

Además se ha calculado la contribución a la dosis colectiva de cada tipo de exploración, y el valor anual de la dosis equivalente efectiva colectiva (ICRP, 1977) debido a los estudios de TC en los centros públicos y semipúblicos de la CAM.

### 3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS MUESTRAS DE PACIENTES

Los parámetros implicados en las exploraciones de TC: condiciones de operación (kVp, mAs); geometría de irradiación (número, grosor y espaciado de los cortes) así como los valores dosis en órganos y dosis efectiva, presentan en la realidad variaciones importantes de unos pacientes a otros, y más aún entre los distintos centros. Estas oscilaciones - típicas de la práctica del radiodiagnóstico - se hacen todavía más notables en el caso de la TC. Para obtener información manejable de las variables mencionadas, las muestras se han analizado mediante programas estadísticos diseñados a tal efecto. La información se presenta para los valores de dosis en órganos y efectiva, con medidas de centralización (media y mediana), medidas de dispersión (desviación típica y error estándar de la media), los cuartiles primero y tercero, y el intervalo máximo.

Al ser las muestras de distintos centros, la desviación típica no tiene un gran significado, por ello los valores medios de los parámetros referidos a la geometría de irradiación, y el valor medio de mAs se muestran junto con el error de la media.

Los valores medios de dosis efectiva y dosis en órganos pueden estar influidos por algunos valores excesivamente altos, por lo que como medida de centralización tiene normalmente más utilidad la mediana.

Los cuartiles son buenos valores de referencia, sobre todo el percentil 75 que se viene utilizando como valor de referencia de dosis en las recomendaciones sobre valores de exposición en procedimientos radiológicos en la CE (CEC, 1990).

Así pues, con las muestras de pacientes se han analizado las dosis, las condiciones de operación y la geometría de irradiación en función de los tipos de estudio. Se han establecido dos tipos de análisis: uno, por salas o equipos y, otro, a partir de la muestra global. El primero se realizó tras la toma de datos en cada centro, y ha servido como información preliminar a los

centros participantes, a quienes, se les entregó un informe del análisis de las dosis impartidas a los pacientes y los parámetros técnicos, en las distintas exploraciones estudiadas, así como un listado con los datos de cada paciente particular estudiado.

Aparte de las condiciones de operación, geometría de irradiación y los valores dosis en órganos y dosis efectiva, también se han analizado globalmente parámetros tales como los valores del CTDI<sub>n</sub> o del factor de aumento.

Hay que aclarar, que en cuanto a los datos por salas o equipos, puesto que los resultados del análisis son conocidos por cada centro, se ha optado por la discreción en la exposición de resultados, y serán presentados identificándolos únicamente mediante un número de orden.

Finalmente, diremos que para las distribuciones de edad y sexo por tipos de exploración y globales, no se utilizó ningún programa estadístico, dado que los datos en soporte informático de que se disponía (1600 pacientes de la toma de datos de exploraciones), eran insuficientes para conseguir distribuciones aceptables en los distintos tipos de exploraciones. Por esta razón, hubo que realizar manualmente la distribución durante el muestreo en los centros, hasta conseguir datos de unos 7000 pacientes. Con los datos parciales de cada centro se operó en una hoja de cálculo (Lotus 123) obteniéndose las distribuciones globales por tipo de exploración.

### **3.7. ENCUESTA SOBRE TAREAS EN GARANTÍA DE CALIDAD**

Al principio del trabajo, se pensó en realizar un formulario de encuesta sobre las distintas tareas en garantía de calidad, que sería pasado al personal de los centros. Pero dada la baja frecuencia con que se realizan dichas tareas, se optó por realizar una simple encuesta oral.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSION**

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Todos los resultados obtenidos en este trabajo se comentan y discuten en este capítulo, aunque la gran cantidad de parámetros procesados aconseja presentarlos parcialmente en los apéndices. Se dejan intercalados en el texto aquellos resultados que pueden condensarse en una o dos tablas. Los resultados que se agrupan en series de muchas tablas o gráficos, se han trasladado temáticamente a los Apéndices B, C y D.

#### APÉNDICE B

En el Apéndice B se presentan (Tablas B1-B11), la frecuencia relativa y los resultados estadísticos globales de parámetros de operación y dosis de cada tipo de estudio. Estos valores medios de dosis se han obtenido ponderando los valores en cada sala con el número relativo de estudios efectuados en cada una de ellas.

Como complemento a la información de las Tablas, en las Figuras B1 a B11 se representan los histogramas de frecuencias de dosis efectiva y dosis en los órganos y tejidos con valores medios mayores en cada tipo de estudio. Sobre las distribuciones, se indican además los valores de la media, mediana y el primer y tercer cuartiles.

Para completar la información contenida en las Tablas B1 a B11, se han representado (Fig. B12) las frecuencias de cada tipo de estudio junto con su contribución a la dosis colectivas (dosis equivalente efectiva y dosis efectiva).

## APÉNDICE C

En el Apéndice C (Figs. C1 a C52) se muestran los perfiles de dosis obtenidos a partir de las medidas con TLD con indicaciones de las condiciones en que tales medidas fueron realizadas y los valores del CTDI y  $f_a$ .

Los resultados de dosis - agrupados por tipos de examen - para las diferentes salas incluidas en el muestreo están recogidos en las Tablas C1 a C63.

## APÉNDICE D

En el Apéndice D se muestran las distribuciones por edad y sexo de los pacientes para los distintos tipos de exploraciones (Figs. D1 a D11).

## 4.2. FRECUENCIA DE EXPLORACIONES

A partir del número total de estudios anuales facilitado por los responsables de los equipos (Tabla I), se ha estimado un total aproximado de 120.000 estudios durante 1991. Esto equivale a 24 estudios por 1.000 habitantes, muy por encima de los 10 estudios por 1.000 habitantes que suponía el UNSCEAR (1988) para los países desarrollados. El número de estudios anuales por equipo varía entre 777 y 6.750, con una media de 4.138 estudios, lo que supone un alto rendimiento de los equipos si comparamos esta cifra con la de otros países (Tabla XX, pág. 130).

Como contraste a los datos de número total de estudios, se ha cotejado con los aportados por el Instituto Nacional de la Salud (INSALUD) sobre indicadores de actividad de 1991 en centros propios y administrados (DGINS, 1992). El número total de estudios de TC en 20 centros de la CAM suma 78.854, que con los 33.177 realizados en otros centros públicos y semipúblicos, dan un total de 112.031 estudios. La diferencia (6,6 %) entre esta cifra y la estimada en nuestro trabajo (120.000 estudios), puede estar relacionada con las fuentes utilizadas en cada caso. En algunos centros se contabiliza el número de citaciones, que puede ser ligeramente inferior al número de estudios reales. Por otra parte, pocos centros se han basado en el número de estudios archivados en soporte informático para extraer dicha información.

### Evolución del número de estudios

Los 78854 estudios realizados en 1991 en los centros dependientes del INSALUD (DGINS, 1992) suponen respecto a la cifra de 41521 estudios realizados en 1988 (Rodríguez, 1989), un incremento medio anual del 24 %. Este valor coincide con el que Shrimpton (1992) da para el Reino Unido en el período 1983-1989. El incremento en el número de estudios ha sido bastante menor

para la radiología convencional que sólo ha crecido en un 7,7 % (Rodríguez, 1989), (Vañó y col., 1991). De esta forma la TC que suponía en 1988 el 1,6 % de la radiología convencional (Rodríguez, 1989), ha aumentado en 1991 su contribución en número de estudios al 3,7 %.

### Frecuencias por tipo de exploración

En la Tabla II aparecen las frecuencias absolutas y relativas para los tipos de exploración de la muestra, así como el número de exámenes estimados a partir de ellas para cada tipo de estudio. Entre ellos destaca el de cráneo que supone el 42,3 % del total de exploraciones de TC. Muy alejados están los estudio de columna lumbar, abdomen y tórax, que presentan frecuencias próximas al 10 %. Los exámenes de pelvis representan un 6,1 % y para los demás sus frecuencias sobre el total van decreciendo hasta el 1,1 % en tórax-abdomen-pelvis.

Las frecuencias reales de los estudios en el conjunto de los centros públicos y semipúblicos de la CAM pueden ser algo diferentes a las estimadas para algún tipo de estudio. Las incertidumbres están en relación con el tamaño de las muestras, por una parte, y con el número de salas en que se realizan, por otra. Así las incertidumbres serán menores para los estudios que se realizan con frecuencia y en todos los centros, cráneo o columna lumbar, que pueden estimarse en el 2 - 3 %. Sin embargo, para algunos estudios que no se realizan en todos los centros (como pelvis) aunque sus frecuencias estimadas sean significativas, al ser las muestras menos representativas, las incertidumbres asociadas son mayores pudiendo ascender al 15 %.

Tabla II. Frecuencias absolutas y relativas por tipo de estudio en la muestra. Número anual de estudios estimados para los centros públicos y semipúblicos de la CAM

TIPO DE ESTUDIO	FRECUENCIAS MUESTRA		Nº ESTUDIOS ESTIMADOS PARA LA CAM
	ABSOLUTAS	RELATIVAS	
CRÁNEO	21835	(42.3%)	50760
TÓRAX	5127	(9.9%)	11928
ABDOMEN	5183	(10.1%)	12060
HÍGADO	1620	(3.1%)	3768
TOR-ABD	2457	(4.8%)	5712
PELVIS	3121	(6.1%)	7260
ABD-PELVIS	1609	(3.1%)	3744
TOR-ABD-PELVIS	556	(1.1%)	1296
C.LUMBAR	5471	(10.6%)	12720
C.CERVICAL	2272	(4.4%)	5280
OÍDO	1032	(2.0%)	2400
OTROS	1289	(2.6%)	3072
TOTAL	51572	100%	120000

La distribución de frecuencias por tipos de estudio en los centros públicos y semipúblicos de la CAM no difiere demasiado de la encontrada en otros países europeos. La exploración de cráneo es la más frecuente, representando porcentajes próximos al 40 %; en segundo lugar está el estudio de abdomen, con frecuencias entre el 17 % en el Reino Unido (Shrimpton y col., 1991b) y el 18,6 % en Italia (Padovani y col., 1991). Estas frecuencias son más altas que la determinada en este estudio para la CAM (10,1 %), pero hay que tener en cuenta que se han definido

también como exploraciones tipo, las que cubren varias regiones del tronco y en las que está incluido el abdomen. Si se incluyen también las frecuencias de tórax-abdomen y abdomen-pelvis, el valor total (18 %) resulta similar al descrito en dichos países. La exploración de tórax presenta frecuencias de 11,9 % en el Reino Unido y del 10,3 % en Italia, valores próximos al del la CAM (9,9 %). Valores cercanos al nuestro se dan también en la exploración de pelvis, estando más alejados los de columna lumbar.

### 4.3. DISTRIBUCIONES POR EDAD Y SEXO

Para la obtención de las distribuciones por edad y sexo, se muestrearon sistemas de registro, libros de citas, etc., obteniéndose datos de pacientes en cantidad suficiente para cada tipo de exploración. El número de pacientes de la muestra total fue de 7115.

Los grupos de edad se han establecido según la propuesta del UNSCEAR (1988), un primer grupo pediátrico hasta los 14 años y otro de los 15 a los 19. A partir de aquí se han agrupado de 10 en 10 años. Esta distribución permite diferenciar los casos pediátricos y hacer estimaciones algo más precisas del detrimento ocasionado por la radiación.

Los histogramas de frecuencias por grupos de edad y sexo de la muestra global se muestran en las Figuras 5 y 6, encontrándose los correspondientes a cada tipo de exploración en el Apéndice D, Figuras D1 a D11. En la parte superior se muestran los porcentajes relativos para hombres y mujeres y, en la inferior, el número de pacientes por sexo y totales.

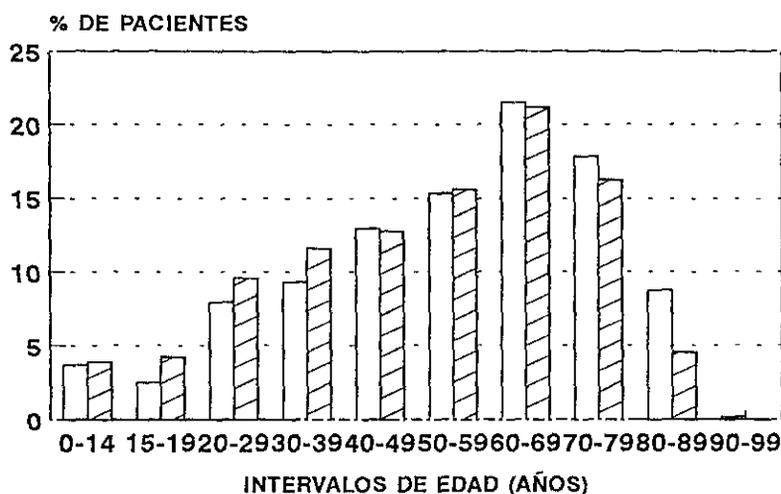
#### 4.3.1. Distribución global por edad y sexo

La distribución global por grupos de edades y sexo (Figs. 5 y 6) presenta un trayecto ascendente, con un máximo claro para ambos sexos en el intervalo 60-69 años, y a partir de aquí desciende. Esta distribución es muy distinta a la pirámide de población de la CAM (Gómez y Mas, 1993), donde existe un máximo entre los 10 y 20 años, a partir del cual desciende gradualmente.

Los porcentajes de pacientes de la muestra global con edades superiores a 44 y 64 años han sido respectivamente de 63 % y 30%, muy similares a los valores en el Reino Unido, 60 % y 30 %

**ESTUDIOS DE TC  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

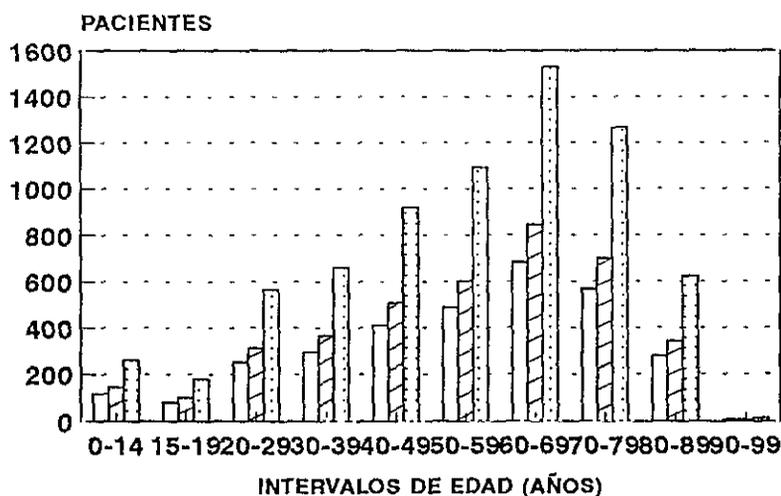
□ MUJERES (44.8%)    ▨ HOMBRES (55.2%)



MUESTRA: 7115 PACIENTES

**ESTUDIOS DE TC  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

□ MUJERES (44.8%)    ▨ HOMBRES (55.2%)    ▤ TOTAL



MUESTRA: 7115 PACIENTES

Figuras. 5 y 6

(Shrimpton y col., 1991a), y EEUU (NCRP, 1989), mientras que los pacientes pediátricos sólo suponen el 2,5 % de la muestra total. En la población general, los porcentajes para mayores de 44 y 64 años, y niños hasta los 14 años son respectivamente de 34 %, 12 % y 19 % (CECM, 1992). Esto indica, que el riesgo por unidad de dosis para los pacientes sometidos a exploraciones de TC, es menor que para la población en su conjunto, dada la menor probabilidad de que aparezcan efectos tardíos debidos a irradiación en los grupos de edad elevada (Stather y col., 1988), predominantes en esta técnica diagnóstica. No obstante, si se tienen en cuenta las distribuciones de edad por centros, se observa que son algo más planas en aquellos centros situados en los alrededores de Madrid, como consecuencia de ser la población atendida más joven en promedio que en la capital. También hay que tener en cuenta que el 2,5 % estimado para los pacientes pediátricos, puede ser en la realidad algo mayor, ya que, entre los centros muestreados no se encuentra el Hospital del Niño Jesús, centro dedicado exclusivamente a pediatría.

La distribución por sexos de la muestra global fue del 55,2% para hombres y 44,8% para mujeres. En todos los grupos de edad existe una mayoría de pacientes hombres, que refleja la mayor morbilidad de los varones, sin embargo en valores relativos se presenta una ligera ventaja en el porcentaje de hombres antes de los 30 años y de mujeres después de los 60, estando igualadas las décadas medias, lo que está en muy buena relación con lo que ocurre en la población general en la CAM (CECM, 1992).

#### **4.3.2. Distribuciones por edad y sexo en cada tipo de exploración**

Las distribuciones por edad y sexo de los distintos tipos de exploración tienden a adaptarse a la distribución general, pero existen algunas variaciones interesantes que vamos a analizar a continuación.

## Cráneo

El porcentaje de hombres (55,6) y de mujeres (44,4) es similar al porcentaje general, con un mayor número de hombres por debajo de los 60 años y de mujeres por encima de los 70. La distribución (Fig. D1) tiene un primer pico en la década de los 20 años, descendiendo en los 40 y comportándose a partir de aquí igual que la distribución global. También llama la atención que es la exploración con mayor proporción de pacientes pediátricos y jóvenes.

## Tórax

Existe un predominio de hombres (63,3%) frente a mujeres (36,7%). La distribución por edades (Fig. D2) se adapta bastante bien a la global, pero el pico en la década de los 60 es mucho más pronunciado.

## Abdomen

Es la exploración que mejor se adapta a la distribución general, tanto por sexos como por edades (Fig. D3), aunque el pico de los 60 es ligeramente superior. Existe un mayor porcentaje relativo de hombres antes de los 50 años, y de mujeres después.

## Hígado

Las frecuencias por sexos son muy similares aunque con leve predominio de las mujeres (51,3%), y la distribución por edades (Fig. D4) es similar a la de abdomen, pero con preponderancia de las mujeres antes de los 30 años y de los hombres después de esta edad. También destaca el aumento de la proporción de estudios en la década de los 30 años y el descenso en la de los 40.

## Tórax-Abdomen

Existe un mayor porcentaje de hombres (56,5%), pero no es tan notable como en la exploración de tórax. En la distribución por edades (Fig. D5), se destaca el pico en la década de los 60, mayor que en la distribución general, alcanzando el 30% de las exploraciones. Otros aspectos destacables son el aumento de mujeres en la década de los 40 (el porcentaje relativo duplica al de los hombres), y el leve predominio de los hombres en la década de los 70.

## Pelvis

La distribución por sexos está equilibrada, 48,2% de mujeres y 51,8% de hombres. En la distribución por edades (Fig. D6), existe un predominio de mujeres en la edad fértil (20 a 49 años), y de hombres después de los 49 años, destacando la inversión de las proporciones respecto a la distribución general en la década de los 80.

## Abdomen-Pelvis

Las proporciones de hombres (51,9%) y mujeres (48,1%), son muy parecidas a las de la exploración de pelvis. Respecto a la distribución por edades (Fig. D7), lo más notable es el aumento de exploraciones en la década de los 60 años, superando el 30%.

## Tórax-Abdomen-Pelvis

La frecuencia por sexos, 56,1% para hombres y 43,9% para mujeres, es muy parecida a la de los estudios de tórax-abdomen; lo mismo ocurre con la distribución por edades (Fig. D8), aunque el predominio de mujeres en la década de los 40, aquí no es tan notable.

## Columna lumbar

Las proporciones de hombres y mujeres están equilibradas, destacando levemente estas últimas (50,8%). La distribución por edades (Fig. D9) difiere de la global, con el máximo en las edades intermedias (40 a 59 años), con ascensos y descensos simétricos con respecto al máximo. Se da un predominio de hombres entre los pacientes menores de 40 años y de mujeres entre los mayores de 60 años.

## Columna cervical

Hay un importante desequilibrio entre mujeres y hombres, predominando de forma notable estos últimos (72,6%). La distribución por edades (Fig. D10) no se ajusta a la distribución general. Destaca, respecto a las mujeres, el aumento de exploraciones en la década de los 30 años. Para los hombres, las frecuencias más altas se encuentran entre los 40 y 69 años. La desproporción tan considerable entre los dos sexos es debida, en parte, a que se han incluido entre las exploraciones de esta zona anatómica, las exploraciones de laringe, cuya patología es mucho más frecuente entre los hombres, sobre todo, en las décadas mencionadas.

## Oído

Existe un equilibrio entre los dos sexos con leve predominio de las mujeres (52%). La distribución por edades (Fig. D11), no se ajusta a la general, siendo semejante a la de columna lumbar, pero en este caso la pirámide es más plana. Se aprecia un aumento de exploraciones a mujeres de los 30 a 69 años, destacando la década de los 30 y, entre los hombres, antes de los 30 y en los 70.

Muchos de los patrones de distribución descritos anteriormente,

se ajustan a los de las distintas patologías estudiadas en las exploraciones de TC. Así, por ejemplo, la mayor frecuencia de exploraciones de tórax en los hombres, muy probablemente está en relación con la mayor incidencia de neoplasias de pulmón en los varones, y lo mismo ocurre con las neoplasias laríngeas, respecto a las exploraciones de la región cervical.

#### 4.4. PERFILES DE DOSIS

Los parámetros tabulados para caracterizar los perfiles de dosis, el índice de dosis de TC normalizado ( $CTDI_n$ ) y el factor de aumento ( $f_e$ ), presentan, en su gran mayoría, valores "razonables" si exceptuamos algunos anormalmente altos.

En el Apéndice C, Figuras C1 a C52, aparecen los 52 perfiles de dosis medidos en los 12 equipos participantes. En la parte superior de la figura aparecen las condiciones con que fueron obtenidos y, en la inferior, el CTDI y el factor de aumento ( $f_e$ ) calculados.

##### 4.4.1. Índice de dosis de TC normalizado ( $CTDI_n$ )

Los valores típicos obtenidos para el  $CTDI_n$ , como puede apreciarse en la Fig. 7, son próximos a la mediana (Tabla VI), encontrándose el valor modal próximo a 0,14 mGy/mAs y con el valor de la media algo mayor por la influencia de algunos valores excesivamente altos (superiores a 0,4 mGy/mAs). Los valores mínimo (0,074 mGy/mAs) y máximo (0,488 mGy/mAs) han sido obtenidos respectivamente, en un equipo Siemens Somatom DRH (corte de 4 mm) y un General Electric SYTEC 3000 (corte de 1 mm). Como se sabe, los equipos que presentan valores altos producen más radiación a la salida en igualdad de condiciones, lo que va a afectar a las dosis recibidas por el paciente.

Los valores de  $CTDI_n$  están relacionados de una forma importante con la distancia foco-eje, según puede apreciarse en la Tabla III, que muestra valores de  $CTDI_n$  medios para las distintas distancias foco-eje en los equipos participantes en el estudio; en ella puede observarse un descenso del  $CTDI_n$  a medida que aumenta dicha distancia. Pero no es sólo dicho parámetro el

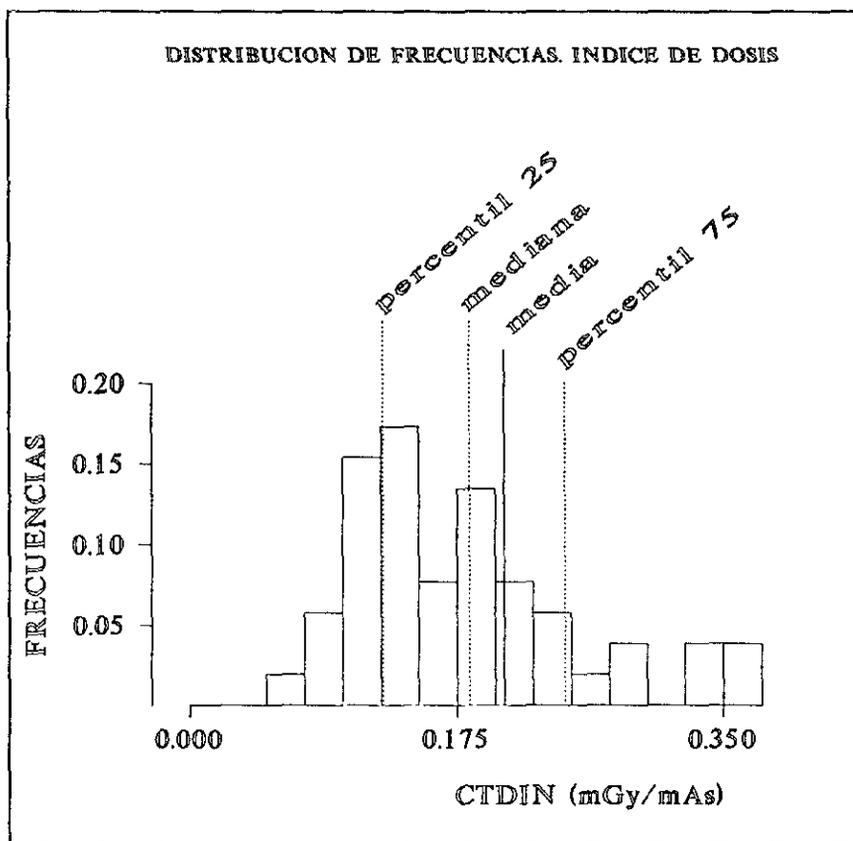


Figura 7

Tabla III. CTDIn medio para las distintas distancias foco eje que presentan los equipos participantes en el estudio

Marca y modelo	Distancia foco eje (mm)	CTDIn medio
General Electric CT MAX	525	0.324
Sytec 3000		
Philips Tomoscan CX/S	606	0.179
60/TX		
Siemens Somatom DRH	700	0.167
HIQ		
General Electric CT 8800	780	0.127
CT 9000		

único responsable de los valores de CTDIn; también influyen otros factores como la filtración y, sobre todo, la colimación. Un ejemplo muy significativo lo constituye el equipo Siemens Somatom HIQ, que tiene unos valores altos pero razonables de CTDIn, para cortes de 5 y 10 mm (valor medio: 0,194 mGy/mAs), y presenta un valor doble (0,402 mGy/mAs) para un espesor de corte de 1 mm. Muy probablemente estas diferencias son debidas a un colimación prepaciente de apertura doble a la anchura nominal de corte. Respecto a la filtración, al ser bajo el número de equipos controlados, no podemos inferir relación con los valores de CDTIn, pero sí se ha observado que no existen apenas diferencias en los valores medios de CTDIn entre los obtenidos con el filtro de forma de cráneo y el de cuerpo. La razón de esto está en que el espesor en el centro del haz es muy semejante para los dos.

Desde un punto de vista teórico, puede pensarse que los valores de CTDIn no tienen por qué influir de forma directa en los valores de dosis en pacientes, ya que de ser cierto, se podría suponer que los equipos con CTDIn elevado utilizarían siempre un valor menor de mAs que los equipos con valores CTDIn bajos para conseguir imágenes de igual calidad. Pero esto no es así en bastantes casos, ya que en el valor del CTDIn también influye la colimación, y en el proceso de obtención de la imagen influyen múltiples factores como la sensibilidad y eficiencia de los detectores y la colimación postpaciente, entre otros.

Se ha constatado que el valor de mAs seleccionado para realizar los estudios influye menos en las dosis que el valor del CTDIn del equipo. Si se obtiene el producto (CTDIn por mAs), su valor por equipos varía entre 32 y 179 mGy para la exploración de cráneo. Los valores más bajos corresponden a CTDIn bajos y los superiores a CTDIn altos. Esta es la tendencia dominante en los estudios analizados.

En la Tabla IV, aparecen los valores medios de  $CTDI_n$  para distintos equipos y espesores de corte comparados con los obtenidos en el Reino Unido (Shrimpton y col., 1991b).

Tabla IV. Comparación de los valores medios del factor de aumento ( $f_a$ ) y del  $CTDI_n$ , para distintos equipos y espesores de corte. En la CAM y Reino Unido (Shrimpton y col., 1991b).

Marca y modelo	Espesor de corte (mm)	$f_a$		$CTDI_n$	
		CAM	RU	CAM	RU
General CT 9800	10	0.99	0.98	0.257	0.219
Electric	1.5	1.29	1.36	0.261	0.231
	CT 8800	10	1.00	0.97	0.120
	5	1.05	1.03	0.128	0.140
	1.5	1.42	1.55	0.156	0.156
	CT 9000	10	0.99	0.98	0.130
	5	1.01	1.02	0.118	0.121
	CT MAX	10	1.02	1.02	0.180
	5	1.02	1.03	0.243	0.287
	Sytec	10	1.01	0.94	0.373
	5	1.07	0.99	0.370	0.382
	Philips CX/S	10	1.01	0.96	0.193
Tomoscan	5	1.03	0.99	0.183	0.187
	2	1.33	1.34	0.219	0.220
60/TX	10	1.03	1.00	0.158	0.192
	5	1.08	1.09	0.170	0.206
	2	1.34	1.35	0.201	0.233
Siemens DRH	8	0.99	1.00	0.077	0.096
Somatom	4	1.07	1.08	0.087	0.103
	2	1.43	1.50	0.104	0.112

Puede observarse que, como norma general, los valores aumentan a medida que disminuye el espesor de corte debido a problemas de colimación. La concordancia entre estos valores y los de Shrimpton y col., varía según los equipos: es muy buena para el Philips Tomoscan CX/S y los General Electric 8800 y 9000, con variaciones respectivas del 0,5%, 2% y 3%; es mala para el GE CT MAX, con una variación del 33%; y bastante aceptable para el resto con una variación media del 6%.

Entre los distintos factores que influyen en la dosis (CTDIn, longitud irradiada y mAs), el CTDIn se destaca como el más importante. En la Tabla V se muestran los coeficientes de determinación ( $r^2$ ) en el análisis de regresión de la dosis efectiva (E) frente al CTDIn, longitud irradiada y mAs. Se han escogido exploraciones con alto valor de dosis efectiva y realizadas en un número suficiente de salas. Estos coeficientes ( $r^2$ ) son notablemente mayores para el CTDIn que para las otras dos variables, lo que denota una mayor influencia de éste sobre la dosis efectiva.

Tabla V. Coeficientes de determinación ( $r^2$ ) en el análisis de regresión de la dosis efectiva frente al CTDIn, longitud irradiada y mAs, para exploraciones con alto valor de E.			
EXPLORACIÓN	CTDIn	Longitud irradiada	mAs
Abdomen	0.46	0.16	-
Tórax	0.35	0.22	0.12
Tórax-Abdomen	0.53	-	-

(-) correlación no significativa o negativa.

#### 4.4.2. Factor de aumento ( $f_e$ )

Los resultados del análisis del factor de aumento son presentados en la Tabla VI. Los valores típicos son ligeramente superiores a la unidad (entre 1 y 1,1), lo cual indica, aparentemente, que la colimación de los sistemas es buena. A pesar de esto, convendría matizar que los mejores resultados se han obtenido para anchuras de corte "grandes" (5-10 mm), que se coliman más fácilmente que los cortes "finos" (1-3 mm), para los que los valores típicos de  $f_e$  son algo mayores (1,3-1,5), superando el valor 2 para 1 mm de anchura de corte, como puede verse en los perfiles de dosis del Apéndice C, Figs. C1-C52. Los valores mínimo (0,98) y máximo (2,89) se han obtenido para un corte de 10 mm en un equipo GE CT 9800 y otro de 1 mm en un equipo Siemens Somatom HIQ, respectivamente.

Tabla VI. PERFILES DOSIMÉTRICOS. ANÁLISIS DE VALORES DEL ÍNDICE DE DOSIS NORMALIZADO Y DEL FACTOR DE AUMENTO		
Tamaño muestra: 52	CTDI <sub>n</sub> (mGy/mAs)	$f_e$
Mínimo	0.074	0.98
Máximo	0.488	2.89
Intervalo	0.414	1.91
Media	0.206	1.14
Varianza	0.011	0.11
Desv. estándar	0.104	0.33
Mediana	0.183	1.02

En la Tabla IV, se muestran valores medios de  $f_e$  para distintos espesores de corte y equipos. En ella se advierte el valor creciente del  $f_e$  a medida que disminuye el grosor de corte; esto ocurre para todas las marcas y modelos. Igualmente, se puede

apreciar la concordancia entre nuestros valores y los obtenidos por Shrimpton y col. (1991b) en el Reino Unido.

Los valores altos de  $f_0$  para los cortes finos, denotan colimaciones prepaciente superiores a la anchura nominal de corte, e implican altas dosis debidas a irradiación exterior a la zona de interés. Estos espesores de corte, suelen utilizarse en las exploraciones que se han agrupado arbitrariamente bajo la denominación de "oído" y, aunque su influencia en la dosis efectiva es pequeña, sí tienen importancia por las altas dosis que afectan a órganos locales como el cristalino.

No es sencillo conseguir perfiles finos, dosis bajas y buena calidad de imagen. Las dificultades para ello vienen de que al utilizar colimaciones prepaciente finas disminuye el número de fotones que llegan al detector, y si se quiere buena calidad de imagen será necesario aumentar el número de mAs con el consiguiente aumento de la dosis. Así pues, se trata de conseguir un equilibrio entre colimación prepaciente y mAs, en función de la eficiencia de los detectores, para conseguir buenas imágenes y bajas dosis.

#### 4.4.3. Incertidumbres en las medidas dosimétricas de referencia

Si en general es necesario delimitar las incertidumbres asociadas con el valor de las magnitudes físicas, en el caso del índice de dosis de TC lo es todavía más, debido a la influencia directa que tiene sobre los resultados de dosis individual y colectiva. En el proceso de estimación del índice de dosis de TC se introducen incertidumbres con diferente origen, algunas de tipo aleatorio y las más de forma sistemática (IAEA, 1979). A continuación se describen y comentan las que se consideran más relevantes.

- Incertidumbres debidas a distintas geometrías de irradiación de los dosímetros en la calibración y durante las medidas. En la primera, la radiación es recibida en la cara mayor, mientras que durante la medida, al estar apilados, se irradian por las caras menores. Son sistemáticas y difíciles de cuantificar.
- Las ocasionadas por un posicionamiento asimétrico del sistema de medida. En este apartado deben incluirse todas las desviaciones con respecto al eje de la carcasa. Aleatorias y pequeñas en general.
- La diferencia debida a la atenuación de la radiación en la cápsula plástica que contiene la pila de dosímetros. Sistemáticas y del orden del 1 %.
- Las diferencias debidas a la conversión de la integral de la expresión (8) en la suma finita de la (10) para calcular el CTDI. Sistemáticas y pequeñas, aunque difíciles de cuantificar.
- El error de truncamiento que se comete en la estimación del CTDI en todos los cortes de anchura superior a 1,5 mm. Este error sistemático está, por otra parte relacionado con los errores de posicionamiento de los dosímetros con respecto al plano de corte, que condicionan la simetría de la medida. De valor variable puede alcanzar hasta el 2%.
- Los errores en el proceso de calibración, determinación de los factores individuales y lectura de los dosímetros de termoluminiscencia. Este conjunto de incertidumbres de origen diverso, se considera inferior al 5%.

En resumen se puede decir que el conjunto de estos errores aleatorios y sistemáticos nos lleva a incertidumbres en la medida del CTDI, que están por debajo del 10 %.

## 4.5. PARÁMETROS DE EXPLORACIÓN

### 4.5.1. Parámetros de operación

En las tablas globales (B1 a B11) y en las tablas referidas a cada equipo (C1 a C63) aparecen, para cada tipo de exploración, los valores medios de los parámetros de operación: kVp, mAs, anchura de corte, número total de cortes y avance o incremento de la camilla, es decir, la distancia entre el comienzo de un corte y el del siguiente. En el análisis global (Tablas B1 a B11), los valores de tensión se dan en intervalo de valores dado que se trabaja generalmente con tensión fija para cada equipo. Los resultados relativos al análisis de los demás parámetros se presentan con valor medio y error de la media. Además en la Tabla VII se muestra un resumen de los parámetros de operación medios y sus errores asociados junto con el tamaño de la muestra analizada, para cada tipo de exploración.

Entre los valores medios de miliamperaje-segundo, los más altos corresponden a las exploraciones de columna lumbar y de oído por ser los estudios en los que se emplea un espesor de corte menor. La otra exploración en la que se utiliza corte fino es la columna cervical, pero al ser la masa corporal en el cuello menor que a nivel lumbar, los mAs empleados son menores. En las exploraciones del tronco, en las que el espesor de corte es mayor, los valores medios de mAs son sistemáticamente inferiores. Los coeficientes de variación de los mAs son más altos para las exploraciones de tórax (39%), oído (28%) y abdomen (27%).

Comparando los valores medios de mAs y los recomendados por los fabricantes (Sant y col., 1989), se aprecia (Tabla VIII) que los valores recomendados para dos exploraciones frecuentes (cráneo y abdomen), son superiores a los valores medios en los centros públicos y semipúblicos de la CAM, excepto para la exploración de abdomen en los equipos GE CT 8800, 9000 y MAX. El empleo de valores menores de mAs, supone una menor dosis a los pacientes, pero también puede tener consecuencias sobre la

Tabla VII. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE OPERACIÓN PARA LAS DISTINTAS EXPLORACIONES  
TAMAÑO DE LA MUESTRA DE PACIENTES UTILIZADA

EXPLORACIÓN	mAs	Anchura de corte (mm)	Avance camilla (mm)	Nº total de cortes	Tamaño de la muestra
CRÁNEO	422 ± 5	8.59 ± 0.08	8.97 ± 0.08	13.5 ± 0.2	450
COLUMNA LUMBAR	655 ± 10	4.49 ± 0.06	4.2 ± 0.9	14.6 ± 0.3	190
ABDOMEN	378 ± 8	9.84 ± 0.05	11.6 ± 0.3	26.5 ± 0.7	162
TÓRAX	303 ± 10	9.67 ± 0.08	11.7 ± 0.4	21.8 ± 0.8	140
PELVIS	328 ± 12	10	9.96 ± 0.64	16.3 ± 0.7	34
TÓRAX-ABDOMEN	315 ± 7	9.69 ± 0.07	12.9 ± 0.4	38.7 ± 1.1	112
COLUMNA CERVICAL	394 ± 14	4.13 ± 0.14	4.4 ± 0.3	17.7 ± 0.6	85
HÍGADO	365 ± 13	9.9 ± 0.1	10.2 ± 0.2	18.7 ± 1.3	47
ABDOMEN-PELVIS	314 ± 5	9.81 ± 0.05	14.0 ± 0.3	32.7 ± 0.9	133
OÍDO	608 ± 19	2.3 ± 0.1	2.2 ± 0.1	14.6 ± 0.5	83
TÓRAX-ABDOMEN-PELVIS	257 ± 3	9.26 ± 0.98	13.1 ± 0.4	47.7 ± 2.0	42

\* El kVp fue de 120 en todos los equipos, excepto en el Nº 9 (125 kVp) y en el Nº 6 (133 kVp).

calidad de la imagen. La utilización de valores fijos en varios tipos de exploraciones puede explicar por qué los valores de mAs en las exploraciones de abdomen en los equipos GE 9000 y MAX sean superiores a los recomendados. En la Tabla VIII se aprecia, que para dichos equipos el valor es el mismo en la exploración de cráneo que en la de abdomen, debiendo ser menor en esta última. Esta práctica se traduce en un aumento innecesario de la dosis a los pacientes.

Tabla VIII. Comparación de los valores medios de mAs para distintos equipos y los recomendados por los fabricantes (Sant y col., 1989) en exploraciones de cráneo y abdomen.

Equipo Marca y modelo		Cráneo		Abdomen	
		Valor medio	Valor recomendado	Valor medio	Valor recomendado
Gen.Ele.	CT 9800	317	400	280	340
	CT 8800	466	576	438	288
	CT 9000	576	737	576	368
	CT 9000II	533	687	337	537
	CT MAX	363	403	363	288
Philips	CX/S	297	405	356	405
	60/TX	330	330	264	352
Siemens	DRH	415	550	-	-

Respecto al espesor de corte, aparte de lo ya mencionado, debemos decir que en la práctica totalidad de las exploraciones de tronco se emplean espesores de 10 mm y, si los valores medios están por debajo de esta cifra, se debe al empleo en algunas exploraciones de una serie complementaria, de cortes más finos para explorar determinadas regiones de interés. Esto también se observa en las exploraciones de cráneo, pero hay que tener en cuenta que varios equipos utilizan cortes de 8 mm, lo que hace

que la media se acerque a este valor.

El avance de la camilla va a ser mayor en las exploraciones que cubren zonas más amplias, es decir, aquellas que estudian varias regiones del tronco. En cráneo y regiones menores del tronco (pelvis e hígado), el avance de la camilla es muy semejante al espesor de corte. Esto se debe a que, en las regiones amplias, la exploración suele ser un rastreo en busca de lesiones inespecíficas y, en las pequeñas, la búsqueda es más selectiva. Este espaciamiento de los cortes en exploraciones que cubren regiones amplias, implica ahorros de dosis al paciente, por lo que es un criterio de buena práctica desde el punto de vista de la protección radiológica.

El número total de cortes, en general, está en relación con el tamaño de la zona a explorar pero también lo está con la complejidad de cada exploración particular. Es decir, en un número considerable de exploraciones (como se ha mencionado en los apartados metodológicos), se realizan dos o más series de cortes en una misma exploración y dentro de la misma región anatómica, lo que sitúa el número de cortes por encima de lo que cabría esperar en función del tamaño de la región explorada.

Los valores de los errores asociados (Tabla VII), sin ser excesivamente altos, sí indican variaciones apreciables en las técnicas empleadas para la realización de algunos exámenes. Este es el caso del cráneo, especialmente en la anchura de corte 5-10 mm y mAs 297-576; tórax, con variaciones entre 192-576 mAs, desplazamientos entre cortes de 8-20 mm y número de cortes 15-29; abdomen-pelvis y tórax-abdomen-pelvis, en el número total de cortes; columna lumbar con variaciones en los mAs 340-845 y el número de cortes 10-21 (Tablas C1 a C63).

En la Tabla IX se comparan los valores de los parámetros de operación con los obtenidos por Shrimpton y col. en Reino Unido (1991b). Sus valores de mAs son similares, aunque superiores sistemáticamente para todos los tipos de exploración excepto en oído. La anchura media de corte es muy similar en los dos

Tabla IX. VALORES MEDIOS DE LOS PARAMETROS DE OPERACION, COMPARADOS CON LOS OBTENIDOS EN REINO UNIDO POR SHRIMPTON Y COL. (1991b)

EXPLORACION	mAs		Anchura de corte (mm)		Avance de la camilla (mm)		Nº total de cortes	
	RU	CAM	RU	CAM	RU	CAM	RU	CAM
CRANEO	462	422	9.13	8.59	9.12	8.97	12.9	13.5
COLUMNA LUMBAR	557	655	4.25	4.49	4.01	4.2	19.0	14.6
ABDOMEN	404	378	9.31	9.84	14.5	11.6	15.5	26.5
TORAX	321	303	9.32	9.69	11.4	11.7	21.2	21.8
PELVIS	408	328	9.11	10	10.7	9.96	12.3	16.3
COLUMNA CERVICAL	494	394	4.06	4.13	3.96	4.4	14.3	17.7
HIGADO	400	365	9.12	9.9	10.2	10.2	12.7	18.7
OIDO	576	608	2.56	2.3	2.53	2.2	5.46	14.6

trabajos: toma valores entre 9 y 10 mm para las exploraciones de cráneo y tronco; en los estudios de columna el valor medio está próximo a 4 mm; y en los de oído, es próximo a 2,5 mm. Los valores medios de avance de la camilla son muy similares excepto para la exploración de abdomen, en la que es mayor el valor en el Reino Unido. El número medio de cortes por exploración es en el Reino Unido superior para la exploración de columna lumbar, similar para cráneo y tórax, e inferior para el resto de las exploraciones, pero hay que tener en cuenta que estos valores sólo se refieren a exploraciones sin contraste.

Se han observado variaciones en los protocolos utilizados en un mismo centro para una determinada exploración. Tan sólo en el 13% de las ocasiones permanecen inalterados los parámetros técnicos para una misma exploración y equipo; en el 31% permanecen fijos mAs y ancho de corte, y en el 6,5% el ancho y espaciado de corte. El parámetro que menos se modifica para un mismo tipo de estudio y equipo, es la anchura de corte, que sólo se altera en el 39%, los mAs permanecen constantes en 58%, y el avance de la camilla (espaciado de corte) sólo lo hace en el 23% de las ocasiones.

Estas variaciones en los parámetros de operación influyen en las dosis que recibe el paciente. Por un lado, las características del paciente y su patología pueden influir en los valores que tomen esos parámetros aunque se explore la misma región anatómica. Por otro, en ciertos casos se utilizan distintos protocolos para un mismo tipo de estudio según criterios del personal implicado en su realización.

#### 4.5.2. Análisis de series

Como ya se ha comentado repetidamente, a cada parte de la exploración en que varía algún parámetro de operación, la región anatómica, o se utiliza contraste, se la denomina "serie". Aproximadamente, la mitad de los estudios (48 %) se realizan con

más de una serie de cortes, pero esta proporción varía de un tipo de estudios a otros. En la Tabla X se muestran desglosados por tipo de exploración, los porcentajes de estudios con una o dos series, que en conjunto suponen el 86 % de la exploraciones. Son más frecuentes los estudios con más de una serie en las exploraciones de columna lumbar y en las que combinan varias regiones del tronco, como las de abdomen-pelvis, tórax-abdomen-pelvis y tórax-abdomen. En este tipo de exploraciones que cubren áreas amplias, es normal hacer una primera serie con cortes espaciados y, en función de lo observado, analizar en sucesivas series de cortes (con o sin contraste) las regiones de interés.

Tabla X. ANÁLISIS DE SERIES POR TIPOS DE EXPLORACIÓN Y GLOBAL		
EXPLORACIÓN	% DE ESTUDIOS CON UNA SERIE	% DE ESTUDIOS CON DOS SERIES
CRÁNEO	56	40
TÓRAX	78	20
ABDOMEN	53	39
HÍGADO	59	38
TÓRAX-ABDOMEN	39	39
PELVIS	84	14
ABDOMEN-PELVIS	30	45
TÓRAX-ABDOMEN-PELVIS	38	36
C. LUMBAR	16	46
C. CERVICAL	80	15
OÍDO	83	15
TOTAL	52	34

En los estudios de una sola región del tronco es frecuente realizar dos o más series en las exploraciones de abdomen e

hígado, mientras que las exploraciones de tórax y pelvis suelen ser de una sola serie. Entre los estudios con varias series, el 71 % está compuesto por 2 series, los de 3 series suponen el 20%, los de 4 el 7% y los de 5 ó más series el 2%. En los estudios de dos series, la segunda suele hacerse utilizando contraste, sobre todo en las exploraciones de cráneo.

#### 4.5.3. Localización de la zona irradiada

En los estudios de TC las zonas que se irradian pueden corresponder a órganos o regiones anatómicas concretas, cuyos límites se pueden definir fácilmente. Estos son los estudios estándar de cráneo, tórax, abdomen, pelvis o hígado. En estos casos la zona explorada se encuentra dentro de unas coordenadas anatómicas. Pero en gran parte de las exploraciones la localización precisa de la zona irradiada sólo es posible en función de unas coordenadas numéricas, dado que no se irradian completamente esas regiones concretas o se sobrepasan sus límites.

En la Tabla XI se hace un análisis de las frecuencias de las situaciones anteriormente mencionadas, mostrándose para todos los tipos de exploraciones el porcentaje de estudios de serie única, cuyas coordenadas han sido anatómicas o numéricas, y el porcentaje de series con coordenadas anatómicas o numéricas entre los estudios con varias series.

Los estudios con una sola serie suelen ser exploraciones estándar por lo que es más frecuente (77,7 %) que su localización pueda ser definida mediante coordenadas anatómicas. Esto es una norma general, excepto para los estudios de columna lumbar y oído, dadas las múltiples variaciones individuales y la necesidad de una localización precisa de los cortes.

Entre los estudios con varias series son más frecuentes (53,8 %) las series en las que se precisan coordenadas numéricas

para la localización de la zona irradiada; es normal que sea así, puesto que los estudios con varias series son estudios complejos. En el caso de las exploraciones de columna lumbar y cervical, se requieren generalmente varias series para explorar los espacios intervertebrales, que deben ser localizados mediante coordenadas numéricas precisas.

Tabla XI. ANÁLISIS DE COORDENADAS GEOMÉTRICAS				
EXPLORACIÓN	ESTUDIOS CON SERIE UNICA		ESTUDIOS CON VARIAS SERIES	
	% CON COORDENADA		% DE SERIES CON COORDENADA	
	NUMÉRICA	ANATÓMICA	NUMÉRICA	ANATÓMICA
CRÁNEO	5.0	95.0	56.3	43.7
TÓRAX	10.9	89.1	52.2	47.8
ABDOMEN	16.2	83.8	27.9	72.1
HÍGADO	0.0	100.0	29.6	70.4
TOR-ABD	6.1	93.9	34.7	65.3
PELVIS	14.2	85.8	38.7	61.3
ABD-PELV	10.0	90.0	13.8	86.2
TOR-ABD-PELV	8.9	91.1	5.3	94.7
C. LUMBAR	100.0	0.0	99.2	0.8
C. CERVICAL	28.4	71.6	96.7	3.3
OÍDO	98.2	1.8	30.9	69.1
TOTAL	22.3	77.7	53.8	46.2

Que una porción importante de las exploraciones (48 %) se realice con varias series y que gran parte de éstas (54 %) precisen de coordenadas numéricas para la definición de la zona irradiada, da idea de la complejidad de los estudios de TC y hace

difícil reducirlos a exploraciones estándar; es decir, de una sola serie y localización anatómica fija, aunque en nuestro estudio han supuesto una fracción apreciable, el 41 %.

Los distintos grupos de investigadores que han realizado estudios poblacionales de dosis en exploraciones de TC (Shrimpton y col., 1991a, 1991b), (Jessen y col., 1992), (Panzer y col., 1989a), (Leitz y col., 1993) se refieren a exploraciones estándar, aunque en el trabajo de Shrimpton y col. también se tienen en cuenta las exploraciones que utilizan contraste. Esto nos puede hacer pensar que la práctica de la TC en los centros públicos y semipúblicos de la CAM es más compleja que en los países a los que pertenecen los trabajos mencionados o, bien, con mucha mayor probabilidad, que en esos trabajos existe una simplificación inherente a la metodología empleada.

#### 4.5.4. Longitud de la zona irradiada

Las longitudes irradiadas medias de los estudios de cráneo (107 mm), tórax (224 mm), abdomen (249 mm) y pelvis (133 mm), están muy próximas a las referidas para Italia por Padovani (1992), siendo respectivamente 113, 202, 226 y 146 mm. Sin embargo, están algo por debajo de los valores medios en el Reino Unido (Shrimpton y col., 1991b), que han sido de 117 mm en cráneo, 249 mm en tórax, 273 mm en abdomen y 165 mm en pelvis y, algo más alejados de los valores publicados por Panzer y col. (1989a) para Alemania, que fueron de 120, 240, 300 y 200 mm respectivamente. Estas diferencias pueden residir en diferencias antropométricas entre los mediterráneos y los anglosajones.

## 4.6. DOSIS A PACIENTES

### 4.6.1. DOSIS EFECTIVA Y DOSIS EN ÓRGANOS

#### 1. Dosis efectiva

En las distribuciones de valores de la dosis efectiva a los pacientes sometidos a cada tipo de estudio (Tabla XII), el primer aspecto destacable (aunque esperado por ser característico de la práctica en diagnóstico) es la dispersión en los resultados. La diferencia entre los valores máximos y mínimos de los intervalos son del orden de: 6 veces el valor de la media en el estudio de cráneo; 4 en oído; 3 en columna lumbar, columna cervical y abdomen; entre 2 y 3 para hígado; 2 para tórax, tórax-abdomen, abdomen-pelvis y tórax-abdomen-pelvis. El valor medio de dosis efectiva suele estar entre la mediana y el percentil 75 para todos los estudios (más próximo a la mediana que al tercer cuartil, excepto en cráneo).

De las razones entre el valor máximo y mínimo, la mayor (45,5) corresponde a la exploración de columna cervical, y la menor (5,1) a la de pelvis, si bien es cierto que a esta menor dispersión contribuye el que se dispone de un menor número de centros y por ello, de estudios de pelvis en la muestra.

Los valores medios más altos de dosis efectiva se dan para exploraciones en las que se irradia una mayor longitud corporal y se da un mayor número de cortes; es decir, aquellas que incluyen varias regiones del tronco. El mayor valor (14,4 mSv) corresponde a la exploración de tórax-abdomen-pelvis, con una longitud irradiada media de 60 cm y 48 cortes de media, seguida de la exploración de tórax-abdomen, con una dosis media de 14,2 mSv, una longitud irradiada de 47 cm y 39 cortes por término medio. En la exploración de abdomen-pelvis, el valor medio de la

Tabla XII. ANALISIS DE LA DOSIS EFECTIVA PARA LAS DISTINTAS EXPLORACIONES (mSv)

EXPLORACION	Media	Des. típica muestra	Error estándar media	Mediana	Percentil 75	Intervalo Máximo	Razón
CRANEO	1.12	.85	.04	.81	1.26	.24-6.90	28.8
COLUMNA LUMBAR	2.09	1.15	.08	1.72	2.68	.52-7.73	14.1
ABDOMEN	8.61	4.51	.36	7.56	11.76	2.17-24.7	11.4
TORAX	6.07	3.24	.28	5.79	8.26	.84-13.2	15.7
PELVIS	6.34	2.54	.45	5.76	9.25	1.87-9.62	5.1
TORAX-ABDOMEN	14.2	5.9	.6	12.6	16.6	3.6-29.0	8.1
COLUMNA CERVICAL	2.55	1.51	.16	2.34	3.10	.21-9.55	45.5
HIGADO	6.44	4.70	.68	4.25	8.46	1.7-17.8	10.5
ABDOMEN-PELVIS	13.6	5.6	.5	12.2	16.8	2.5-31.1	12.4
OIDO	.59	.43	.05	.57	.79	.12-2.65	22.1
TORAX-ABDOMEN-PELVIS	14.4	6.4	1.0	13.54	18.1	4.0-32.5	8.1

dosis efectiva es de 13,6 mSv, la longitud media irradiada de 38 cm y el número de cortes de 32. Más alejados están los valores medios de dosis efectiva en abdomen (8,61 mSv), hígado (6,44 mSv), pelvis (6,34 mSv) y tórax (6,07 mSv); el menor valor de dosis efectiva, corresponde a la exploración de oído, con 0,59 mSv. También tienen valores medios no muy altos, los estudios de cráneo (1,12 mSv) y los de columna, correspondiendo a la columna lumbar 2,09 mSv y a la cervical 2,55 mSv.

En la Tabla XIII se presentan los valores normalizados de dosis efectiva media por mAs y mm irradiado, esto es  $E/(N_c \cdot A_c \cdot mAs)$ , donde E es la dosis efectiva media para cada tipo de estudio;  $N_c$ ,  $A_c$  y mAs son respectivamente, los valores medios del número total de cortes, de la anchura de corte y de la carga del tubo para cada tipo de estudio. Además se han indicado en la Tabla los valores máximo y mínimo obtenidos por salas.

Tabla XIII. Valores de dosis efectiva normalizada por mAs y mm irradiado, para las distintas exploraciones ( $\mu Sv/mm \cdot mAs$ )			
EXPLORACIÓN	MEDIA	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
CRÁNEO	0,023	0,013	0,051
COLUMNA LUMBAR	0,049	0,031	0,088
ABDOMEN	0,087	0,049	0,171
TÓRAX	0,095	0,052	0,166
PELVIS	0,119	0,094	0,145
TÓRAX-ABDOMEN	0,120	0,055	0,194
COLUMNA CERVICAL	0,089	0,049	0,112
HÍGADO	0,095	0,062	0,170
ABDOMEN-PELVIS	0,135	0,055	0,168
OÍDO	0,029	0,013	0,030
TÓRAX-ABDOMEN-PELVIS	0,127	0,092	0,170

Como puede apreciarse, los resultados indican, tal y como era de esperar, una dependencia con respecto a la zona anatómica irradiada y otra con respecto a las características del equipo.

La zona anatómica irradiada influye en la dosis efectiva en razón de los órganos incluidos en ella y sus correspondientes factores de ponderación (ICRP, 1991). Por eso, en la cabeza (estudios de cráneo y oído) se obtienen los valores menores de dosis efectiva normalizada. Para las regiones del cuello y tronco los valores obtenidos son mayores, especialmente en la pelvis, en donde se aprecia la influencia de los factores de ponderación de las gónadas.

Desde el punto de vista de los parámetros que influyen más en la dosis, se adelanta que el tipo de equipo (filtración, distancia foco-eje, KVp, etc) tiene una importancia decisiva (vía valores del CTDI) en las dosis efectivas. Esto queda reflejado en los valores máximos y mínimos de dosis efectiva normalizada de la Tabla XIII, cuyo cociente varía entre 2 y 4.

En el 73% de los casos (8 tipos de estudio), los valores máximos de dosis efectiva y de dosis efectiva normalizada se obtienen para el mismo equipo. Los estudios para los que no existe coincidencia son tórax-abdomen, abdomen-pelvis y tórax-abdomen-pelvis. Todos ellos son exámenes en los que el espaciado entre cortes puede variar bastante, incluso en series de un mismo estudio. Para los valores mínimos, con igual porcentaje de coincidencia que en los máximos, las discrepancias se dan en los estudios de columna lumbar, abdomen y pelvis y son en general pequeñas.

Por ello se pueden hacer estimaciones directas de dosis efectiva a un paciente en un estudio cualquiera de TC, sin más que obtener el producto de dosis efectiva normalizada media para ése tipo de estudio por el número total de cortes, su espesor y la carga del tubo (mAs) utilizados en la exploración concreta. Los resultados serán sólo aproximados, aunque el grado de aproximación mejorará si se utiliza como factor el valor medio

de dosis efectiva normalizada del equipo concreto con el que se realiza la exploración.

En resumen, y de manera general se comprueba que los valores de dosis efectiva dependen, para cada tipo de estudio, del  $CTDI_n$ , del número total de cortes, de la anchura de corte y de los mAs. Además la importancia de dicha dependencia va asociada en orden decreciente con cada uno de estos parámetros.

## 2. Dosis en órganos

Los valores de dosis absorbida en órganos se muestran en las Tablas B1 a B12 destacándose la dispersión en los resultados. Esto origina que en algunos casos los valores medios estén por encima del tercer cuartil, como sucede con la dosis absorbida en tiroides para los estudios de cráneo.

Hay que resaltar lo importante que es conocer los valores típicos de dosis y los órganos que más se irradian en cada tipo de estudio, con independencia de que se alcancen valores de dosis relativamente altos en algunos casos individuales. A continuación se comentan las dosis medias de los órganos que más se irradian en cada tipo de estudio.

Los órganos más irradiados en las exploraciones de cráneo y oído son cristalino y cerebro, presentando este último valores medios de 30 y 11 mGy respectivamente. De las dosis en cristalino se hablará en el apartado que se le dedica más adelante.

En la exploración de tórax, el timo, que recibe 26 mGy, es el órgano más irradiado; pulmón y corazón reciben 19 mGy, mamas 16 mGy y esófago 15 mGy.

La exploración de abdomen es en la que se reciben dosis más altas y por un mayor número de órganos: el riñón alcanza el valor

de 35 mGy; la vesícula 33 mGy; el estómago 29 mGy; y el páncreas, el hígado, el bazo y las suprarrenales, están en torno a los 25 mGy.

En la exploración de hígado ocurre algo paradójico, ya que este órgano recibe menos dosis (23 mGy) que otros órganos próximos, como las glándulas suprarrenales y el riñón que reciben 28 mGy, el páncreas 27 mGy y el estómago 25 mGy. La justificación radica en que estos órganos ocupan posiciones más superficiales, donde las dosis son mayores.

En la exploración mixta de tórax-abdomen se radian más los órganos abdominales que los torácicos, siendo los riñones y suprarrenales, al igual que ocurre en todas las exploraciones que afectan a la región abdominal, los órganos más radiados (30 mGy). Otros órganos que reciben dosis importantes son: el timo (29 mGy); el estómago (28 mGy); el páncreas, hígado y vesícula (27 mGy); los pulmones y el bazo (26 mGy).

En la exploración de pelvis la vejiga (29 mGy) y el útero (21 mGy) son los órganos más radiados, recibiendo dosis importantes los ovarios (17 mGy) y el colon distal (14 mGy).

En la exploración de abdomen-pelvis el riñón es el órgano más irradiado (31 mGy); otros órganos con dosis medias significativas son la vesícula (30 mGy), el útero (27 mGy) y "ex aequo", estómago, intestino delgado e intestino grueso superior (26 mGy).

En la exploración de tórax-abdomen-pelvis, el riñón recibe 26 mGy, y el estómago y la vesícula 24 mGy. En este estudio, se dan los valores de mAs medios más bajos, lo que justifica que las dosis en órganos sean menores que en el resto de las exploraciones que afectan al tronco, pero a la vez se ven irradiados con dosis importantes un mayor número de órganos, lo que contribuye a que la dosis efectiva sea la más alta.

En la exploración de columna cervical el órgano más

irradiado, es el tiroides con 35 mGy; en la exploración de columna lumbar, el intestino grueso superior (14 mGy) y el delgado (12 mGy).

Las diferencias de dosis para distintos pacientes, en un mismo órgano y en un determinado tipo de exploración, son más notables para los órganos que se encuentran en el límite del campo irradiado, como testículos en las exploraciones que afectan a la pelvis, cristalino en cráneo, etc.

### 3. Dosis en cristalino

El caso más llamativo de dosis altas en un órgano particular, corresponde al cristalino, que llega a alcanzar valores de dosis superiores a 200 mGy en la exploración de cráneo y a 150 mGy en la de oído. Estos valores están por encima de los límites de dosis anuales, fijados por la ICRP (1991) para los profesionales en 150 mGy.

En la Tabla XIV se muestra el análisis de dosis en cristalino, para las exploraciones en las que este órgano está más expuesto. Una vez más, las diferencias entre los valores máximo y mínimo son muy importantes, revelando la importancia del diseño de cada exploración particular.

Tabla XIV. Análisis de valores de dosis en cristalino (mGy)				
EXPLORACIÓN	MEDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	PERCENT.75
CRÁNEO	28.6	0.86	235	33.9
OÍDO	41.4	2.70	152	79.0
C. CERVICAL	1.74	0.10	16.7	1.34

También se han detectado diferencias entre equipos: se ha

observado que en la exploración de cráneo las dosis medias en cristalino son menores en equipos con filtro de forma para cabeza, como es el caso de los GE 8800, 9000 y 9000 HP, para los que la dosis media ha sido de 15,4 mGy, siendo de 40,4 mGy para el resto de los equipos.

En los estudios de cráneo la dosis media en cristalino (28,6 mGy), está muy próxima a la obtenida en Dinamarca (26 mGy) por Jessen y col. (1992), y en Alemania (35,5 mGy) por Panzer y col. (1989a), mientras que el valor obtenido por Shrimpton y col. (1991b) en el Reino Unido (49,6 mGy), es claramente superior. Las medidas realizadas en exploraciones simuladas sobre maniqués antropomórficos dan valores más dispersos, estando próximos a nuestro valor, el de Nishizawa y col. (1991) en Japón (22,4 mGy), y el obtenido por nuestro equipo (32,2 mGy) (Calzado y col., 1993c).

Como ya se ha comentado en otras ocasiones, bajo la denominación de estudio de oído, hemos englobado los estudios de conducto auditivo interno, silla turca y órbitas. A fin de poder comparar nuestras dosis en cristalino para estudios de oído con las presentadas por Shrimpton y col. (1991b), y Jessen y col. (1992), hemos realizado una media ponderada de los valores publicados por dichos autores en los estudios nombrados, encontrándose nuestro valor (41,4 mGy) entre el obtenido por el equipo de Shrimpton (36,6 mGy) y el de Jessen (48,7 mGy).

Dado el riesgo cataratogénico desde hace tiempo conocido (Merriam y Focht, 1957), (ICRP, 1984), y conocidas las altas dosis recibidas en cristalino, parece conveniente buscar algún procedimiento de irradiación que pueda paliar en lo posible este problema en aquellos casos en que se den una serie de circunstancias, como paciente joven, previsión de muchos cortes, etc.. En esta línea, se encuentran las exploraciones de oído realizadas en el equipo número 5, en el que se utiliza un procedimiento consistente en la angulación de la carcasa, para evitar la irradiación directa del cristalino. Los resultados de esta técnica son muy positivos, si comparamos la dosis media en

dicho estudio y equipo (4,44 mGy), con la dosis media (41,4 mGy) para todos los equipos. Estos valores están muy próximos a los dados por English (1988), con angulación de la carcasa (2,5 mGy) y sin ella (44,2 mGy). Si se evita la irradiación directa del cristalino en las exploraciones de oído, en opinión de algunos autores (Neufang y col., 1987) se puede disminuir la dosis absorbida en este órgano hasta un factor 16.

#### 4. Dosis en útero

En la Tabla XV se muestra un análisis de las dosis en útero en las exploraciones más significativas, correspondiendo los valores más altos, como era de esperar, a las exploraciones que afectan a la pelvis: abdomen-pelvis, pelvis y tórax-abdomen-pelvis.

Tabla XV. Análisis de valores de dosis en útero (mGy)				
EXPLORACIÓN	MEDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	PERCENT.75
C. LUMBAR	1.97	0.11	5.21	2.51
ABDOMEN	5.33	0.42	21.3	8.67
PELVIS	20.8	3.4	30.9	26.5
TÓRAX-ABDOMEN	5.20	0.40	46.9	2.92
ABDOMEN-PELVIS	27.3	1.00	63.1	35.9
TÓRAX-ABDOMEN-PELVIS	19.4	6.9	61.3	15.0

Los valores de dosis en útero publicados por Shrimpton y col. (1991b) para exploraciones de columna lumbar (2,36 mGy), abdomen (8 mGy) y pelvis (25,5 mGy), se encuentran próximos a los nuestros: 1,97; 5,33 y 20,8 mGy respectivamente. Desafortunadamente, no existen datos publicados de exploraciones como tórax-abdomen, abdomen-pelvis, o tórax-abdomen-pelvis.

Como hemos podido ver en la Tabla XV, los valores de dosis en útero, al igual que en otros órganos, muestran una gran dispersión, resaltando una vez más la importancia del diseño de cada exploración particular en los valores de dosis alcanzados. Pero el equipo tiene una gran importancia, apreciándose que en la mayoría de las exploraciones las dosis más altas en útero se alcanzan en el equipo GE CYTEC 3000; esto es comprensible si tenemos en cuenta que los valores más altos de  $CTDI_n$  corresponden al equipo citado.

Si se admite que el tamaño y la posición del útero gestante de hasta tres meses, son los similares a los del útero no grávido, las diferencias de dosis entre uno y otro caso no superarán el 7% (Panzer y col., 1989b). Así, las dosis en útero que se han comentado se pueden corresponder con dosis en embrión. Pero en el caso de exploraciones realizadas a mujeres embarazadas y, dada la gran dispersión de dosis en útero, sería necesario acudir a los valores de dosis del equipo con el que se realizó el estudio (Tablas C1 a C63). Por ello, a los responsables de cada equipo se les ha hecho entrega de la información correspondiente a los valores de dosis impartidos en cada tipo de exploración.

En Alemania, ante la sospecha de dosis en útero gestante superiores a 20 mGy se debe estimar la dosis real (Panzer y col., 1989b), para asegurarse de que ésta no es superior a 50 mGy, valor que se debe notificar a efectos de interrupción del embarazo. En nuestro estudio, las exploraciones que implican a la pelvis, presentan dosis medias en útero próximas o superiores a los 20 mGy. En caso de que se sospeche que una mujer embarazada ha recibido una dosis importante en útero, en función de los valores típicos de dosis correspondientes a un determinado equipo y exploración, sería aconsejable realizar un cálculo individualizado y preciso de la dosis, a efectos de facilitar a la paciente el correspondiente consejo eugenésico, dados los riesgos de malformación, retraso mental y desarrollos cancerosos.

Según la ICRP (1989), los riesgos en las dos primeras semanas son mínimos; de la 3ª a la 8ª existe riesgo de malformaciones; de la 8ª semana a la 15ª el riesgo de retraso mental grave es de 1 entre 2500 por mGy, lo que quiere decir, que por ejemplo: para una mujer gestante, sometida en ese período a una exploración de abdomen-pelvis de tipo medio (dosis útero: 27,3 mGy), el riesgo de tener un hijo con retraso mental grave se elevaría a 1 de cada 92 nacidos. De la semana 16ª a la 25ª el riesgo de retraso mental disminuye a 1 entre 10000 por mGy. El riesgo de cáncer en la infancia por radiación en cualquier etapa del desarrollo embriofetal es de 1 entre 50000 por mGy.

## 5. Dosis en gónadas

Las dosis en ovarios son muy semejantes a las de útero, aunque ligeramente inferiores en general.

Las dosis medias en testículos alcanzan un valor máximo de 4,05 mGy en la exploración de abdomen-pelvis, siendo de 2,77 mGy en la de pelvis, y de 2,23 mGy en la de tórax-abdomen-pelvis. Estos valores son altos si los comparamos con las cifras dadas por otros autores: en la exploración de pelvis, Shrimpton (1992) refiere dosis de 1,7 mGy, Jessen y col. (1992) 1 mGy y Nishizawa y col. (1991) 1,04 mGy.

Si tenemos en cuenta que, por ejemplo, en la exploración de abdomen-pelvis hay valores extremos, mínimos de 0,07 mGy y máximos de hasta 26,8 mGy, debemos pensar que se está haciendo, en estos últimos casos, una mala limitación del campo, ya que en la exploración de la pelvis no se incluyen los testículos y, en ningún caso, la radiación dispersa puede ser responsable de esos valores máximos de dosis.

## 6. Distribución de dosis en órganos y dosis efectiva

Para ilustrar gráficamente todo lo anteriormente expuesto sobre la dosis efectiva y dosis en órganos, las Figs. B1 a B11 muestran los histogramas de frecuencias de dosis efectiva y de dosis en órganos más irradiados en cada examen. En ellas se puede observar de modo directo los valores que exceden el percentil 75, en algunos casos de modo importante.

En el examen de pelvis se han representado únicamente la dosis efectiva y la dosis en intestino grueso superior, ya que este examen, aunque frecuente, no se realiza más que en algunas de las salas analizadas, lo que ha sesgado la muestra. Para paliar en parte esa falta de información, se han representado las distribuciones de frecuencias de dosis absorbida en otros órganos, como útero e intestino delgado, para el estudio abdomen-pelvis. Los valores de dosis que presentan esos órganos son similares a los encontrados en el examen de pelvis. La identificación de los valores que exceden los típicos por salas, se hará más adelante, al comentar los resultados presentados en el Apéndice C.

En la exploración de cráneo los valores de dosis efectiva se agrupan en torno a la mediana, estando el valor modal centrado en el percentil 25, la media se encuentra entre la mediana y el tercer cuartil, la dispersión de los valores es escasa. Las distribuciones de dosis en los órganos más radiados son semejantes a la de la dosis efectiva, excepto en tiroides en que ciertos valores excesivamente altos colocan la media por encima del percentil 75.

En la exploración de columna lumbar se intuyen dos grupos principales de valores, uno centrado en torno al primer cuartil y el otro de menor cuantía y por encima de la media. El valor modal de la dosis efectiva se centra en el primer cuartil, para las dosis en intestino grueso superior moda, mediana y media coinciden, las dosis en intestino delgado presentan dos valores modales bien definidos, uno coincide con el primer cuartil y el

otro se sitúa entre la mediana y la media. Las dosis en vesícula tienen el valor modal en el primer cuartil.

La exploración de abdomen presenta para la distribución de dosis efectiva, un mayor número de casos por debajo de la media, las frecuencias van descendiendo a medida que aumenta el valor de la dosis. Para la dosis en vesícula el valor modal está en el percentil 25, otro grupo de valores frecuente se encuentra próximo al valor de la mediana, el resto de los valores tienen frecuencias similares, no superando en ningún caso el 10%. Con las dosis en riñón y páncreas ocurre lo mismo, pero en estos casos el valor modal se destaca aún más.

En la exploración de tórax la distribución de la dosis efectiva presenta una dispersión muy alta, con una frecuencia semejante para casi todos los valores excepto para el valor modal, que además coincide con la media y la mediana. Las dosis en mama parecen agruparse en cinco niveles, coincidiendo los valores modales de los tres grupos centrales con el primer cuartil, tercer cuartil y mediana. Las dosis en pulmón están muy dispersas, las frecuencias de los distintos valores no son muy diferentes y, moda, mediana y media coinciden. Para las dosis en timo el grupo más importante de valores se encuentra entre la media y el tercer cuartil.

En la exploración de pelvis, al ser la exploración de la que se dispone de menor número de casos, se aprecia claramente en la distribución de dosis efectiva, la agrupación de los valores de dosis correspondientes a los distintos centros.

En la exploración de abdomen-pelvis, la distribución de dosis efectiva se aproxima a una gaussiana algo sesgada hacia los valores inferiores. Los valores de dosis en intestino grueso superior y delgado están muy centrados, al contrario de los de útero, que presentan una gran dispersión.

En la exploración de tórax-abdomen, para distribución de dosis efectiva se destacan dos valores, el valor modal que

coincide con el primer cuartil y otro situado entre la media y el percentil 75, el resto de los valores tienen una frecuencia escasa y están muy dispersos. Las dosis en suprarrenales son muy dispersas, y existe un valor modal muy destacado que coincide con la mediana. La distribución de dosis en riñón está centrada en el percentil 25 debido a la presencia de ciertos valores excesivamente altos. Para las dosis en corazón, moda mediana y media coinciden.

En la exploración de columna cervical, los valores de dosis efectiva y en cristalino están bastante centrados, con valores modales claros, las dosis en huesos tienen un rango más amplio. Las dosis en tiroides presentan una distribución amplia, pero para los valores más frecuentes el rango es razonable dadas las características de esta exploración.

En la exploración de hígado, tanto la dosis efectiva como las dosis en los órganos más radiados presentan un grupo de valores centrados en el valor modal, que coincide con la mediana, y algunos valores altos y dispersos que elevan el valor de la media.

En la exploración de oído, la dosis efectiva parece presentar dos grupos de valores, uno centrado en el primer cuartil y, el otro en el percentil 75, lo mismo ocurre con las dosis en hueso, pero esto ya no es tan evidente para las dosis en cerebro, que presentan un valor modal claro en el percentil 25, y lo mismo ocurre con las dosis en cristalino, pero en este órgano las dosis se distribuyen en un rango muy amplio.

La exploración de tórax-abdomen-pelvis, presenta valores muy dispersos de dosis en órganos, sin que exista un claro valor modal, en la distribución de dosis efectiva también existe dispersión, pero hay un valor modal claro que coincide con el percentil 25, los valores próximos a la media también presentan frecuencias destacadas.

#### 4.6.2. DOSIS EQUIVALENTE EFECTIVA

Para establecer comparaciones con los resultados obtenidos en otros estudios se han estimado, para todos los tipos de examen, los valores típicos de dosis equivalente efectiva ( $H_E$ ) (ICRP, 1977).

En la Tabla XVI se muestran los valores de dosis equivalente efectiva ( $H_E$ ) y dosis efectiva (E), para todos los tipos de estudios, así como la razón entre ambas y los valores promedio. Como norma general, todos los valores de dosis equivalente efectiva están por encima de los de dosis efectiva; la razón está en el mayor factor de ponderación (0,3) que la ICRP 26 (1977) proponía para el "resto" en el cálculo de  $H_E$  (ICRP, 1977), frente al que propone la ICRP 60 (1991) de 0,05 para el cálculo de E. La excepción a esta norma la constituye la exploración de columna cervical, en la que el valor de E es superior al de  $H_E$ . La causa está en el aumento del factor de ponderación para tiroides (de 0,03 a 0,05), que es el principal órgano irradiado en esta exploración.

Las diferencias más notables entre  $H_E$  y E se aprecian en las exploraciones de la región de la cabeza (cráneo y oído). En esta región no hay órganos con factor de ponderación, tanto en la ICRP 26 como en la ICRP 60, en cuyo caso el peso de E y  $H_E$  recaen sobre el "resto", que decanta la balanza hacia  $H_E$ .

La exploración en la que los valores de E y  $H_E$  están más igualados es la de abdomen-pelvis. La causa puede estar en los nuevos órganos con factor de ponderación (colon, estómago, vejiga e hígado), que se afectan en esta exploración y compensan el peso del "resto".

El hígado es un órgano con factor de ponderación en la ICRP 60 (1991), por lo que cabría esperar que, en la exploración específica de este órgano, el valor de E fuera superior al de  $H_E$

o, al menos, se igualaran. Pero no ocurre así, y el valor de  $H_E$  es un 42 % mayor que el de E; la causa está en que, en la exploración de hígado, este no es el órgano que recibe las dosis más altas, sino que éstas corresponden a riñón y páncreas, que carecen de factor de ponderación en las nuevas recomendaciones.

En las exploraciones de pelvis y tórax-abdomen-pelvis, ocurre algo parecido a lo comentado para la exploración de abdomen-pelvis, aunque en menor grado y la explicación puede ser la misma.

Tabla XVI. Dosis equivalente efectiva ( $H_E$ ) y dosis efectiva (E) por tipos de estudio, y razón entre ambas			
TIPO DE ESTUDIO	$H_E$ (mSv)	E (mSv)	RAZÓN
CRÁNEO	2.19	1.12	1.96
TÓRAX	8.21	6.07	1.35
ABDOMEN	11.3	8.61	1.31
HÍGADO	9.15	6.44	1.42
TÓRAX-ABDOMEN	17.7	14.2	1.25
PELVIS	7.32	6.34	1.15
ABDOMEN-PELVIS	14.1	13.6	1.04
TÓRAX-ABDOMEN PELVIS	16.0	14.4	1.11
C. LUMBAR	2.82	2.09	1.35
C. CERVICAL	1.72	2.55	0.69
OÍDO	1.10	0.59	1.86
OTROS	2.60	1.85	1.01
MEDIA	5.53	4.18	1.31

#### 4.6.3. DOSIS COLECTIVA

En la Tabla XVII se muestran los valores de dosis efectiva colectiva (DEC) y dosis equivalente efectiva colectiva (DEEC) que la práctica de la TC supone en los centros públicos y semipúblicos de la CAM y, la contribución a estas dosis por parte de cada tipo de exploración.

Tabla XVII. Valores estimados de dosis equivalente efectiva y dosis efectiva por tipos de estudio de la muestra. Dosis colectiva (equivalente efectiva y efectiva)				
TIPO DE ESTUDIO	H <sub>E</sub> (mSv)	E (mSv)	DOSIS COLECTIVA (persona Sv)	
			EQUIV. EFECTIVA	EFECTIVA
CRANEO	2.19	1.12	111.2 (16.8%)	56.9 (11.4%)
TORAX	8.21	6.07	97.9 (14.8%)	72.4 (14.4%)
ABDOMEN	11.3	8.61	136.4 (20.6%)	103.8 (20.7%)
HIGADO	9.15	6.44	34.5 (5.2%)	24.3 (4.8%)
TOR-ABD	17.7	14.2	100.9 (15.2%)	81.1 (16.2%)
PELVIS	7.32	6.34	53.1 (8.0%)	46.0 (9.2%)
ABD-PEL	14.1	13.6	52.9 (8.0%)	50.9 (10.2%)
TOR-ABD-PEL	16.0	14.4	20.7 (3.1%)	18.7 (3.7%)
C.LUMB	2.82	2.09	35.9 (5.4%)	26.6 (5.3%)
C.CERV	1.72	2.55	9.1 (1.4%)	13.5 (2.7%)
OIDO	1.1	0.59	2.6 (0.4%)	1.4 (0.3%)
OTROS	2.6	1.85	8.0 (1.2%)	5.6 (1.1%)
TOTAL	5.53*	4.18*	663	501

\* Valor promedio para todos los estudios

La exploración de abdomen es la que más contribuye a la dosis colectiva, tanto DEC (20,7 %) como DEEC (20,6 %); en segundo lugar para dosis efectiva colectiva se encuentra la exploración de tórax-abdomen (16,2 %), exploración de frecuencia media pero con un alto valor de dosis efectiva; el segundo lugar para DEEC lo ocupa la exploración de cráneo. También tienen valores altos de DEEC, las exploraciones de tórax-abdomen y tórax y, de DEC, las de tórax y cráneo. La exploración que menos contribuye a la dosis colectiva, es la de oído, a la DEC con un 1,1 %, y a DEEC con un 1,2 % .

Para completar y resumir la información relativa a valores de dosis por estudio, se presentan en la Tabla XVII: la dosis equivalente efectiva media para cada tipo de estudio, la dosis efectiva media para cada tipo de estudio, y los valores promedio por examen de dosis efectiva (4,18 mSv) y dosis equivalente efectiva (5,5 mSv). La contribución de la TC a la dosis efectiva colectiva anual en el conjunto de los centros públicos y semipúblicos de la CAM es aproximadamente 500 pers·Sv, de los cuales a cada equipo le correspondería una dosis colectiva de 20 pers·Sv. En términos de dosis equivalente efectiva colectiva, el valor anual es de 663 pers·Sv. Como se verá más adelante las incertidumbres en los valores de dosis efectiva colectiva se han estimado en el 18 %.

La contribución de los exámenes de TC a la dosis colectiva representaría aproximadamente el 11 % de la contribución total del radiodiagnóstico en los centros públicos y semipúblicos de la CAM (Vañó y col., 1991), mientras que su contribución al número de estudios es de sólo el 3,7 %.

En la Fig. B12 se han representado en forma de diagrama circular la frecuencia y la contribución a la dosis efectiva colectiva de cada tipo de exploración.

#### 4.6.4. CONSIDERACIONES SOBRE LAS ESTIMACIONES DE DOSIS

##### 1. Angulación

Un aspecto importante en la valoración de los resultados obtenidos para las dosis consiste en que, en aquellos estudios en los que los cortes se realizan con muy poca angulación con respecto a la normal al eje de la carcasa, las estimaciones de dosis son mucho más aproximadas que en otros, como en los estudios de columna lumbar, en los que la angulación de los cortes es mayor. Esto se debe a la forma en que se simulan los cortes sobre el maniquí matemático para obtener los coeficientes de conversión de Monte Carlo (Jones y Shrimpton, 1991). Por ello, el grado de aproximación en la estimación es variable, aunque mantenido en todos los casos dentro de límites admisibles, si se comparan con medidas sobre maniquíes antropomórficos.

##### 2. Radiografía digital localizada

En la mayoría de las exploraciones se efectúa previamente una radiografía digital localizada ("escanograma"). Ésta se lleva a cabo irradiando al paciente con el haz de rayos X estático a medida que se va desplazando la camilla, obteniéndose una imagen similar a la de una radiografía convencional, pero empleando haces menos intensos. La proyección lateral se emplea en las exploraciones de cráneo y columna y, la anteroposterior, en las exploraciones de tronco. El campo expuesto en el "escanograma" suele ser algo mayor que el que van a cubrir los cortes.

Los valores de dosis debidos al "escanograma" se sitúan entre el 1% y el 2% del conjunto de la exploración, por ello y, aunque esta contribución no ha sido incluida en los resultados, las diferencias en las estimaciones de dosis son poco apreciables.

### 3. Dosis en esófago

Entre los factores de Monte Carlo utilizados (Jones y Shrimpton, 1991), los autores no incluyen los correspondientes al esófago. Por ello, en las tablas de dosis (B1 a B11 y C1 a C63) no aparecen las correspondientes a dicho órgano.

Como se explicó en el apartado 3.5.5., la contribución del esófago a la dosis efectiva solamente ha sido tenida en consideración en aquellas exploraciones en que el esófago recibe dosis importantes por ser irradiado total o parcialmente, como es el caso de los estudios de tórax, tórax-abdomen, tórax-abdomen-pelvis y columna cervical. Las infravaloraciones en la dosis efectiva, por la no inclusión de la dosis en esófago en el resto de las exploraciones, no superan en ningún caso el 1 %.

### 4. Incertidumbres inherentes al empleo del método de Monte Carlo y maniqués matemáticos

El método de Monte Carlo, al estar basado en distribuciones de probabilidad, puede originar errores en los factores de conversión de dosis en órganos, pero estos no superan el 5% (Shrimpton y col., 1991b).

Los desplazamientos laterales del paciente respecto al eje pueden producir errores en las dosis en órganos y dosis efectiva. Los desplazamientos de 1 cm en un órgano como el útero dan errores menores al 3% (Panzer y col, 1989b). Los desplazamientos mayores son poco probables pero, incluso desplazamientos de 5 cm, sólo dan errores en la dosis efectiva del 7% en exploraciones del tronco y del 9% en las del cráneo (Jones y Shrimpton 1991). Los desplazamientos de 5 cm en la dirección del eje sí podrían dar lugar a errores mayores, pudiendo llegar al 15% en exploraciones de cráneo (Jones y Shrimpton 1991); de ahí, la necesidad de la exacta localización de la zona irradiada. Las variaciones en el tamaño de los órganos de unos individuos a otros pueden dar errores del 7%, en las dosis estimadas en

ellos (Panzer y col, 1989b).

## 5. Incertidumbres en la estimación de dosis efectiva media

La incertidumbre asociada con el valor medio de dosis efectiva se ha estimado componiendo cuadráticamente los errores que intervienen en el proceso de estimación y que tienen los siguientes orígenes: la determinación del CTDI (inferiores al 10 %); inherentes al empleo del método de Monte Carlo y maniqués matemáticos (entre el 5% y el 9 %); la aproximación lineal en la estimación de dosis en órganos mediante el factor de empaquetamiento (3 %) (ver apartado 3.5.2.); el muestreo de pacientes (entre el 4 % y el 11 %). Los valores de incertidumbre estimados varían entre un 10 % para la mayoría de tipos de estudio y un 15 % para el estudio de hígado.

Para la dosis equivalente efectiva, los valores de las incertidumbres para cada tipo de estudio son similares, aunque sistemáticamente superiores dado que se han estimado a partir de valores promedio de dosis en órganos.

## 6. Incertidumbres en la estimación de dosis colectiva

La incertidumbre global en el cálculo de las magnitudes colectivas proviene de las incertidumbres asociadas a la dosis efectiva, y las debidas a la estimación de las frecuencias de los distintos tipos de estudios, inferior al 5 % para la mayoría de ellos, pero en algunos casos como en la exploración de pelvis pueden llegar al 15 %. Con lo cual, componiendo cuadráticamente estos errores se estima que el valor de las incertidumbres para las dosis colectivas está en el 18%.

#### 4.7. LA PRÁCTICA DE LA TC EN LA CAM FRENTE A OTROS PAÍSES

En la Tabla XVIII se comparan los valores de dosis equivalente efectiva para exploraciones con denominaciones comunes en la CAM y el Reino Unido (Shrimpton y col., 1991b), así como la frecuencia de las exploraciones y su contribución a la dosis colectiva.

Tabla XVIII. Frecuencias y valores estimados de dosis equivalente efectiva por tipos de estudios y su contribución a la dosis colectiva. Comparados con los valores obtenidos por Shrimpton y col. en el Reino Unido (1991b)						
TIPO DE ESTUDIO	FRECUENCIA RELATIVA (%)		$H_E$ (mSv)		CONTRIBUCIÓN A LA DOSIS COLECTIVA (%)	
	RU	CAM	RU	CAM	RU	CAM
CRÁNEO	34.9	42.3	3.49	2.19	23.0	16.8
TÓRAX	7.9	9.9	9.13	8.21	13.7	14.8
ABDOMEN	11.6	10.1	8.82	11.3	19.3	20.6
HÍGADO	3.5	3.1	10.2	9.15	6.8	5.2
PELVIS	5.6	6.1	9.38	7.32	9.9	8.0
C.LUMB	7.0	10.6	5.98	2.82	7.9	5.4
C.CERV	1.8	4.4	1.94	1.72	0.7	1.4
OÍDO	2.2	2.0	0.43	1.1	0.2	0.4
Valores medios de $H_E$						
(mSv)			5.29	5.53		
Dosis equivalente efectiva colectiva						
(pers. Sv)					4500	660

Las frecuencias de los distintos tipos de estudios en los centros públicos y semipúblicos de la CAM son parecidas a las del Reino Unido, aunque en los estudios de columna, éstas son más altas en la CAM. Los valores de dosis equivalente efectiva colectiva son superiores en el Reino Unido para todas las exploraciones, excepto para abdomen y oído. En esta última exploración nuestro valor es doble, pero hay que tener en cuenta que, bajo la denominación "oído", hemos englobado un conjunto de exploraciones en las que las dosis recibidas son mayores que para el estudio del conducto auditivo interno, al que va referido el dato británico. Los valores de dosis menores en la CAM puede estar en relación con el empleo de menores valores de mAs, como puede apreciarse en la Tabla IX (pág. 100).

Tabla XIX. Valores de dosis equivalente efectiva ( $H_E$ ) y dosis efectiva (E) para estudios comunes en la CAM, Reino Unido<sup>1</sup>, Italia<sup>2</sup> y Dinamarca<sup>3</sup>

TIPO DE ESTUDIO	$H_E$ (mSv)			E (mSv)		
	CAM	Reino Unido	Italia	CAM	Reino Unido	Dinamarca
CRÁNEO	2.19	3.49	2.86	1.12	1.80	1.85
TÓRAX	8.21	9.13	9.47	6.07	8.33	6.45
ABDOMEN	11.3	8.82	9.76	8.61	7.16	7.65
PELVIS	7.32	9.38	10.2	6.34	7.26	4.50
C. LUMBAR	2.82	5.98	6.29	2.09	3.60	5.05
C. CERVICAL	1.72	1.94	0.58	2.55	2.89	2.70
OÍDO	1.10	0.87	1.73	0.59	0.50	0.96

- (1) Shrimpton y col., 1991b.  
(2) Padovani, 1992.  
(3) Jessen y col., 1992.

En la Tabla XIX se comparan para varios tipos de exploraciones, los valores de dosis equivalente efectiva de la CAM con los correspondientes en Italia y el Reino Unido y, para dosis efectiva, con los de Dinamarca y el Reino Unido. Se han escogido estos países al ser los únicos de los que se disponen datos publicados de este tipo dentro de la Comunidad Europea. Para  $H_E$  la CAM presenta únicamente el valor más alto en la exploración de abdomen, el Reino Unido en las de cráneo y columna cervical, e Italia en el resto. En el caso de la dosis efectiva, la CAM sigue teniendo el valor más alto para la exploración de abdomen, el Reino Unido en tórax, pelvis y columna cervical, y Dinamarca en cráneo, columna lumbar y oído. Estos resultados dejan en buen lugar, desde el punto de vista de los valores de dosis, la práctica de la TC en la CAM.

En la Tabla XX se comparan algunos parámetros representativos de la práctica de la TC en la CAM, el Reino Unido, Dinamarca, Suecia y Japón. Se han elegido estos países dado que son los únicos que tienen datos publicados de este tipo. Los datos de nuestro trabajo se refieren únicamente al sector público y semipúblico, dada la ausencia de los mismos en el sector privado. Los valores representativos de la práctica en el Reino Unido proceden del trabajo realizado por Shrimpton y col. (1991a, 1991b), que es el más extenso y profundo de los realizados hasta la fecha. Dinamarca es un país con un número de habitantes y de equipos de TC muy semejante al de la CAM y, los datos que se muestran, proceden del trabajo realizado por Jessen y col. (1992), que han utilizado una estrategia muy semejante a la de los autores británicos. Los datos de Suecia proceden del trabajo de Szendro y col. (1993) que han estimado las dosis efectivas por medio de un proceso simplificado. La práctica de la TC en Japón es un ejemplo de utilización masiva de esta técnica y, los datos que se presentan, proceden del trabajo de Maruyama y col. (1992), quienes, a la vez, han tomado datos de Nishizawa y col. (1991). Los valores que se muestran en la Tabla XX corresponden a los trabajos mencionados, aunque algunos han sido calculados por nosotros a partir de los datos publicados.

Tabla XX. Algunos parámetros de la práctica de la TC en la CAM\*, Reino Unido, Dinamarca, Suecia y Japón.

PARÁMETRO	CAM	RU <sup>a</sup>	D <sup>b</sup>	S <sup>c</sup>	J <sup>d</sup>
E y (H <sub>E</sub> ) por exploración en mSv	4.18 (5.53)	3.90 (5.29)	3.45	4.18	(4.67)
E y (H <sub>E</sub> ) per caput en mSv	0.10 (0.13)	0.06 (0.08)	0.05	0.1	(0.47)
Exp./1000 h.	24	15.1	14.5	24	100
% de exp. de TC en radiodiag.	3.7	2.4	2.1		8.5
% dosis col. por exp. de TC	11.4	20	5-8	15	30.4
E y (H <sub>E</sub> ) colectiva en persona·Sv	501 (663)	3300 (4500)	250	810	(56000)
Nº anual de estudios	120000	850000	72452	194000	12·10 <sup>6</sup>
Nº de equipos	29	200	25	90	5400
Nº estudios/año por equipo	4138	4250	2898	2156	2222
Nº de equipos por 10 <sup>6</sup> habitantes	6	4	5	11	45 <sup>e</sup>

\* En centros públicos y semipúblicos

(a) Reino Unido (Shrimpton y col., 1991a y b)

(b) Dinamarca (Jessen y col., 1992)

(c) Suecia (Szendro y col., 1993)

(d) Japón (Maruyama y col., 1992)

(e) Lavaissière, 1990

Si exceptuamos el valor sueco, los valores medios de dosis equivalente efectiva y dosis efectiva por exploración más altos

(5,53 y 4,18 mSv), son los de la CAM, pero hay que tener en cuenta que, a diferencia de el resto de los autores, nosotros hemos incluido entre las exploraciones tipo, las que cubren varias regiones del tronco. Estos estudios presentan un alto valor de dosis, lo que ha contribuido a elevar la dosis media. Sí no hubiéramos tenido en cuenta la contribución en número de estudios y dosis de este tipo de exploraciones mixtas, al igual que no lo han hecho los otros países analizados, los valores medios de dosis serían de 3,21 mSv (E) y 4,47 mSv ( $H_E$ ), valores que se sitúan por debajo de los de los otros cuatro países.

Los valores medios de dosis efectiva por exploración en la CAM son coincidentes con los de Suecia, y son diferentes y ligeramente superiores a los del Reino Unido y Dinamarca. Esto puede estar en relación con la metodología empleada en el muestreo de las exploraciones realizadas a pacientes, muy semejante en nuestro trabajo y el sueco, y distinta a la utilizada por británicos y daneses.

Los valores de dosis equivalente efectiva comentados están muy por encima del valor de 1 mSv asumido por el UNSCEAR en 1988, lo que pone una vez más de manifiesto, la necesidad de este tipo de estudios.

El número de exploraciones anuales en Japón llega a alcanzar los 12 millones, siendo las cifras europeas mucho menores; lo mismo ocurre con el número de estudios por mil habitantes, que alcanza en Japón el valor 100, estando las cifras europeas cercanas a 15 estudios en el Reino Unido y Dinamarca y, coincidiendo los valores de la CAM y Suecia en 24 estudios.

El porcentaje que representan los estudios de TC dentro del conjunto del radiodiagnóstico ligeramente superior en la CAM que en los otros dos países comunitarios. Sin embargo, el porcentaje de dosis equivalente efectiva colectiva debida a la TC es mayor en el Reino Unido que en la CAM, indicando una menor contribución de la radiología convencional en aquel país.

El número de equipos por millón de habitantes es semejante en el Reino Unido, Dinamarca y la CAM, algo más alto en Suecia, y mucho mayor en Japón.

Según Rodríguez (1989), en la CAM se encuentran en funcionamiento entre 12 y 15 equipos en centros privados, dando para el conjunto de la CAM un total aproximado de 42 equipos. A partir de este dato y, estimando el número medio de estudios en los equipos en el sector privado en 2000 anuales. El número de equipos por millón de habitantes se elevaría a 8, y el número anual de estudios a 146000, siendo 29 el número de exploraciones por 1000 habitantes. Estas exploraciones, implicarían una dosis colectiva de 606 pers.Sv (DEC) y 807 pers.Sv (DEEC), resultando una dosis "per caput" de 0,12 mSv (E) y 0,16 mSv (H<sub>E</sub>).

#### 4.8. VALORES DE DOSIS EN TC FRENTE A RADIOLOGÍA CONVENCIONAL

En la Tabla XXI se comparan los valores de dosis equivalente efectiva de algunas exploraciones de TC con los valores de las correspondientes de radiología convencional (Vañó y col., 1991), de las que se dispone de datos en la CAM.

Como puede apreciarse, las dosis en TC son mucho mayores, pero en distinta cuantía de una a otra exploración: de 3 veces superior en la exploración de pelvis, a 28 en la de tórax, mientras que la dosis colectiva sólo representa, por ahora, el 11%. Este balance negativo hacia la TC no nos debe hacer olvidar su mayor superioridad diagnóstica.

ESTUDIO	TC	Rx conv.	Razón
CRÁNEO	2.19	0.14	15.6
TÓRAX	8.21	0.29	28.3
ABDOMEN	11.3	1.17	9.66
PELVIS	7.32	2.02	3.62
$H_E$ COLECTIVA	663	5830	0.11

Algunos autores (Panzer y col., 1989a) sugieren que la dosis en una exploración de radiología convencional es igual a la dosis de un corte de TC en la misma región anatómica. Esto es cierto para la exploración de cráneo en la que la dosis equivalente efectiva correspondiente a un corte de tipo medio (0,16 mSv), es muy próxima a la recibida en una radiografía convencional (0,14 mSv); es aproximado para la exploración de tórax, 0,38 mSv en un corte de TC y 0,29 mSv en convencional; pero se aleja de la

verdad en las exploraciones de abdomen y pelvis, en las que las dosis en radiología convencional son el doble para abdomen y el cuádruple para pelvis.

#### 4.9. ANÁLISIS DE DOSIS POR EQUIPOS

En las Tablas C1 a C63 se indican los valores de frecuencias, parámetros de operación, dosis efectiva y en órganos obtenidas por tipo de examen y equipo. Se exceptúa el equipo número 10 por sus condiciones concretas de utilización como equipo complementario en el centro en que está ubicado. Los resultados que se presentan y analizan, son los mismos que se entregaron a los responsables de los equipos tras el muestreo en cada centro. Por ello, no se ha incluido la contribución de dosis en esófago en el cálculo de dosis efectiva.

En la Tabla XXII se han indicado los valores mínimo y máximo de las dosis efectivas medias obtenida para cada tipo de estudio en las diferentes salas. Como puede verse, la relación entre ambos valores es relativamente importante para algunos estudios como tórax, oído y columna lumbar.

Se dan los valores medios máximos de dosis efectiva para las exploraciones de pelvis, abdomen-pelvis, hígado y tórax-abdomen-pelvis, en el equipo número 8; para la exploración de tórax, cráneo, y tórax-abdomen, en el equipo número 5; para abdomen y columna cervical en el equipo número 6 y, para columna lumbar y oído, en el 12, mientras que los valores medios mínimos de dosis efectiva aparecen en el equipo 11 para las exploraciones de tórax, hígado y abdomen-pelvis, en el 9 para columna cervical y oído, en el equipo número 3 para abdomen y pelvis, en el número 1 para columna lumbar y tórax-abdomen-pelvis, en el 4 para cráneo y, finalmente, en el 7 para tórax-abdomen.

Como se puede advertir, los equipos 8 y 5 son los responsables de la mayoría de los valores más altos de dosis efectiva media, coincidiendo, además, en que son el mismo modelo (General Electric SYTEC 3000). Este equipo presenta el mayor valor de CDTIn medio (0,375 mGy/mAs), debido muy probablemente a que tiene la distancia foco eje más corta (junto con el GE CT

MAX). Además, en estos dos equipos concurren otras circunstancias que contribuyen a que los valores de dosis sean altos. Estas circunstancias son distintas para cada uno de los equipos; así, el equipo número 8, aunque utiliza valores de mAs por debajo de la media para todas las exploraciones, emplea también para todas las exploraciones un número de cortes superior a la media. En el equipo 5 el número de cortes es inferior a la media en todos los tipos de exploración, pero los mAs son superiores a la media en todas las exploraciones.

Tabla XXII. Valores extremos de las dosis efectivas medias obtenidas en cada equipo para cada tipo de examen (mSv)			
EXAMEN	MEDIA MÍNIMA	MEDIA MÁXIMA	RAZÓN
Tórax	1.29	9.37	7.3
Cráneo	0.56	1.62	2.9
Abdomen	4.42	13.7	3.1
Pelvis	4.93	7.11	1.4
Abdomen-Pelvis	4.49	15.2	3.4
C. Lumbar	1.02	4.98	4.9
C. Cervical	0.97	2.73	2.8
Hígado	3.53	11.6	3.3
Tór-Abd-pelvis	9.91	19.3	1.9
Tórax-Abdomen	10.0	17.0	1.7
Oído	0.16	0.84	5.3

El equipo número 12, un Philips Tomoscan CX/S, presenta valores altos de dosis efectiva media en las exploraciones de columna lumbar y oído. Los valores del CTDIn de este equipo están entre los mas altos, sobre todo, en el corte fino (2 mm) que se

emplea en el estudio de oído; pero, además, los valores de mAs utilizados en las exploraciones citadas, están muy por encima de la media.

Entre los equipos que presentan los valores más bajos de dosis efectiva media, se encuentra el número 11, que presenta valores de CTDIn muy inferiores a la media, lo que es razonable ya que posee la distancia foco-eje más alta. En las exploraciones de tórax, abdomen-pelvis e hígado, el valor de mAs es bajo y el número de cortes inferior a la media. En el equipo número 1, en las exploraciones de tórax-abdomen-pelvis y columna lumbar, el número de cortes está por debajo de la media y los mAs, muy por debajo de la media en la exploración de columna lumbar. En el resto de los equipos que dan dosis bajas, las exploraciones se realizan con un número reducido de cortes y, generalmente, los mAs empleados son bajos.

En resumen, podemos decir que los equipos que presentan las mayores dosis tienen valores de CTDIn elevados en relación con distancias foco-eje pequeñas, insuficiente colimación prepaciente y falta de filtros de forma; en las exploraciones utilizan valores altos de mAs y un elevado número de cortes. Los equipos que presentan dosis bajas tienen normalmente valores de CTDIn bajos, y en las exploraciones realizadas con ellos, los mAs y el número de cortes son moderados.

Las causas por las que se dan los valores extremos de dosis son de diversa índole. En ciertos casos los valores de mAs utilizados para la obtención de imagen son algo altos, aunque sean recomendados por el fabricante, dadas las características de los índices de dosis de TC medidos para esos equipos. En otras, parece ser que los procedimientos seguidos para la realización de algunos exámenes dan lugar a irradiaciones comparativamente altas en algunos órganos, lo cual puede estar relacionado con la sistemática seguida al seleccionar los cortes. Ante las altas dosis recibidas por los pacientes en los estudios de TC, y la importante relación de éstas con el número de cortes, es muy recomendable que todas las exploraciones sean realizadas,

o al menos diseñadas o supervisadas, por radiólogos. Esta recomendación también ha sido puesta de manifiesto en un informe conjunto del NRPB y el colegio de radiólogos en el Reino Unido (NRPB, 1990).

Finalmente, resaltar una vez más que, con los resultados aquí alcanzados, puede establecerse una primera pauta de comparación para la práctica de TC en la CAM, a la espera de que mejoras técnicas y de garantía de calidad puedan servir para bajar las dosis que recibe la población debida a esta modalidad diagnóstica.

#### 4.10. TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA Y RESONANCIA MAGNÉTICA

Hace pocos años ha aparecido en el campo del diagnóstico por la imagen una nueva técnica, la resonancia magnética nuclear (RMN), que no utiliza radiaciones ionizantes y cuyo campo de aplicación es muy semejante al de la TC. Molyneux (1991) opina que dos tercios de los estudios que hoy se realizan con TC podrían hacerse con RMN, lo que disminuiría en dicha proporción los valores de dosis colectiva de los que es responsable la práctica de la TC. En 1991 en el conjunto de los centros administrados por el INSALUD en la CAM, el total de estudios anuales en equipos de CT fue de 78.854, mientras que en RMN fue de 5.404 (DGINS, 1992), lo que representa el 6,9 %, como vemos esta proporción es por ahora la décima parte de los dos tercios que propone Molyneux. Aunque sobre este tema existe actualmente una fuerte polemica.

#### 4.11. CONTROL DE CALIDAD, ANTIGÜEDAD Y ACTIVIDAD DE LOS EQUIPOS

##### 4.11.1. Verificación, garantía o control de calidad

En cuanto a los resultados obtenidos en la encuesta sobre tareas de control de calidad, se ha comprobado que la participación del personal de los centros en las mismas es muy escasa, obteniéndose respuesta afirmativa únicamente en uno de los centros (por parte del servicio de protección radiológica y de manera poco sistemática), quedando tal tarea reducida a las acciones de los técnicos del servicio de mantenimiento. Algo semejante ocurre en Portugal y Dinamarca (Carvalho y col., 1993), en estos países las tareas de control de calidad las realizan en el 97 % y 90 % de los casos respectivamente los técnicos de las casas fabricantes en contrato de mantenimiento. En el Reino unido el 85 % de los equipos tienen un contrato de mantenimiento y en el 15% restante el contrato es parcial (Shrimpton y col., 1991a); y el personal de los centros realiza algún tipo de tarea de control de calidad en el 40 % de los casos (Shrimpton, 1992).

Para los controles clásicos (IPSM, 1981) - actualmente en revisión (Shrimpton, 1992) - de reproductibilidad y uniformidad (de periodicidad mensual), escala de contraste (semestral), resolución (anual), y alineamiento (si es necesario), algunos autores (Carvalho y col., 1993) opinan que son suficientes los controles mensuales que realizan los técnicos de las casas fabricantes en cumplimiento de los contratos de mantenimiento. Pero otros controles como el de ruido (desviación estándar de los números CT) deben ser diarios (IPSM, 1981), (Carvalho y col., 1993), y por tanto deben ser realizados por el personal del centro.

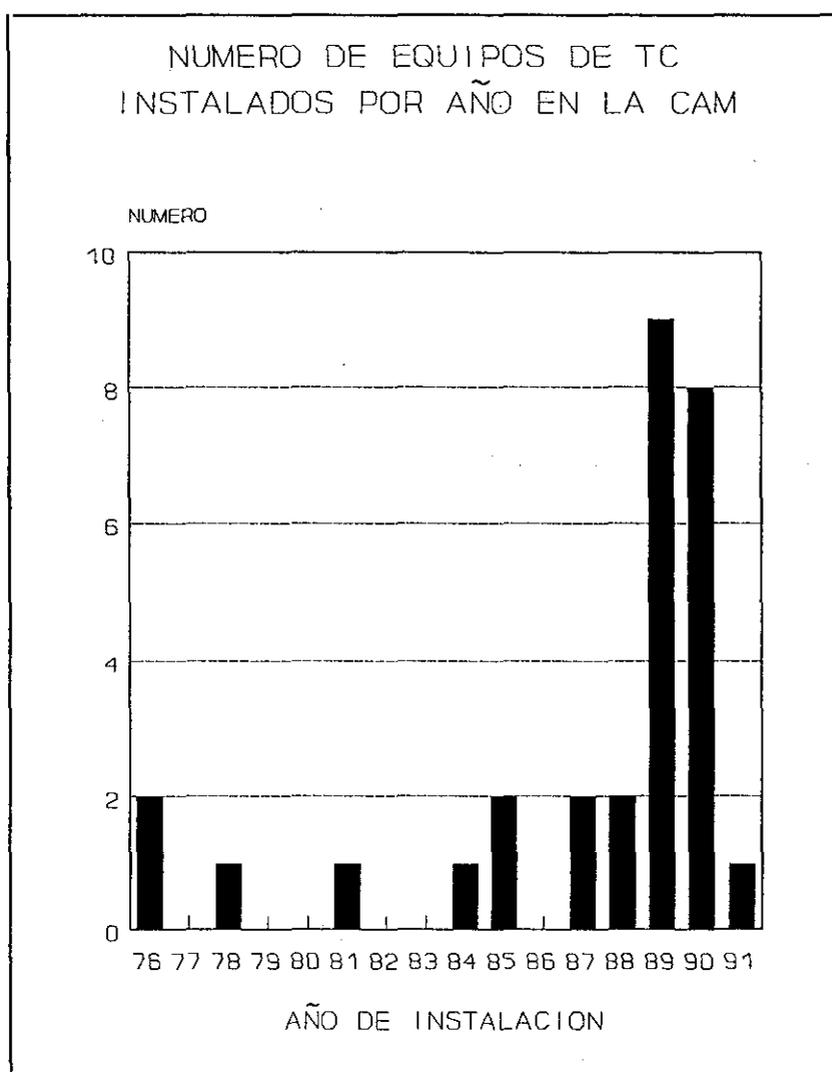


Figura 8

#### 4.11.2. Antigüedad y actividad de los equipos

No tenemos datos del índice de repetición de estudios, por mala técnica, fallo del equipo, etc.. Pero si se puede decir, que en las ocasiones en que la toma de datos de exploraciones de pacientes, se efectuó durante la realización de éstas (unas 150 exploraciones), en ningún caso tuvo que ser repetido el estudio. Shrimpton y col., (1991a) informan de un índice de repetición del 4% de los estudios de TC realizados en el Reino Unido, y según Mc Crohan y col. (1986) este índice llegaba a mediados de

los 80 en Estados Unidos al 13,4 %.

La media de edad de los 29 equipos de los centros públicos y semipúblicos de la CAM es de 3,9 años, los dos equipos más antiguos fueron instalados en 1976, de los cuales uno ya ha sido desmantelado, mientras que el 60 % de los equipos fueron instalados entre los años 1988 y 1989 (Fig. 8), después de esos años se ha detenido el crecimiento del número de equipos, y únicamente ha habido un nuevo equipo instalado en 1991.

En los equipos instalados en centros dependientes de INSALUD, el número medio de horas de trabajo al día es de 17,4 h., el número máximo es de 21,8 horas/día, y el mínimo de 8,1.

#### 4.12. RECOMENDACIONES

A la luz de los resultados del trabajo, nos parece oportuno exponer las siguientes recomendaciones:

a) Dado el riesgo cataratogénico de las altas dosis recibidas en cristalino en exploraciones de cráneo y oído (superiores en ocasiones a 200 mGy y 150 mGy respectivamente), es conveniente utilizar procedimientos de irradiación que puedan atenuar en lo posible este problema, sobre todo cuando se den una serie de circunstancias, como paciente joven, previsión de muchos cortes, etc. Estas técnicas podrían consistir en la angulación de los cortes para evitar la irradiación directa del cristalino.

b) Es importante que exista una buena limitación del campo a explorar, ya que de lo contrario, las dosis en órganos marginales aumentan sin obtener ningún beneficio diagnóstico. Un ejemplo importante lo constituyen las altas dosis en testículo por la mala limitación del campo en las exploraciones de la pelvis. Si la exploración se realiza correctamente, las dosis recibidas son inferiores a 2 mGy, mientras que en nuestro estudio se han constatado en algunos casos dosis superiores a los 26 mGy.

c) El valor medio de dosis en útero en exploraciones en que se irradia la pelvis es superior a 20 mGy. Ante la sospecha de que una mujer embarazada ha recibido una dosis importante en útero, en función de los valores típicos de dosis correspondientes a un determinado equipo y exploración, es aconsejable realizar un cálculo individualizado y preciso de la dosis, a efectos de facilitar a la paciente el correspondiente consejo eugenésico.

d) Ante las altas dosis recibidas por los pacientes en los estudios de TC y la importante relación de éstas con el número, grosor, espaciado y localización de los cortes, se considera recomendable que todas las exploraciones sean realizadas, o al menos diseñadas o supervisadas, por radiólogos.

e) Siempre que fuera posible debería hacerse un espaciamiento de los cortes, y utilizar valores bajos de mAs.

f) Desde el punto de vista de protección radiológica se considera buena práctica la anulación, durante la realización del estudio, de una serie de cortes que habían sido proyectados, pero se consideran innecesarios a la vista de la información obtenida hasta ese momento.

g) Sería conveniente dedicar una mayor atención por parte del personal de los centros a las tareas de garantía de calidad. La reciente aparición del "Protocolo español sobre los aspectos técnicos del control de calidad en radiodiagnóstico" (SEFM-SEPR, 1993), puede facilitar el acercamiento a dichas tareas.

h) Aunque no se pueden fijar límites de dosis a los pacientes en estudios de TC, las dosis recibidas deben ser lo más bajas posibles y se deben hacer esfuerzos por no superar ciertos valores de dosis, que podrían corresponderse con los valores del percentil 75 obtenidos para las distintas exploraciones.

## **5. CONCLUSIONES**

## 5. CONCLUSIONES

1) La antigüedad media de los 29 equipos que se encontraban en funcionamiento en 1991, en centros públicos y semipúblicos de la CAM, era de 3,9 años y la mediana 2,5 años. Los dos equipos más antiguos fueron instalados en 1976 y el 60 % de los equipos han sido instalados entre los años 1988 y 1989.

2) El número total de estudios realizados con dichos equipos durante 1991 se ha estimado en 120.000, lo que supone una media aproximada de 4.000 estudios por equipo, y 24 estudios por mil habitantes. El número de estudios de TC constituye el 3,7 % del total en radiodiagnóstico.

3) Se han clasificado los estudios de TC por tipos y estimado las frecuencias de los mismos, resultando ser el de cráneo el más frecuente con el 42,3 % del total; los estudios de columna lumbar representan el 10,6 %; los de abdomen el 10,1 %; los de tórax el 9,9 %; y los de pelvis el 6,1 %.

4) La distribución por edades de los pacientes sometidos a exploraciones de TC, presenta un marcado sesgo hacia edades altas, con un máximo en la década de los 60 años. El 63% de los pacientes está por encima de los 44 años y el 30% por encima de los 64. Este sesgo implica que el riesgo por unidad de dosis para este grupo de pacientes es menor que para la población general, dada su menor esperanza de vida, y por tanto la menor probabilidad de aparición de efectos tardíos debidos a radiación.

5) En la distribución general por sexos, los hombres tienen un ligero predominio (55,2 %) frente a las mujeres (44,8 %). Por tipos de exploración, existe un predominio claro de los hombres

en las exploraciones de columna cervical (72,6 %), y de tórax (63,3 %) En el resto de las exploraciones, los porcentajes de hombres y mujeres son similares, siendo ligeramente mayor la frecuencia para los hombres en la mayoría de ellas.

6) se ha comprobado que la participación del personal de los centros en las tareas de control de calidad es muy escasa, realizándose únicamente en uno de los centros y de manera poco sistemática, quedando tal tarea reducida a las acciones de los técnicos del servicio de mantenimiento.

7) Los valores típicos del índice de dosis de TC normalizado ( $CTDI_n$ ), calculados para los 52 perfiles de dosis medidos en los 12 equipos de la muestra, están relativamente próximos al valor de la mediana (0,183 mGy/mAs) excepto algunos excesivamente altos. Las variaciones en el  $CTDI_n$  están relacionadas con diferencias en el diseño de los equipos.

8) Se ha constatado que el valor del  $CTDI_n$  disminuye al aumentar la distancia foco-eje y al aumentar la anchura nominal de corte. La causa de esta última variación radica en la dificultad que presentan algunos equipos para conseguir valores bajos de colimación prepaciente en cortes finos.

9) El factor de aumento ( $f_e$ ), presenta valores típicos superiores a la unidad, y algunos excesivamente altos para cortes finos, por una insuficiente colimación prepaciente. Esto se traduce en valores altos de dosis en las exploraciones que utilizan cortes finos.

10) La mayor parte de los equipos muestreados operan con una tensión de tubo de 120 kVp. Los que no operan a esa tensión lo

hacen en el intervalo 125 - 140 kVp.

11) En general los valores medios de miliamperaje • segundo empleados, son inferiores a los recomendados por los fabricantes. De aquéllos, los más altos corresponden a las exploraciones de columna lumbar y de oído, que a su vez son los estudios en los que se emplea un espesor de corte menor.

12) El desplazamiento de la camilla es mayor en exploraciones que cubren zonas más amplias. El número total de cortes, en general, aumenta con el tamaño de la zona a explorar y también con la complejidad de cada exploración particular.

13) Una porción importante de las exploraciones (48 %) se realiza con varias series y más de la mitad de éstas (54 %) precisan coordenadas numéricas para la definición de la zona irradiada. Esto da idea de la complejidad de los estudios de TC y hace difícil su reducción a exploraciones estándar, es decir, de una sola serie y localización anatómica fija. Esta complejidad debe tenerse en cuenta a la hora de realizar el diseño metodológico para la realización de estudios dosimétricos en exámenes de TC.

14) Los órganos que reciben las dosis medias más altas son: cristalino en la exploración de oído (41 mGy); tiroides en la de columna cervical (35 mGy); riñón en las de abdomen (35 mGy), abdomen-pelvis (31 mGy) y tórax-abdomen (30 mGy); vesícula en la de abdomen (33 mGy) y abdomen-pelvis (30 mGy); y suprarrenales en la de tórax-abdomen (30 mGy),

15) Las diferencias de dosis para distintos pacientes, en un mismo órgano y en un determinado tipo de exploración, son más notables para los órganos que se encuentran en el límite del

campo irradiado, como testículos en las exploraciones que afectan a la pelvis, cristalino en cráneo, etc.

16) Los valores medios de dosis efectiva para los tipos de estudio más frecuentes son: 8,61 mSv en el de abdomen; 6,44 mSv en el de hígado; 6,34 mSv en el de pelvis y 6,07 mSv en el de tórax; 2,55 mSv en el de columna cervical; 2,09 en el de columna lumbar y 1,12 mSv en el de cráneo.

17) Los valores medios de dosis efectiva más altos se dan en los estudios en los que se irradia un mayor volumen corporal. Los valores medios obtenidos son: exploración de tórax-abdomen-pelvis (14,4 mSv), tórax-abdomen (14,2 mSv); y abdomen-pelvis, con 13,6 mSv. El menor valor de dosis efectiva corresponde a la exploración de oído, con 0,59 mSv.

18) Las distribuciones de valores de dosis efectiva presentan una gran dispersión. El valor medio de dosis efectiva está entre la mediana y el percentil 75 para todos los estudios y más próximo a la mediana que al tercer cuartil excepto en cráneo.

19) El valor promedio de dosis efectiva por examen de TC en los centros públicos y semipúblicos de la CAM en 1991 es  $4,2 \pm 0,3$  mSv, y el de la dosis equivalente efectiva de  $5,5 \pm 0,4$  mSv.

20) Se ha comprobado que los valores de dosis efectiva dependen para cada tipo de estudio, de manera general, y por orden de importancia, del  $CTDI_n$ , del producto del número de cortes por la anchura de corte, y de los mAs.

21) Los valores de dosis efectiva media normalizados por mAs y mm irradiado, varían entre 0,023  $\mu\text{Sv}/\text{mm}\cdot\text{mAs}$  en la exploración de cráneo, y 0,135  $\mu\text{Sv}/\text{mm}\cdot\text{mAs}$  en la de abdomen-pelvis. Estos valores de dosis efectiva normalizada pueden utilizarse como método simplificado de estimación de dosis efectiva a pacientes concretos.

22) Las dosis más altas, con independencia del tipo de estudio, se dan para equipos con valores de  $\text{CTDI}_n$  elevados, en los cuales se utilizan además valores altos de mAs y un elevado número de cortes. Las dosis más bajas se presentan normalmente en equipos con valores bajos de  $\text{CTDI}_n$ , y con valores de mAs y número de cortes moderados.

23) La contribución de la TC a la dosis efectiva colectiva (DEC) anual en los centros públicos y semipúblicos de la CAM es  $501 \pm 90 \text{ pers}\cdot\text{Sv}$ , de la cual a cada equipo le corresponde aproximadamente una dosis colectiva media de  $20 \text{ pers}\cdot\text{Sv}$ . El valor estimado para la dosis equivalente efectiva colectiva (DEEC) es de  $663 \pm 119 \text{ pers}\cdot\text{Sv}$ . Los exámenes de TC representan aproximadamente el 11 % de la dosis colectiva en el total del radiodiagnóstico en la CAM. La exploración de abdomen es la que más contribuye a la dosis colectiva, tanto DEC (20,8 %) como DEEC (20,6 %).

## **6. BIBLIOGRAFIA**

## 6. BIBLIOGRAFÍA

AAPM (American Association of Physicists in Medicine), "Specification and acceptance testing of computed tomography scanners", AAPM Report 39, New York 10017 (1993).

Beck, J.W., Dunn, W.L. and O'Foghludha, F., "A Monte Carlo model for absorbed dose calculations in computed tomography". Medical Physics, 10, 314 (1983)

Calzado, A., Vañó, E., Morán, P., Castellote, C., Ruiz Sanz, S. and González, L., "Estimation of doses to patients from 'complex' conventional X-ray examinations", The British Journal of Radiology. 64, 539-546 (1991).

Calzado, A., Vañó, E., Morán, P., González, L. and Ruiz Sanz, S., "Improvements in the estimation of doses to patients from 'complex' conventional X-ray examinations", Radiation Protection Dosimetry, 43, No. 1/4 pp. 201-204 (1992a).

Calzado, A., Ruiz Sanz, S. y Melchor, M., "Estudio dosimétrico de los exámenes diagnósticos con tomografía computerizada en la Comunidad Autónoma de Madrid 1991", Física Médica, Departamento de Radiología, Facultad de Medicina, UCM (1992b).

Calzado, A., Ruiz, S., Melchor, M. and Marco, M., "Doses to patients from Computed Tomography examinations in the area of Madrid". AMPI Medical Physics Bulletin. 17, 4, 48-51 (1992c).

Calzado, A., Ruiz Sanz, S. and Melchor, M., "Estimation of the

collective effective dose contribution from computed tomography in the Autonomous Community of Madrid in 1991", Libro de Comunicaciones del Congreso Europeo de Física Médica "Medical Physics'93", Vol. 1, pp. 115- 118. Tenerife (1993a).

Calzado, A., Marco, M., Ruiz Sanz, S. and Melchor, M., "Dosimetric measurements in computed tomography scanners", Libro de Comunicaciones del Congreso Europeo de Física Médica "Medical Physics'93", Vol. 1 pp. 111-114. Tenerife (1993b).

Calzado, A., Ruiz, S., Melchor, M. and Vañó, E., "A comparison of measured and calculated organ doses from CT examinations". Proceedings of the Workshop: Data analysis in quality control and radiation protection of the patient in diagnostic radiology and nuclear medicine. Grado (Italy). September - October (1993c).

Cameron, J.R., Zimmerman, D.W., Kenney, G., Buch, R., Bland, R., and Giant, R., "Thermoluminescent Radiation Dosimetry Utilizing Lithium Fluoride", Health Physics, 10, 25-29 (1964).

Cameron, J.R., Zimmerman, D.W. and Bland, R., Proc. of International Conference on Luminescence Dosimetry, Stanford. Ed. F.H. Attix et al. (Springfield, USA) (1965).

Cameron, J.R., Suntharalingam, N. and Kenney, G.N., "Thermoluminescent Dosimetry", Madison, USA, The University of Wisconsin Press (1968).

Carvalho, A.F., Oliveira, A., Alves, J., Carreiro, J.V., Jensen, L.C. and Jessen, K.A., "Quality Control in Computed Tomography Performed in Portugal and Denmark", Abstract from Workshop: Data analysis in quality control and radiation protection of the

patient in diagnostic radiology and nuclear medicine. Grado (Italy). September - October (1993).

CCE (Conseil des Communautés Européennes), "Directive du Conseil 84/466/EURATOM", Journal Officiel des Communautés Européennes, 27, L265, 3 septembre (1984).

CEC (Commission of the European Communities), "Radiation Protection Research Programme, Final Report 1980-1984". Brussels (1987).

CEC (Commission of the European Communities), "Quality criteria for diagnostic radiographic images and patient exposure trial", Maccia, C., Moores, B.M., Nahrstedt, U., Padovani, R. and Wall B.F., Radiation Protection Programme, Report EUR/12952 (XII/268/90) (1990).

CEC (Commission of the European Communities), "Radiation Protection Research Programme, Final Report 1985-1989", Luxembourg, CEC EUR 13268 (1991).

CECM (Consejería de Economía, Comunidad de Madrid), "Resultados provisionales de los censos de población y vivienda de 1991 de la Comunidad de Madrid de acuerdo a la zonificación de salud" (1992).

Christensen, J.J., Jensen, L.C., Jessen, K.A., Jorgensen, J., Petersen, J. and Sorensen, E.W., "Dosimetric investigations in computed tomography". Radiation Protection Dosimetry, 43, No. 1/4 pp. 233-236 (1992).

Contento, G., Malisan, M.R., Padovani, R., Maccia, C., Wall, B. and Shrimpton, P., "A comparison of diagnostic radiology practice and patient exposure in Britain, France and Italy", *The British Journal of Radiology*, 61, 143-152 (1988).

Cristy, M., "Mathematical phantoms representing children of various ages for use in estimates of internal dose". Oak Ridge National Laboratory, Tennessee. NUREG/CR-1159, ORNL/NUREG/TM-367 (1980).

Cristy, M., "Active bone marrow distribution as a function of age in humans". *Physics in Medicine & Biology*, 26, 389-400 (1981).

Curry III, T.S., Dowdey, J.E. and Murry, M.R., "Christensen's Introduction to the Physics of Diagnostic Radiology", Lea and Febiger Ed. (1984).

DGINS (Dirección General del Instituto Nacional de la Salud), "Red hospitalaria propia y administrada. Tablas e indicadores de actividad 1991", Subdirección General de Asistencia Especializada, Madrid (1992).

Drexler, G., Panzer, W., Widenmann, L., Williams, G. and Zankl, M., "The calculation of dose from external photon exposures using reference human phantoms and Monte Carlo methods. Part III: Organ doses in X-ray diagnosis", GSF-Bericht S-1026 (Munich) (1985).

English, P.T., "Dose to the lens of the eye when scanning internal auditory meati", *Radiography*, 54, 43 (1988).

Evens, R.G. and Mettler, F.A., "National CT use and radiation

exposure: United States 1883", American Journal of Roentgenology, 144, 1077-1081 (1985).

Faulkner, K. and Moores, B.M., "Radiation dose and somatic risk from computed tomography". Acta Radiologica, 28, 483-488 (1987)

FDA (Food and Drug Administration), "Population exposure to X-ray U.S. 1970", DHEW Publication (FDA) 73-8046, Washington DC (1973).

FDA (Food and Drug Administration), "Diagnostic X-ray systems and their major components; Amendments to Performance Standard; Final Rule", 21 CFR Part 1020, Fed. Reg., 49, 171 (1984).

Fearon, T. and Vucich, J., "Paediatric patient exposures from CT examinations: GE CT/T 9800 scanner". American Journal of Roentgenology, 144, 805-809 (1985).

Fearon, T. and Vucich, J., "Normalized paediatric organ absorbed doses from CT examinations". American Journal of Roentgenology, 148, 171-174 (1987).

Geleijns, J., Broerse, J.J., van Unnik, J.G., Zoetelief, J., Zweers, D., "Patient Exposure and Image Quality for CT in Several Dutch Hospitals". Abstract from Workshop: Data analysis in quality control and radiation protection of the patient in diagnostic radiology and nuclear medicine. Grado (Italy). September - October (1993).

Gibbs, S.J., "Influence of organs in the ICRP's remainder on effective dose equivalent computed for diagnostic radiation

exposures", *Health Physics*, 56, 515-520 (1989).

Gómez, J. y Mas, R., "Características geográficas de la comunidad de Madrid", *Atlas de España*, Ed. Aguilar, 218-231 (1993).

Horowitz, Y.S., "The theoretical and microdosimetric basis of thermoluminescence and applications to dosimetry", *Physics in Medicine & Biology*, 26, 765-824 (1981).

Hounsfield, G.N., "Computerized transverse axial Scanning (tomography). Part I. Description of system", *The British Journal of Radiology*, 46, 1016-1022 (1973).

Huda, W., "Is energy imparted a good measure of the radiation risk associated with CT examinations?". *Physics in Medicine & Biology*, 29, 1137-1142 (1984).

Huda, W. and Sandison, G.A., "CT dosimetry and risk estimates". *Radiation Protection Dosimetry*, 12, 241-249 (1985).

Huda, W., Sandison, G.A. and Lee, T.Y., "Patient doses from computed tomography in Manitoba from 1977 to 1987", *The British Journal of Radiology*, 62, 138-144 (1989).

IAEA (International Atomic Energy Agency), "The calibration of dosimeters used in radiotherapy", Viena, IAEA, Report Series No. 185 (1979).

ICRP (International Commission on Radiological Protection), "Reference man: anatomical, physiological and metabolic

characteristics". Report of the Task Group on Reference Man. Publication 23. ICRP, 1 Oxford: Pergamon Press (1975).

ICRP (International Commission on Radiological Protection), "Recommendations of the ICRP". ICRP Publication 26, Ann. ICRP 1 (1977).

ICRP (International Commission on Radiological Protection), "Statement and recommendation of the 1980 Brighton Meeting". Publication 30. ICRP, 1 Oxford: Pergamon Press (1980).

ICRP (International Commission on Radiological Protection), "Protection of the patient in Diagnostic Radiology". ICRP Publication 34, Ann. ICRP 9, 2/3 (1982).

ICRP (International Commission on Radiological Protection), "Summary of the Current ICRP Principles for Protection of the patient in Diagnostic Radiology. A report by Committee 3 of the ICRP". ICRP, Pergamon Press (1989).

ICRP (International Commission on Radiological Protection), "Non stochastic effects of ionising radiation". ICRP Publication 41, Ann. ICRP 14, No 3 (1984).

ICRP (International Commission on Radiological Protection), "1990 Recommendations of the ICRP". ICRP Publication 60, Ann. ICRP 21 (1991).

ICRU (International Commission on Radiation Units and Measurements), "Phantoms and Computational Models in Therapy, Diagnosis and Protection". ICRU Report 48, (1992).

IPSM (Institute of Physical Sciences in Medicine), "Measurement of the performance characteristics of diagnostics X-ray systems used in medicine. Part III: Computed tomography X-ray scanners", IPSM Report 32 (1981).

Jessen, K.A., Christensen, J.J., Jorgensen, J., Petersen, J. and Sorensen, E.W., "Determination of collective effective dose equivalent due to computed tomography in Denmark in 1989". *Radiation Protection Dosimetry*, 43, No. 1/4 pp. 37-40 (1992).

Johns, H.E. and Cunningham, J.R., "The Physics of Radiology", 4<sup>th</sup> edit., Charles C Thomas Publisher (1983).

Jones, D.G. and Wall, B.F., "Organ doses from medical X-ray examinations calculated using Monte Carlo techniques". Chilton, NRPB-R186. London HMSO (1985).

Jones, D.G. and Shrimpton, P.C., "Survey of CT practice in UK. Part 3: Normalised organ doses calculated using Monte Carlo techniques". Chilton, NRPB-R250. London HMSO (1991).

Jones, K.R. and Garrett, J.H., "Patient absorbed dose for Philips Tomoscan 300 CT scanner", *The British Journal of Radiology*, 58, 365-367 (1985).

Kai, M., "Estimation of embryonic and fetal doses from accidentally released radioactive plumes", *Radiation Protection Dosimetry*, 11, 91 (1985).

Kereiakes, J.G. and Rosenstein, M., "Handbook of radiation doses in nuclear medicine and diagnostic X-ray", Chemical Rubber Co. Florida (1980).

Kramer, R., Veit, R. and Drexler, G., "Body dose conversion factors for computerized tomography". IAEA-SM-249/14 (1980).

Kramer, R., Zankl, M., Williams, G. and Drexler, G., "The calculation of dose from external photon exposures using reference human phantoms and Monte Carlo methods. Part I: The male (ADAM) and female (EVA) adult mathematical phantoms", GSF-Bericht S-885. Munchen (1982).

Kramer H.M., "European intercomparison of diagnostic dosimeters: calibration of reference dosimeter", Radiation Protection Dosimetry, 43, 75-79 (1992).

Krestel, E., (editor), "Image systems for medical diagnosis", Siemens (1990).

Lavayssière, R., "Is the MRI sun rising for Japanese vendors?", Diagn. Imag. Int., March/April, 52-54 (1990).

Le Heron, J.C., "Organ doses from CT examination. The NRPB method", Comunicación privada (1990).

Leitz, W., Szendrő, G. and Axelsson, B., "Computed Tomography Practice in Sweden - Quality Control, Techniques and Patient Dose", Abstract from Workshop: Data analysis in quality control and radiation protection of the patient in diagnostic radiology and nuclear medicine. Grado (Italy). September - October (1993).

Marco, M.L., Gonzalez, L., Delgado, V., Vañó, E. y Morán, P., "Calibración y determinación experimental de la respuesta relativa de dosímetros de FLi: Mg, Ti (TLD-100) para Cobalto 60 y rayos X de 60 kVp", Informe JEN 577 (1985).

Maruyama, T., Kumamoto, Y., Noda, Y., Iwai, K., Mase, N., J., Nishizawa, K., and Furuya, Y., "Determinations of organ or tissue doses and collective effective dose equivalent from diagnostic X ray examinations in Japan", Radiation Protection Dosimetry, 43, 213-216 (1992).

McCrohan, J.L., Patterson, J.F., Burkhart, R.L., Goldstein, H.A., Shuman, F.G. and Gagne, R.M., "Computed tomography techniques and quality assurance programs in the mid-1980s", Centres for Devices and Radiological Health, HHS Publication (FDA) 86-8258 (1986).

McCrohan, J.L., Patterson, J.F., Gagne, R.M. and Goldstein, H.A., "Average radiation doses in a standard head examination for 250 CT systems", Radiology, 163, 263-268 (1987).

McKinlay, A.F., "Thermoluminescence Dosimetry". Medical Physics Handbooks 5, Adam Hilger Ed. (1981).

Merriam, G.R. and Focht, E.F., "A clinical study of radiation cataracts and the relationship to dose", American Journal of Roentgenology, 77, 759-785 (1957).

Moström, U., Ytterbergh, C. and Bergström, K., "Eye lens dose in cranial computed tomography. With reference to the technical development of CT scanners", Acta Radiologica Diagnosis, 27, 599-606 (1986).

Molyneux, A.J., "Computed Tomography and radiation doses", *Lancet*, 337, No 8750, 1164 (1991).

NCRP (National Council on Radiation Protection and Measurements), "Exposure of the U.S. Population from diagnostic medical radiation", NCRP Report 100, Bethesda, MD (1989).

Neufang, K.F.R., Zanella, F.E. and Ewen, K., "Radiation doses to the eye lenses in computed tomography of the orbit and the petrous bone", *European Journal of Radiology*, 7, 203-205 (1987).

Nishizawa, K., Maruyama, T., Takayama, M., Okada, M., Hachiya, J. and Furuya, Y., "Determinations of organ doses and effective dose equivalents from computed tomographic examination", *The British Journal of Radiology*, 64, 20-28 (1991).

NRPB (National Radiological Protection Board), "Patient Dose Reduction in Diagnostic Radiology", Documents of the NRPB, 1 (3) (1990).

OMS (Organización Mundial de la Salud), "Criterios aplicables a las exploraciones de radiodiagnóstico". Serie de informes técnicos, Nº 689, Ginebra (1983).

Padovani, R., Contento, G. and Malisan R., "Refinements of methods for the assessment of organ doses and possible reductions of patients exposure", Commission of the European Communities, Radiation Protection Programme Progress Report 1985-89, Vol. 3 pp. 3323-3335, Luxembourg, CEC EUR 13268 (1991).

Padovani, R. and Contento, G., Private Communication (1992).

Pani, R., Ballesio, P.L., Pellegrini, R. and Soluri, A., "Organ doses in mathematical phantoms with different elemental composition of organs and tissues", *Nuclear Instruments & Methods*, A255, 360 (1987).

Panzer, W., Scheurer, C. and Zankl, M., "Dose to patients in computed tomographic examinations: results and consequences from a field study in the Federal Republic of Germany", in BIR Report 20 "Optimization of image quality and patient exposure in diagnostic radiology", pp. 185-188, B.M. Moores, B.F. Wall, H. Eriskat and H. Schibilla editors. London, BIR (1989a).

Panzer, W., and Zankl, M., "A method for estimating embryo doses resulting from computed tomographic examinations". *The British Journal of Radiology*, 62, 936-939 (1989b).

Raeside, D.E., "Monte Carlo principles and applications", *Physics in Medicine & Biology*, 21, 181-197 (1976).

Rodríguez, P., "Memoria técnica. Servicios de Radiología Diagnóstica", Ministerio de Sanidad y Consumo. Instituto Nacional de la Salud. Dirección Provincial, Madrid (1989).

Rodríguez, P., Comunicación privada (1992).

Rosenstein, M., "Handbook of selected organ doses for projections common in diagnostic radiology", US Dept. of Health, Education and Welfare, Bureau of Radiological Health, HEW Publ. (FDA) 76-8031 (1976a).

Rosenstein, M., "Organ doses in diagnostic radiology", US Dept.

of Health, Education and Welfare, Bureau of Radiological Health, HEW Publ. (FDA) 76-8030 (1976b).

Rosenstein, M., Beck, T.J. and Warner, G.G., "Handbook for selected organ doses for projections common in paediatric radiology", US Dept. of Health, Education and Welfare, Bureau of Radiological Health, HEW Publ. (FDA) 79-8079 (1979).

Sager, E.M., Skretting, A. and Lindsköld, L., "Absorbed dose resulting from a specially designed computed tomography technique for examination of the urinary bladder", *Acta Radiologica Diagnosis*, 30, 57-60 (1989).

Sant, A.D., Willians, J.L., Edyvean, S., Carden, J., Lewis, M. and Perry, B.J., "Comparison of the imaging performance of CT scanners: Issue 6", London, Department of Health, Report STD/88/36 (1989).

Seeram, E., "X-ray imaging equipment. An introduction", Charles C. Thomas Publisher (1985).

Shope, T.B., Gagne, R.M. and Johnson, G.C., "A method for describing the doses delivered by transmission x-ray computed tomography", *Medical Physics*, 8, 488-495 (1981).

Shope, T.B., Morgan, T.J., Showalter, C.K. et al., "Radiation dosimetry survey of computed tomography systems from ten manufacturers", *The British Journal of Radiology*, 55, 60-69 (1982a).

Shope, T.B., Morgan, T.J., Showalter, C.K. et al., "Radiation

dosimetry survey of computed tomography scanners from ten manufacturers", *Radiology*, 146, 288 (1982b).

Shrimpton P.C., Hart, D., Hillier, M.C., Wall, B.F., and Faulkner, K., "Survey of CT practice in the UK. Part 1: Aspects of examination frequency and quality assurance". Chilton, NRPB-R248. London HMSO (1991a).

Shrimpton P.C., Jones, D.G., Hillier, M.C., Wall, B.F., Le Heron, J.C. and Faulkner, K., "Survey of CT practice in the UK. Part 2: Dosimetric aspects". Chilton, NRPB-R249. London HMSO (1991b).

Shrimpton P.C. and Wall, B.F., "Assessment of patient dose from computed tomography", *Radiation Protection Dosimetry*, 43, 205-208 (1992).

Shrimpton P.C., "Protection of the patient in X-ray computed tomography", *Documents of the NRPB*, 3 (4) (1992).

Snyder, W.S., Fisher, H.L., Ford, M.R. and Warner, G.G., "Estimates of absorbed fractions for monoenergetic photon sources uniformly distributed in various organs of a heterogeneous phantom", *MIRDC Pamphlet No. 5, J. Nucl. Med.*, 10, Suppl. 3 (1969).

Snyder, W.S., Ford, M.R. and Warner, G.G., "Revision of MIRDC Pamphlet No. 5 entitled: Estimates of absorbed fractions for monoenergetic photon sources uniformly distributed in various organs of a heterogeneous phantom", *Health Physics, Div., Annual Prog. Rep.*, 5, ORNL-4979 (1974).

Spalteholz, W., "Atlas de anatomía humana", Tomo 3º, 7ª ed.,

Editorial Labor, Barcelona (1974).

Spokas, J.J., "Dose descriptors for computed tomography", *Medical Physics*, 9, 288-292 (1982).

Stather, J.W., Muirhead, C.R., Edwards, A.A., Harrison, J.D., Lloyd, D.C. and Wood N.R., "Health Effects Models Developed from the 1988 UNSCEAR Report", Chilton, NRPB-R226. London HMSO (1988).

Stather, J.W., "ICRP Committee II - October 1990 meeting", *Radiological Protection Bulletin No. 119* (1991).

Suntharalingam, N., Cameron, J.R., Shuttleworth, E., West, M. and Fowler, J.F., "Fading Characteristics of Thermoluminescent Lithium Fluoride", *Physics in Medicine & Biology*, 13, 97 (1968).

Szendrő, G., Axelsson, B. and Leitz, W., "Computed Tomography Practice in Sweden. Quality Control, Techniques and Patient Dose", Private Communication (1993).

Tanaka, G., Kawamuramura, H. & Nomura, E., "Reference Japanese man. II. Distribution of strontium in the skeleton and mass of Mineralized bone", *Health Physics*, 40, 601-614 (1981).

Thomasz, E., D'Alotto, V., Nollmann, C.E. and Kunst, J.K., "Determination of absorbed doses in a computerized tomography scanner", *Nuclear Instruments & Methods*, 175, 196-197 (1980).

Tweed, J.J., Davies, M.L., Faulkner, K., Rawlings, D.J. and Forster, E., "Patient dose and associated risk to radiological investigation of the internal auditory meatus", *The British*

Journal of Radiology, 64, 447-451 (1991).

UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation), "Ionizing Radiation: Sources and Biological Effects", Report to the General Assembly, United Nations. New York (1982).

UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation), "Sources, effects and risks of ionizing radiation", Report to the General Assembly, with annexes. New York (1988).

UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation), " Sources and Effects of Ionizing Radiation", UNSCEAR 1993 Report to the General Assembly with Scientific Annexes, United Nations. New York (1993).

Vañó, E., González, L., Calzado, A., et al., "Optimization of protection in medical diagnostic radiology", Commission of the European Communities, Radiation Protection Programme Progress Report 1985-89, Vol. 3, pp. 3348-3357, Luxembourg, CEC EUR 13268 (1991).

Vañó, E., González, L., Calzado, A., y col., Informe final del proyecto "Estimación de las dosis debidas al radiodiagnóstico y comparación con otras fuentes de radiación. Vol. 1: resultados y conclusiones", Comunicación privada (1992).

Veit, R., Zankl, M., Petoussi, N., Mannweiler, E., Williams, G., and Drexler, G., "Voxel Anthropomorphic Models. Part I: Construction Technique and Description of Models of an 8 Week old Baby and a 7 Year old Child", GSF-Berich 3/89. München (1989).

Williams, G., Zankl, M., Abmayr, W., Veit, R. and Drexler, G., "The calculation of dose from external photon exposures using reference and realistic human phantoms and Monte Carlo methods". *Physics in Medicine & Biology*, 31, 449-452 (1986a).

Williams, G., Schneider, K., Zankl, M., Veit, R., Mayr, B., Glass, J., Kohn, M.M., Drexler, G. and Fendel, H., "The dose to organs and tissues in children from external photon exposures calculated using Monte Carlo methods and computer tomographic three dimensional data in paediatric radiology". 23rd Congress of the European Society of Paediatric Radiology. Barcelona (1986b).

Williams, G., "Dosimetry in Computer Tomography. Part 2: Monte Carlo studies". Advanced Seminar on Diagnostic Radiology Dosimetry. Ispra, Italy (1987).

Zankl, M., Veit, R., Williams, G., Schneider, K., Fendel, H., Petoussi, N. and Drexler, G., "The construction of computer tomographic phantoms and their application in radiology and radiation protection", *Radiat. Environ. Biophys.* 27, 153 (1988).

Zankl, M., Panzer, W., and Drexler, G., "The calculation of dose from external photon exposures using reference human phantoms and Monte Carlo methods. Part IV: Organ doses from computed tomographic examination", *GSF-Bericht* 30/91 (1991).

Zankl, M., Panzer, W., and Drexler, G., "The calculation of organ doses from computed tomography examinations", *Radiation Protection Dosimetry*, 43, 237-239 (1992).

## **7. APENDICES**

APENDICE A

LISTA DE CENTROS QUE HAN PARTICIPADO EN EL ESTUDIO

TABLA A1. Relación de centros que han colaborado en el estudio.

Hospital Militar Central "Gómez Ulla"  
Ambulatorio "Hermanos Miralles"  
Hospital Universitario "San Carlos"  
Hospital de "La Princesa"  
Fundación "Jiménez Díaz"  
Hospital "Doce de Octubre"  
Hospital "Severo Ochoa"  
Hospital de "La Paz"  
Hospital "Ramón y Cajal"

## APENDICE B

### TABLAS Y FIGURAS DE RESULTADOS GLOBALES POR TIPOS DE ESTUDIO. PARAMETROS DE OPERACION Y DOSIS.

#### RELACION DE TABLAS

Resultados estadísticos globales de parámetros de operación y dosis para cada tipo de estudio:

- B1. Cráneo
- B2. Columna lumbar
- B3. Abdomen
- B4. Tórax
- B5. Pelvis
- B6. Tórax-abdomen
- B7. Columna cervical
- B8. Hígado
- B9. Abdomen-pelvis
- B10. Oído
- B11. Tórax-abdomen-pelvis

#### RELACION DE FIGURAS

Distribución de frecuencias de dosis efectiva y dosis en los órganos más irradiados en cada estudio:

- B1. Cráneo
- B2. Columna lumbar
- B3. Abdomen
- B4. Tórax
- B5. Pelvis y Abdomen-pelvis
- B6. Abdomen-pelvis
- B7. Tórax-abdomen
- B8. Columna cervical
- B9. Hígado
- B10. Oído
- B11. Tórax-abdomen-pelvis

Frecuencias de cada tipo de exploración de TC en la CAM y contribución a la dosis colectiva de cada tipo de estudio:

- B12. Exploraciones de TC en la CAM (1991). Frecuencias y dosis colectivas.

Tabla B1. RESULTADOS DEL MUESTREO DE ESTUDIOS DE TC EN LA CAM

Estudio: CRANEO

Frecuencia: 42.3%

Tamaño de la muestra: 450

PARAMETROS DE OPERACION	120-133 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 8.59 ± 0.08		Número total de cortes 13.5 ± 0.2		
	422 ± 5 mAs	I. de camilla (mm) 8.97 ± 0.08				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	1.12	.85	.04	.81	1.26	.24-6.90
G. suprarrenales	.0025	.0042	.0002	.0012	.0029	.0002-.046
Cerebro	30.3	21.7	1.0	23.0	34.4	2.7-144.3
Mamas	.016	.020	.001	.010	.018	.003-.247
Cristalino	28.9	31.1	1.5	16.5	33.9	.86-235.1
Vesícula	.001	.001	<10 <sup>-4</sup>	.001	.002	<10 <sup>-4</sup> -.009
Estómago	.0019	.0030	.0001	.0010	.0023	10 <sup>-4</sup> -.0034
Intestino delgado	.0002	.0003	<10 <sup>-4</sup>	.0001	.0002	<10 <sup>-4</sup> -.0029
Intestino grueso superior	.0003	.0004	<10 <sup>-4</sup>	.0001	.0003	<10 <sup>-4</sup> -.0032
Intestino grueso inferior	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup> -.0008
Corazón	.014	.021	.001	.009	.014	.002-.023
Riñones	.0010	.0015	<10 <sup>-4</sup>	.0005	.0014	<10 <sup>-4</sup> -.016

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.0036	.0053	.0003	.0022	.0040	.0006-.061
Pulmones	.052	.077	.004	.031	.055	.008-.866
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Páncreas	.0028	.0047	.0002	.0017	.0035	.0003-.057
Piel	1.80	1.33	.06	1.29	2.19	.52-12.4
Bazo	.0038	.0051	.0002	.0021	.0040	.0003-.045
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.037	.063	.0003	.021	.038	.006-.72
Tiroides	1.13	2.84	.13	.59	1.08	.14-31.6
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup> -.0002
Utero	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup> -.0004
Cabeza	25.2	19.3	.9	18.1	27.4	7.8-178.6
Tronco	.045	.063	.003	.026	.048	.007-.70
Huesos	7.57	5.67	.27	5.54	8.33	2.35-50.6
Médula	1.72	1.32	.06	1.22	1.91	.51-12.5

Tabla B2. RESULTADOS DEL MUESTREO DE ESTUDIOS DE TC EN LA CAM

Estudio: COLUMNA LUMBAR		Frecuencia: 10.6 %		Tamaño de la muestra: 190		
PARAMETROS DE OPERACION	120-133 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 4.49 ± .06		Número total de cortes 14.6 ± 0.3		
	655 ± 10 mAs	I. de camilla (mm) 4.2 ± 0.9				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	2.09	1.15	.08	1.72	2.68	.52-7.33
G. suprarrenales	1.14	2.06	.15	.66	1.10	.09-20.1
Cerebro	.0003	.0003	<10 <sup>-4</sup>	.0002	.0005	<10 <sup>-4</sup> -.0022
Mamas	.072	.072	.005	.048	.073	.007-.60
Cristalino	.0002	.0008	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup> -.006
Vesícula	8.29	6.20	.45	7.40	10.48	.73-31.8
Estómago	4.76	4.23	.31	3.99	5.87	.39-27.4
Intestino delgado	12.0	5.7	.4	10.2	14.9	.53-33.7
Intestino grueso superior	14.5	6.7	.5	13.7	17.4	.73-45.8
Intestino grueso inferior	2.99	1.61	.12	2.42	3.60	.12-10.1
Corazón	.25	.35	.03	.17	.25	.02-3.22
Riñones	6.83	6.04	.44	5.80	9.10	.47-28.9

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	3.16	3.16	.23	2.43	3.52	.23-23.0
Pulmones	.19	.26	.02	.12	.18	.02-2.41
Ovarios	2.28	1.17	.12	1.88	3.05	.16-5.92
Páncreas	2.23	2.97	.22	1.57	2.34	.18-28.7
Piel	1.52	.81	.06	1.20	1.78	.31-4.73
Bazo	2.37	3.16	.23	1.39	2.15	.19-25.0
Testículo	.050	.031	.003	.035	.061	.011-.155
Timo	.041	.048	.003	.030	.046	.001-.417
Tiroides	.0041	.0039	.0003	.0040	.0046	<10 <sup>-4</sup> -.024
Vejiga	.56	.31	.02	.44	.67	.03-1.84
Utero	1.97	1.00	.10	1.56	2.51	.11-5.21
Cabeza	.0018	.0022	.0002	.0012	.0016	.0002-.017
Tronco	3.78	1.94	.14	3.09	4.51	.80-11.7
Huesos	2.31	1.18	.09	1.90	2.68	.50-8.12
Médula	1.82	.94	.07	1.49	2.19	.43-5.46

Tabla B3. RESULTADOS DEL MUESTREO DE ESTUDIOS DE TC EN LA CAM

Estudio: ABDOMEN

Frecuencia: 10.1 %

Tamaño de la muestra: 162

PARAMETROS DE OPERACION	120-133 kV <sub>p</sub> 378 ± 8 mAs	A. de corte (mm) 9.84 ± 0.05	I. de camilla (mm) 11.6 ± 0.3	Número total de cortes 26.5 ± 0.7		
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	8.61	4.51	.36	7.56	11.76	2.17-24.7
G. suprarrenales	25.5	16.6	1.3	20.6	35.5	1.0-85.7
Cerebro	.0042	.0026	.0002	.0035	.0060	.0002-.0124
Mamas	1.63	1.84	.15	1.00	1.74	.06-7.63
Cristalino	.0006	.0057	.0005	.0061	.0117	.0001-.020
Vesícula	32.5	19.7	1.6	26.0	47.6	2.7-85.5
Estómago	29.0	17.2	1.4	24.5	41.0	4.6-81.8
Intestino delgado	14.4	9.7	.8	11.0	18.9	.3-91.3
Intestino grueso superior	17.2	11.0	.9	13.7	22.5	.4-89.6
Intestino grueso inferior	4.52	4.13	.33	3.67	5.74	.07-43.5
Corazón	6.12	4.94	.40	4.97	8.73	.21-33.7
Riñones	34.8	21.1	1.7	28.0	49.5	3.0-92.6

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	24.8	14.9	1.2	20.5	35.9	2.9-74.9
Pulmones	4.19	3.06	.24	3.69	5.76	.16-19.5
Ovarios	5.21	4.44	.53	3.27	8.37	.51-19.0
Páncreas	26.3	15.5	1.2	21.9	36.7	2.1-78.0
Piel	4.49	2.39	.19	3.85	6.09	.88-16.9
Bazo	24.5	15.0	1.2	20.3	34.5	2.4-73.3
Testículo	.321	1.193	.130	.098	.145	.0003-10.6
Timo	1.26	1.79	.14	.74	1.13	.04-8.49
Tiroides	.066	.047	.004	.057	.078	.002-.21
Vejiga	2.55	4.50	.36	.87	2.01	2.15-34.8
Utero	5.33	5.00	.59	2.86	8.67	.42-21.3
Cabeza	.030	.019	.002	.024	.040	.001-.095
Tronco	11.5	6.1	.5	9.9	15.4	2.3-43.1
Huesos	8.84	4.68	.38	7.21	11.79	2.25-32.4
Médula	6.00	3.28	.26	4.86	7.45	1.24-27.3

Tabla B4. RESULTADOS DEL MUESTREO DE ESTUDIOS DE TC EN LA CAM

Estudio: TORAX		Frecuencia: 9.94 %		Tamaño de la muestra: 140		
PARAMETROS DE OPERACION	120-133 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 9.67 ± 0.08		Número total de cortes 21.8 ± 0.8		
	303 ± 10 mAs	I. de camilla (mm) 11.7 ± 0.4				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	6.07	3.24	.28	5.79	8.26	.84-13.2
G. suprarrenales	4.27	4.85	.41	3.12	4.80	.17-23.3
Cerebro	.140	.148	.013	.112	.164	.003-1.25
Mamas	16.3	9.9	.8	15.0	20.7	1.3-39.3
Cristalino	.150	.136	.012	.129	.190	.001-1.00
Vesícula	1.81	3.84	.33	.77	1.31	.06-18.9
Estómago	2.77	4.36	.38	1.59	2.56	.09-20.2
Intestino delgado	.29	.83	.07	.10	.16	.01-7.52
Intestino grueso superior	.40	1.17	.10	.14	.22	.01-10.8
Intestino grueso inferior	.065	.191	.016	.022	.037	.001-1.76
Corazón	19.2	10.5	.90	21.2	25.9	1.3-47.3
Riñones	1.84	4.52	.39	.62	1.00	.04-20.9

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	3.58	4.38	.37	2.42	3.83	.14-20.3
Pulmones	18.9	9.9	.8	19.1	26.0	2.4-42.0
Ovarios	.061	.142	.018	.015	.029	.001-.63
Páncreas	3.47	4.43	.38	2.37	3.82	.13-20.9
Piel	3.56	1.99	.17	3.34	4.98	.36-9.92
Bazo	2.98	4.34	.37	1.82	2.89	.12-19.4
Testículo	.0016	.0058	.0007	.0001	.0010	<10 <sup>-4</sup> -.0395
Timo	25.9	14.0	1.2	27.7	32.7	1.0-68.5
Tiroides	3.77	5.65	.48	2.60	3.56	.08-41.1
Vejiga	.0164	.0430	.0037	.0051	.0097	.0002-.352
Utero	.055	.130	.016	.018	.029	.001-.596
Cabeza	1.24	1.77	.15	.88	1.21	2.55-14.9
Tronco	8.11	4.39	.38	8.05	11.34	.84-21.35
Huesos	10.2	5.5	.5	10.2	14.0	1.1-27.8
Médula	5.21	2.78	.24	5.25	7.10	.58-13.86

Tabla B5. RESULTADOS DEL MUESTREO DE ESTUDIOS DE TC EN LA CAM

Estudio: PELVIS		Frecuencia: 6.1 %		Tamaño de la muestra: 34		
PARAMETROS DE OPERACION	120-133 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 16.3 ± 0.7		
	328 ± 12 mAs	I. de camilla (mm) 9.96 ± 0.64				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	6.34	2.54	.45	5.76	9.25	1.87-9.62
G. suprarrenales	.15	.24	.04	.11	.17	.02-1.40
Cerebro	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup> - .0003
Mamas	.021	.014	.002	.020	.026	.004-.085
Cristalino	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Vesícula	1.11	1.70	.30	.96	1.07	.10-10.2
Estómago	.59	1.07	.19	.49	.57	.04-6.35
Intestino delgado	7.47	3.51	.62	9.43	10.5	.71-11.8
Intestino grueso superior	5.96	2.78	.49	6.86	8.65	.56-10.1
Intestino grueso inferior	14.4	4.7	.8	14.3	18.3	4.5-23.1
Corazón	.76	1.77	.31	.54	.64	.05-10.4
Riñones	.27	.08	.03	.24	.35	.17-.36

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.37	.68	.12	.29	.36	.03-4.04
Pulmones	.026	.038	.007	.024	.027	.002-.23
Ovarios	16.9	6.9	1.5	16.8	23.8	2.7-23.8
Páncreas	.31	.55	.10	.26	.31	.02-3.29
Piel	2.86	.93	.16	2.77	3.62	.92-4.50
Bazo	.30	.62	.11	.23	.28	.02-3.68
Testículo	2.77	.94	.27	3.18	3.18	.83-4.24
Timo	.004	.009	.002	.003	.004	<10 <sup>-4</sup> - .055
Tiroides	.0005	.0010	.0002	<10 <sup>-4</sup>	.0005	<10 <sup>-4</sup> - .0046
Vejiga	28.9	12.1	2.1	29.4	30.8	10.4-59.3
Utero	20.8	6.9	1.5	21.0	26.5	3.4-30.9
Cabeza	.0003	.0003	<10 <sup>-4</sup>	.0003	.0003	<10 <sup>-4</sup> - .018
Tronco	6.69	2.13	.38	6.59	8.42	2.23-9.80
Huesos	4.47	1.49	.26	4.71	5.80	1.45-6.36
Médula	4.20	1.50	.27	4.45	5.45	1.14-6.21

Tabla B6. RESULTADOS DEL MUESTREO DE ESTUDIOS DE TC EN EL LA CAM

Estudio: TOR-ABD

Frecuencia: 4.8 %

Tamaño de la muestra: 112

PARAMETROS DE OPERACION	120-133 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 9.69 ± 0.07	Número total de cortes 38.7 ± 1.1			
	315 ± 7 mAs	I. de camilla (mm) 12.9 ± 0.4				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	14.2	5.9	.6	12.6	16.6	3.6-29.0
G. suprarrenales	30.4	15.4	1.5	25.7	38.5	5.8-72.5
Cerebro	.13	.13	.01	.09	.17	.01-1.07
Mamas	20.6	9.8	.9	21.1	26.0	1.2-49.4
Cristalino	.14	.13	.01	.11	.21	.01-.97
Vesícula	27.5	17.3	1.6	24.2	33.0	1.9-89.2
Estómago	28.4	15.0	1.4	26.9	33.7	3.5-78.5
Intestino delgado	10.5	9.2	.9	7.2	16.2	.2-34.4
Intestino grueso superior	12.7	10.3	1.0	10.0	18.9	.3-48.9
Intestino grueso inferior	3.60	4.59	.43	1.58	4.32	.05-21.3
Corazón	31.0	14.4	1.4	28.3	39.5	6.0-82.6
Riñones	29.9	18.1	1.7	27.8	35.1	1.3-93.4

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	27.5	13.5	1.3	25.8	33.1	5.1-70.2
Pulmones	26.3	10.9	1.0	25.0	32.2	4.4-60.0
Ovarios	5.16	8.65	1.37	1.50	3.37	.11-35.6
Páncreas	27.8	13.5	1.3	24.6	33.4	5.2-70.5
Piel	7.74	3.33	.31	7.44	9.56	1.76-15.3
Bazo	26.3	12.9	1.2	24.4	31.4	3.8-64.9
Testículo	.25	.65	.08	.04	.09	.001-3.01
Timo	29.3	12.7	1.2	30.2	37.9	.9-66.2
Tiroides	4.47	9.26	.88	2.08	4.03	.07-81.5
Vejiga	2.15	5.42	.51	.38	1.05	.01-34.8
Utero	5.20	9.89	1.56	1.25	2.92	.07-46.9
Cabeza	1.30	2.23	.21	.70	1.36	.04-19.3
Tronco	18.7	7.9	.7	17.2	22.9	4.4-38.5
Huesos	18.7	7.6	.7	17.2	22.4	4.7-37.0
Médula	10.8	4.5	.4	9.9	13.6	2.6-23.1

Tabla B7. RESULTADOS DEL MUESTREO DE ESTUDIOS DE TC EN LA CAM

Estudio: C. CERVICAL

Frecuencia: 4.4 %

Tamaño de la muestra: 85

PARAMETROS DE OPERACION	120-133 kV <sub>p</sub> 394 ± 14 mAs	A. de corte (mm) 4.13 ± 0.14	I. de camilla (mm) 4.4 ± 0.3	Número total de cortes 17.7 ± 0.6		
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	2.55	1.51	.16	2.34	3.10	.21-9.55
G. suprarrenales	.025	.018	.002	.020	.033	.003-.10
Cerebro	1.64	1.33	.14	1.16	1.90	.19-5.05
Mamas	.079	.051	.006	.065	.106	.011-.298
Cristalino	1.74	3.30	.36	.64	1.34	.10-16.7
Vesícula	.0063	.0036	.0004	.0058	.0075	.0013-.0196
Estómago	.015	.009	.001	.013	.020	.002-.054
Intestino delgado	.0013	.0010	.0001	.0011	.0019	.0002-.0063
Intestino grueso superior	.0019	.0013	.0001	.0018	.0025	.0002-.0074
Intestino grueso inferior	.0002	.0003	<10 <sup>-4</sup>	.0001	.0004	<10 <sup>-4</sup> -.0015
Corazón	.123	.083	.009	.103	.160	.014-.494
Riñones	.0073	.0051	.0006	.0062	.0104	.0008-.0303

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.029	.019	.002	.027	.036	.004-.030
Pulmones	.49	.32	.03	.42	.60	.06-1.85
Ovarios	.0010	.0013	.0003	<10 <sup>-4</sup>	.0014	<10 <sup>-4</sup> -.0033
Páncreas	.019	.013	.001	.015	.024	.003-.083
Piel	1.54	.80	.09	1.31	2.05	.24-4.50
Bazo	.029	.020	.002	.026	.038	.002-.122
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.41	.26	.03	.37	.50	.06-1.58
Tiroides	34.8	22.8	2.5	34.1	42.4	2.5-130.3
Vejiga	.0001	.0003	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup> -.0013
Utero	.0007	.0006	.0002	.0003	.0008	<10 <sup>-4</sup> -.0021
Cabeza	18.0	9.1	1.0	16.2	21.1	2.9-45.8
Tronco	.42	.32	.03	.35	.47	.05-1.79
Huesos	4.15	2.12	.23	3.66	4.69	.73-9.54
Médula	1.29	.68	.07	1.12	1.61	.21-3.43

Tabla B8. RESULTADOS DEL MUESTREO DE ESTUDIOS DE TC EN LA CAM

Estudio: HIGADO		Frecuencia: 3.1 %		Tamaño de la muestra: 47		
PARAMETROS DE OPERACION	120-133 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 9.9 ± 0.1		Número total de cortes 18.7 ± 1.3		
	365 ± 13 mAs	I. de camilla (mm) 10.2 ± 0.2				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	6.44	4.70	.68	4.25	8.46	1.70-17.8
G. suprarrenales	28.4	25.4	3.7	17.6	31.8	4.64-102.7
Cerebro	.0033	.0031	.0004	.0018	.0043	.0005-.012
Mamas	.82	.77	.11	.47	1.07	.15-2.97
Cristalino	.005	.008	.001	<10 <sup>-4</sup>	.007	<10 <sup>-4</sup> -.024
Vesícula	23.4	14.0	2.0	17.9	31.3	7.0-52.4
Estómago	25.3	17.4	2.5	17.2	32.0	7.2-63.5
Intestino delgado	3.37	2.81	.41	2.43	4.72	.68-17.9
Intestino grueso superior	4.60	3.40	.50	3.34	6.84	.94-20.5
Intestino grueso inferior	.75	.70	.10	.55	1.03	.15-4.60
Corazón	4.36	4.47	.65	2.34	5.71	.68-16.4
Riñones	27.5	16.4	2.4	20.2	33.9	8.5-65.1

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	23.4	17.9	2.6	15.5	31.4	6.1-69.5
Pulmones	3.19	3.27	.48	1.70	4.13	.51-12.3
Ovarios	.80	.52	.11	.53	1.31	.25-1.99
Páncreas	26.5	20.2	2.9	16.6	35.9	7.4-77.9
Piel	2.93	2.11	.31	2.01	3.81	.75-7.78
Bazo	24.0	17.8	2.6	15.4	32.7	6.6-66.9
Testículo	.019	.019	.004	.011	.030	.001-.078
Timo	.63	.60	.09	.36	.82	.10-2.31
Tiroides	.042	.036	.005	.027	.053	.009-.15
Vejiga	.19	.15	.02	.14	.26	.05-.94
Utero	.63	.40	.08	.50	.91	.21-1.78
Cabeza	.023	.023	.003	.013	.031	.004-.087
Tronco	7.64	5.52	.81	5.20	9.88	1.97-20.6
Huesos	6.30	4.87	.71	4.05	8.25	1.56-18.3
Médula	3.77	2.81	.41	2.56	4.76	.95-10.4

Tabla B9. RESULTADOS DEL MUESTREO DE ESTUDIOS DE TC EN LA CAM						
Estudio: ABD-PELV		Frecuencia: 3.1 %		Tamaño de la muestra: 133		
PARAMETROS DE OPERACION	120-133 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 9.81 ± 0.05		Número total de cortes 32.7 ± 0.9		
	314 ± 5 mAs	I. de camilla (mm) 14.0 ± 0.3				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	13.6	5.6	.5	12.2	16.8	2.5-31.1
G. suprarrenales	20.7	16.5	1.4	17.6	24.9	1.1-88.3
Cerebro	.0041	.0050	.0004	.0028	.0040	.0002-.036
Mamas	1.64	3.63	.32	.68	.93	.08-25.8
Cristalino	.0059	.0071	.0006	.0041	.0070	<10 <sup>-4</sup> -.062
Vesícula	29.6	15.6	1.4	23.8	34.6	8.1-93.8
Estómago	25.9	14.6	1.3	21.8	29.8	5.2-85.1
Intestino delgado	25.3	11.3	.98	24.4	27.4	5.1-74.5
Intestino grueso superior	25.6	10.7	.92	25.1	27.9	6.4-70.0
Intestino grueso inferior	18.3	9.0	.8	17.1	24.6	1.1-43.4
Corazón	5.56	6.73	.58	2.95	5.89	.24-40.6
Riñones	31.2	16.7	1.5	25.1	35.9	7.4-98.2

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	21.9	13.5	1.2	19.5	24.0	3.2-76.3
Pulmones	3.94	4.64	.40	2.30	3.88	.18-29.4
Ovarios	23.6	12.0	1.5	20.6	29.3	1.4-54.5
Páncreas	22.0	14.3	1.2	18.2	26.1	2.4-76.3
Piel	7.08	2.65	.23	7.08	7.91	1.79-13.8
Bazo	21.7	13.0	1.1	19.1	25.0	2.4-71.7
Testículo	4.05	5.82	.71	1.86	4.27	.07-26.8
Timo	1.31	3.77	.33	.47	.78	.04-30.7
Tiroides	.066	.107	.009	.035	.069	.003-.78
Vejiga	24.9	15.4	1.3	23.0	35.8	.27-63.9
Utero	27.3	14.4	1.8	24.7	35.9	1.0-63.1
Cabeza	.029	.038	.003	.019	.028	.002-.28
Tronco	17.3	6.4	.6	17.6	19.7	4.4-35.4
Huesos	12.9	5.0	.4	12.7	13.9	3.0-28.0
Médula	10.1	3.7	.3	10.0	11.4	2.7-21.0

Tabla B10. RESULTADOS DEL MUESTREO DE ESTUDIOS DE TC EN LA CAM

Estudio: OIDO

Frecuencia: 2 %

Tamaño de la muestra: 83

PARAMETROS DE OPERACION	120-133 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 2.3 ± 0.1		Número total de cortes 14.6 ± 0.5		
	608 ± 19 mAs	I. de camilla (mm) 2.2 ± 0.1				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	.59	.43	.05	.57	.79	.12-2.65
G. suprarrenales	.0049	.0056	.0006	.0038	.0038	.0001-.025
Cerebro	10.5	9.4	1.0	8.0	16.1	2.0-58.5
Mamas	.020	.016	.002	.019	.024	.004-.077
Cristalino	41.4	35.7	3.9	25.0	79.0	2.7-152.4
Vesícula	.0040	.0030	.0003	.0053	.0061	<10 <sup>-4</sup> -.012
Estómago	.0021	.0020	.0002	.0015	.0019	.0005-.013
Intestino delgado	.0002	.0002	<10 <sup>-4</sup>	.0002	.0003	<10 <sup>-4</sup> -.001
Intestino grueso superior	.0002	.0002	<10 <sup>-4</sup>	.0002	.0005	<10 <sup>-4</sup> -.0009
Intestino grueso inferior	.0002	.0002	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	.0004	<10 <sup>-4</sup> -.0009
Corazón	.020	.019	.002	.016	.021	.003-.092
Riñones	.0016	.0013	.0001	.0013	.0017	.0002-.007

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.0054	.0041	.0005	.0047	.0063	.0009-.020
Pulmones	.084	.074	.008	.073	.090	.013-.36
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Páncreas	.0047	.0043	.0005	.0034	.0044	.0005-.020
Piel	1.19	.85	.09	1.23	1.54	.23-4.51
Bazo	.0048	.0039	.0004	.0049	.0063	.0007-.02
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.056	.066	.007	.039	.044	.008-.31
Tiroides	1.99	2.08	.23	1.55	1.82	.25-10.2
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Utero	.0002	.0001	<10 <sup>-4</sup>	.0002	.0003	<10 <sup>-4</sup> -.0005
Cabeza	19.0	13.1	1.4	19.7	24.9	4.1-71.0
Tronco	.070	.060	.007	.062	.076	.010-.292
Huesos	5.61	3.73	.41	5.70	7.40	1.30-20.6
Médula	1.34	.90	.10	1.39	1.76	.29-4.86

Tabla B11. RESULTADOS DEL MUESTREO DE ESTUDIOS DE TC EN LA CAM

Estudio: TOR-ABD-PELV

Frecuencia: 1.08 %

Tamaño de la muestra: 42

PARAMETROS DE OPERACION	120-133 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 9.26 ± 0.98	Número total de cortes 47.7 ± 2.0			
	257 ± 3 mAs	I. de camilla (mm) 13.1 ± 0.4				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	14.4	6.4	1.0	13.5	18.1	4.0-32.5
G. suprarrenales	22.5	9.2	1.4	21.5	28.1	5.1-47.4
Cerebro	.049	.037	.006	.041	.053	.014-.16
Mamas	15.3	5.9	.93	15.5	17.5	5.5-29.6
Cristalino	.055	.046	.007	.041	.077	.010-.177
Vesícula	24.1	10.6	1.6	20.9	30.5	5.7-54.6
Estómago	24.5	11.4	1.8	23.0	33.0	5.2-49.5
Intestino delgado	18.7	8.80	1.4	16.9	24.5	5.4-40.7
Intestino grueso superior	19.0	9.1	1.4	17.0	25.9	5.3-41.8
Intestino grueso inferior	13.1	8.5	1.3	9.6	14.2	4.4-41.5
Corazón	20.4	8.1	1.6	19.6	24.9	4.5-40.1
Riñones	25.9	11.9	1.8	21.8	33.2	5.9-56.3

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	23.3	11.1	1.7	22.1	32.7	4.7-43.8
Pulmones	17.5	5.9	.9	18.4	20.5	5.3-27.0
Ovarios	17.0	12.4	3.0	12.5	14.6	7.4-47.5
Páncreas	22.4	9.7	1.5	21.7	28.6	4.9-45.1
Piel	8.2	3.5	.5	8.1	10.7	2.2-15.0
Bazo	23.4	12.2	1.9	22.1	33.4	4.4-45.3
Testículo	2.23	3.39	.68	.92	2.17	.17-16.5
Timo	18.2	8.1	1.3	17.8	18.8	3.6-34.9
Tiroides	1.02	.70	.11	.85	1.20	.30-3.00
Vejiga	16.3	14.6	2.3	12.5	14.8	2.0-64.5
Utero	19.4	16.3	4.0	14.3	15.0	6.9-61.3
Cabeza	.36	.25	.04	.31	.41	.11-1.05
Tronco	19.1	7.8	1.2	19.1	23.7	5.4-35.3
Huesos	17.1	6.6	1.0	16.9	21.3	4.9-29.9
Médula	11.2	4.5	.7	10.6	13.7	3.2-21.3

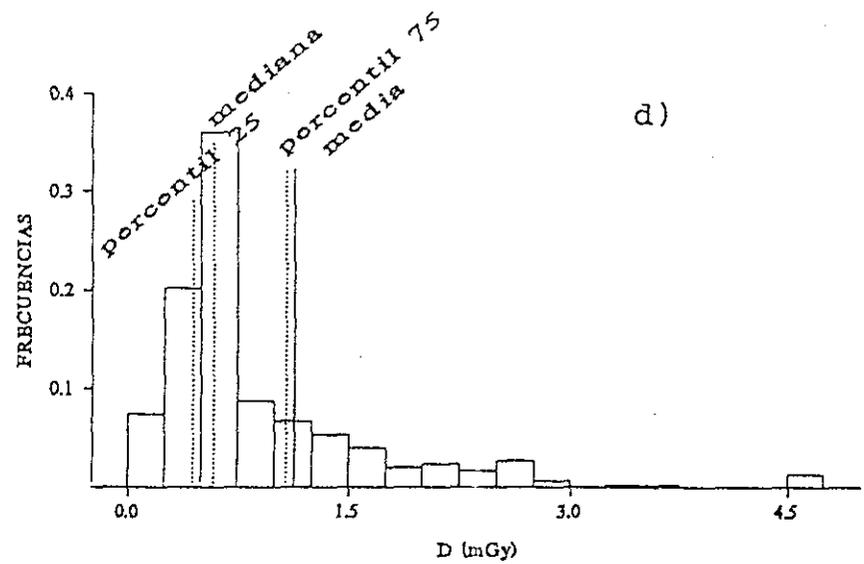
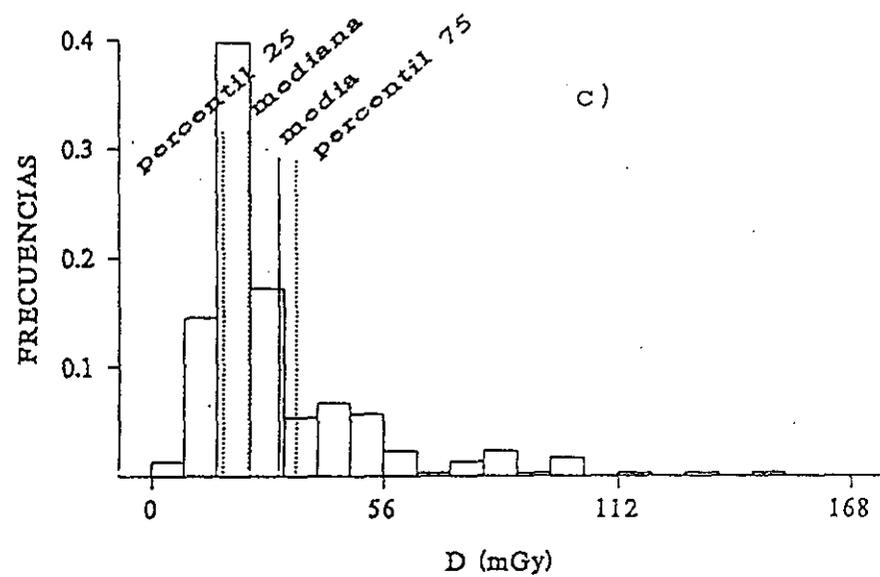
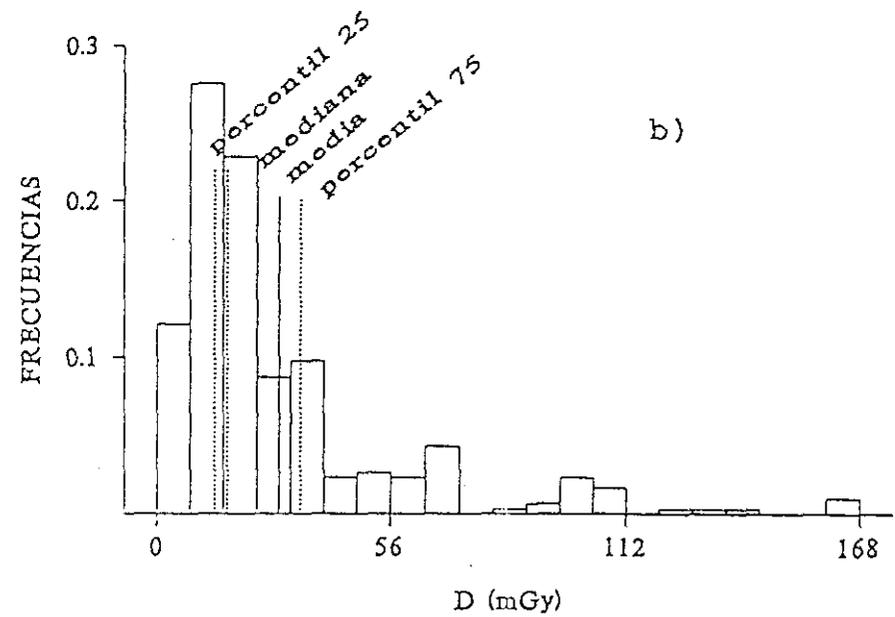
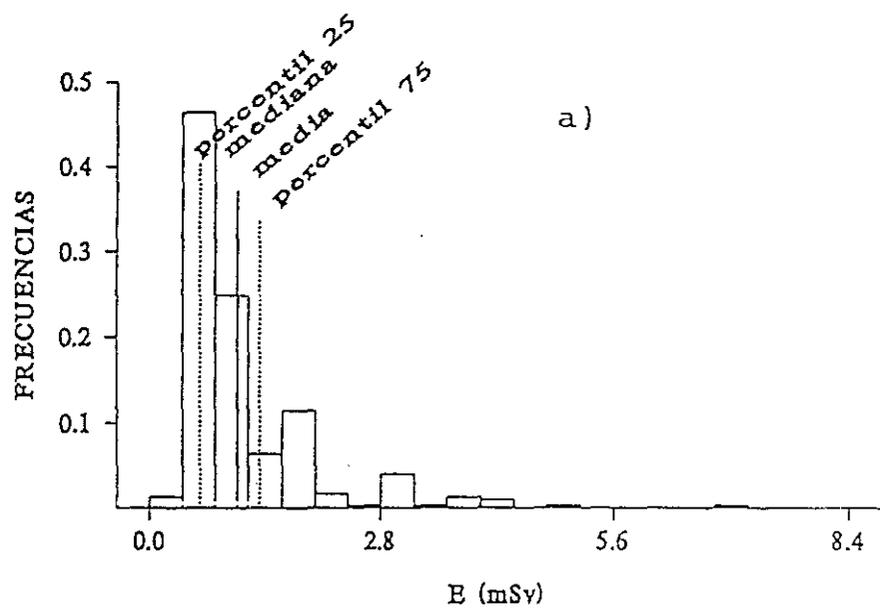


Fig. B1. Distribución de frecuencias. Estudio TC: CRÁNEO  
 a) dosis efectiva; b) dosis en cristalino; c) dosis en cerebro; d) dosis en tiroides.

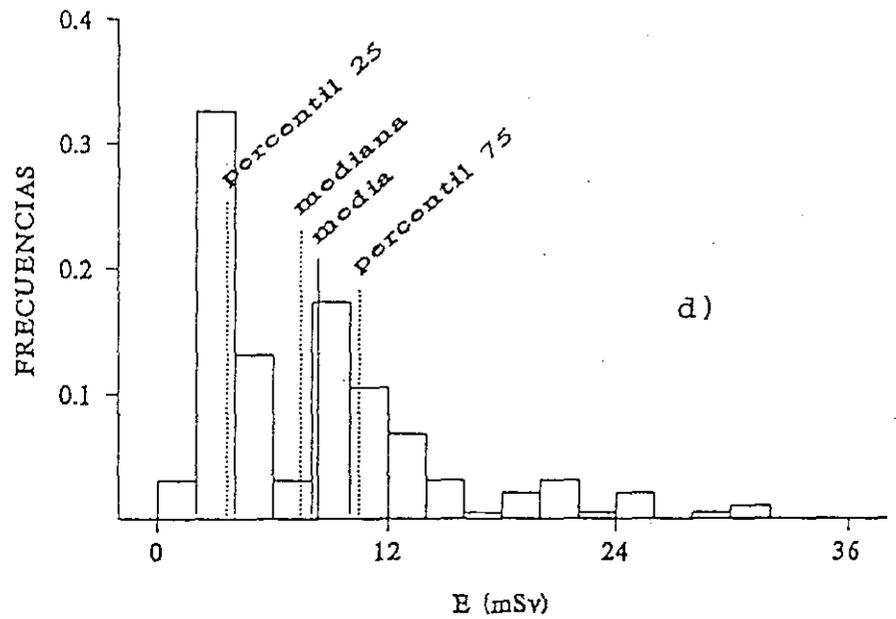
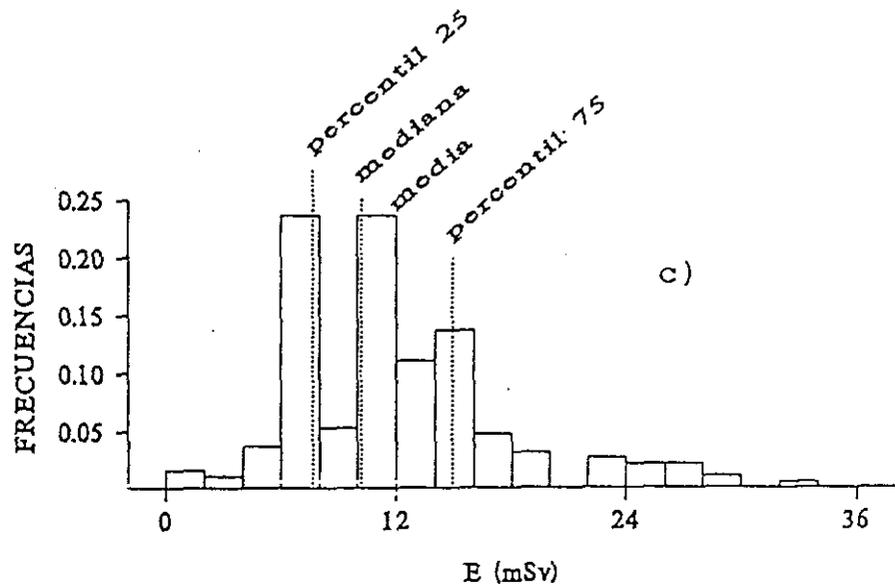
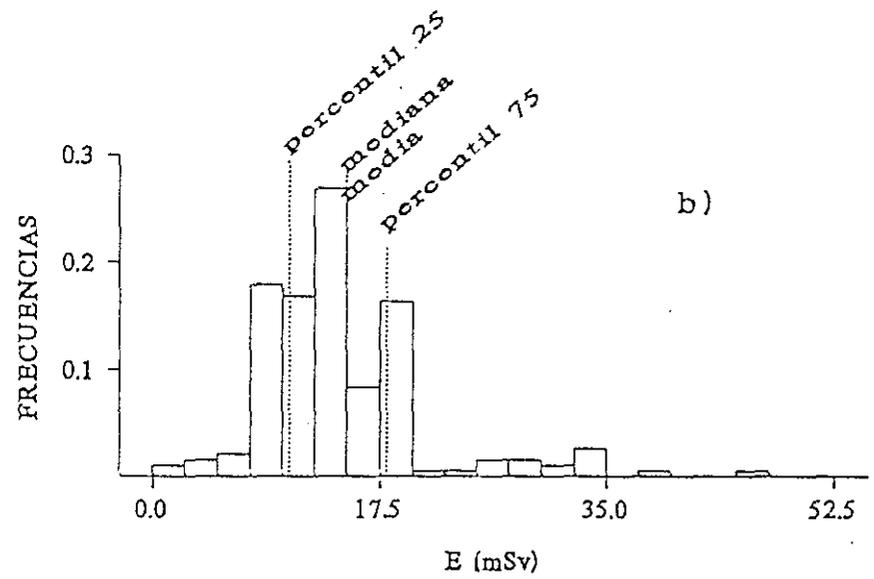
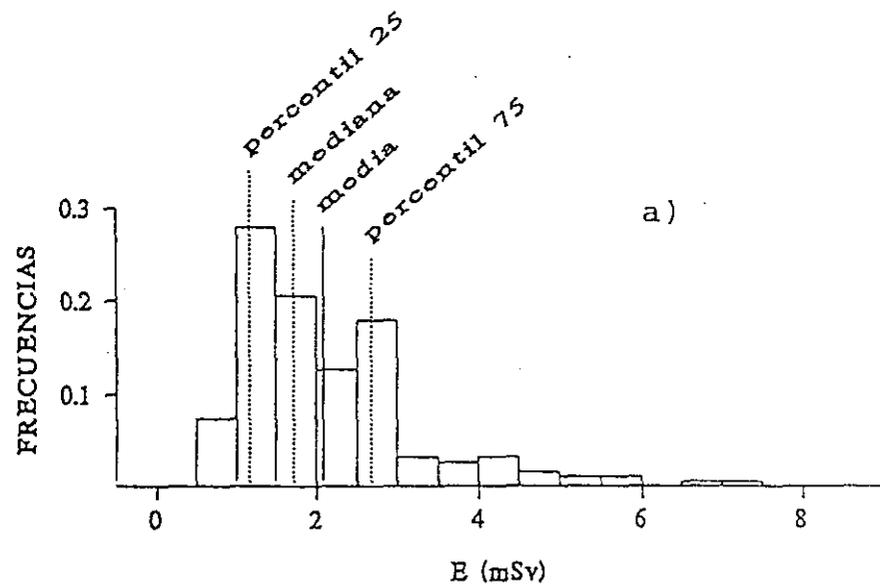


Fig. B2. Distribución de frecuencias. Estudio TC: **COLUMNA LUMBAR**  
 a) dosis efectiva; b) dosis en int. grueso sup.; c) dosis en int. delgado; d) dosis en vesícula.

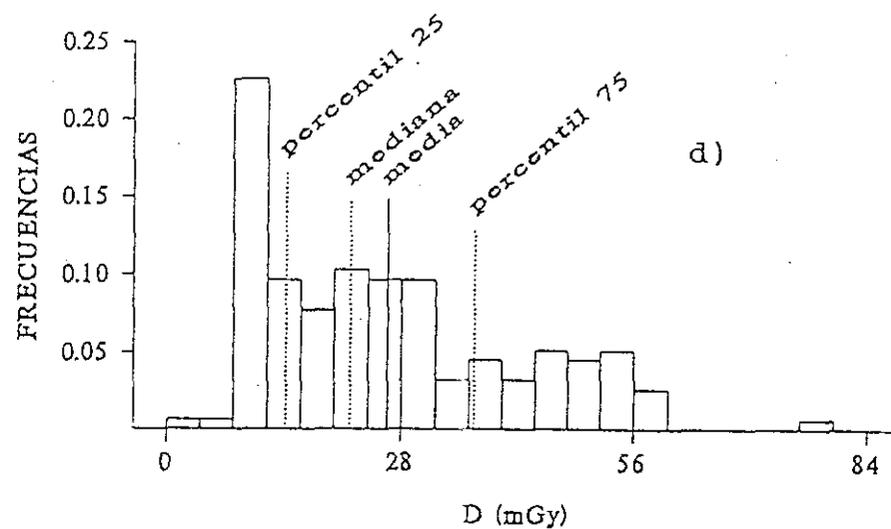
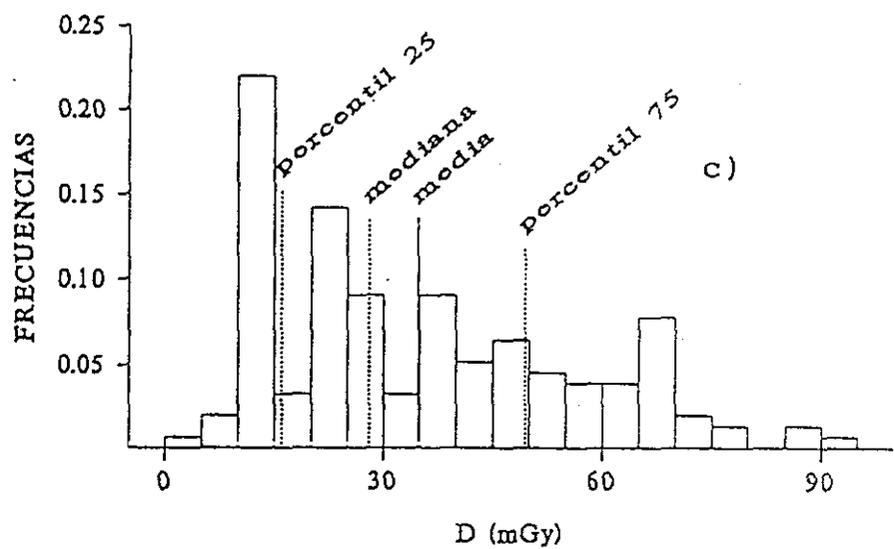
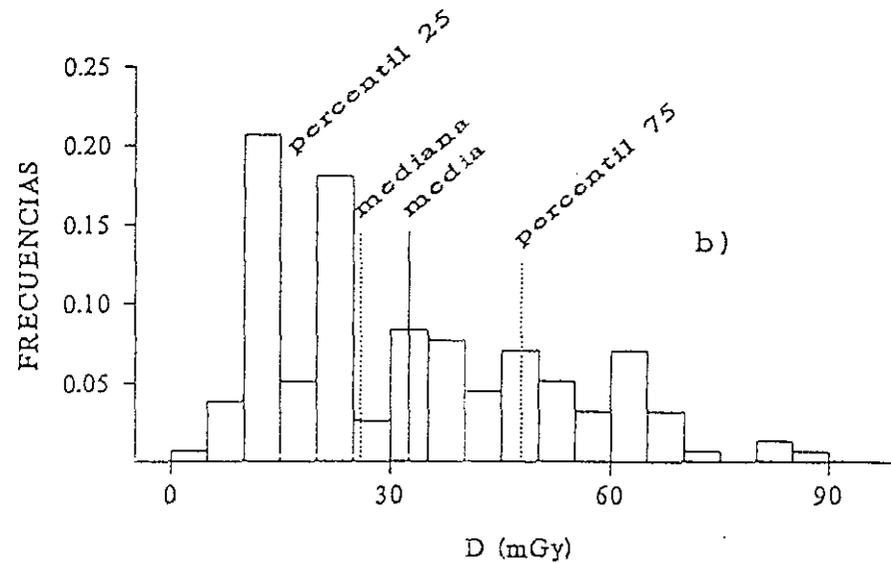
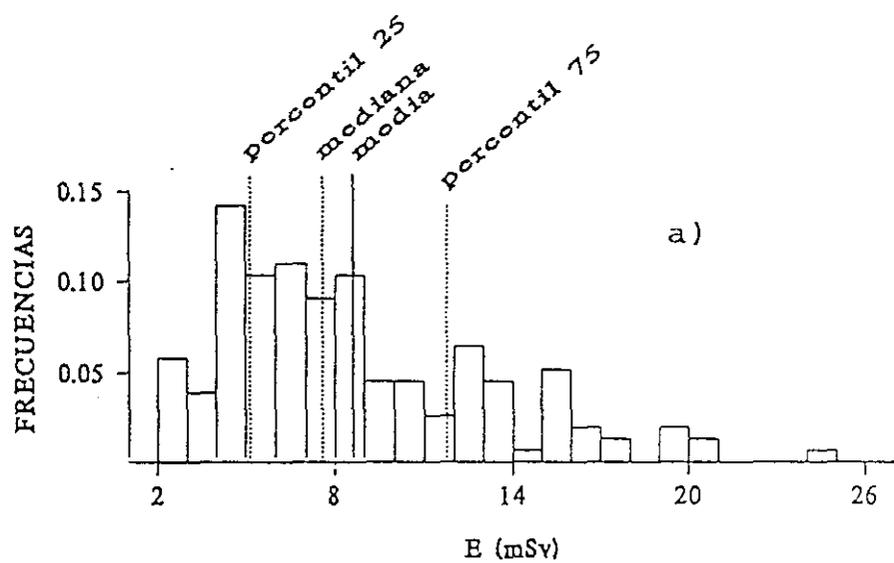


Fig. B3. Distribución de frecuencias. Estudio TC: **ABDOMEN**  
 a) dosis efectiva; b) dosis en vesícula; c) dosis en riñones; d) dosis en páncreas.

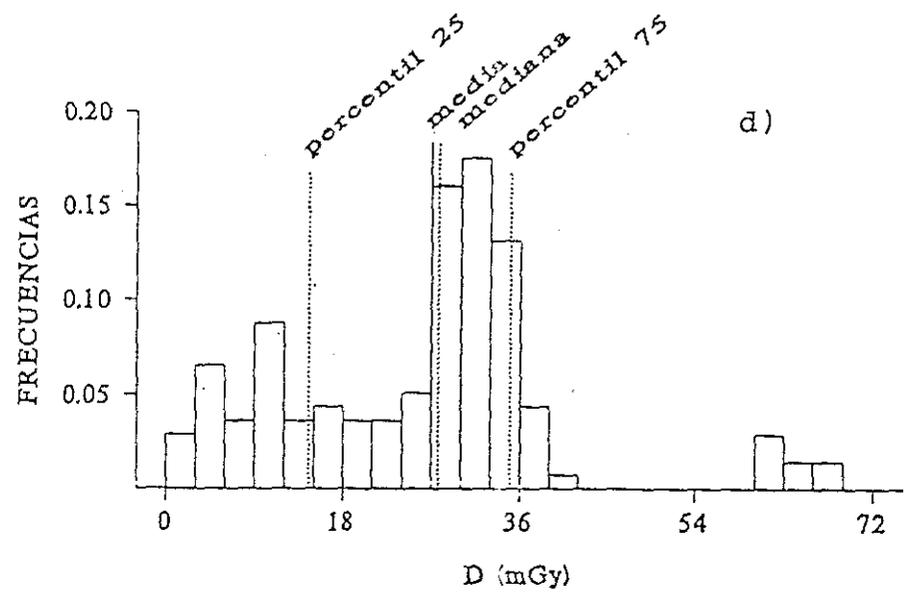
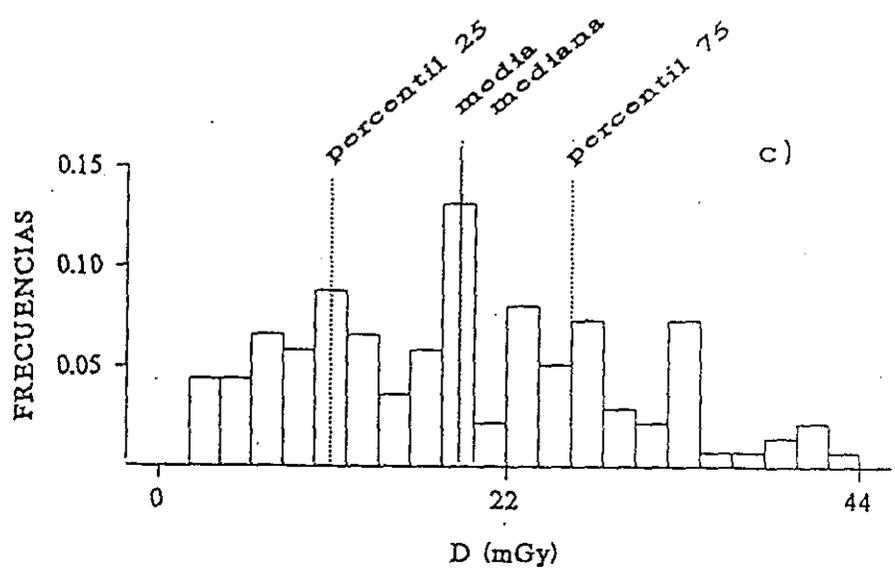
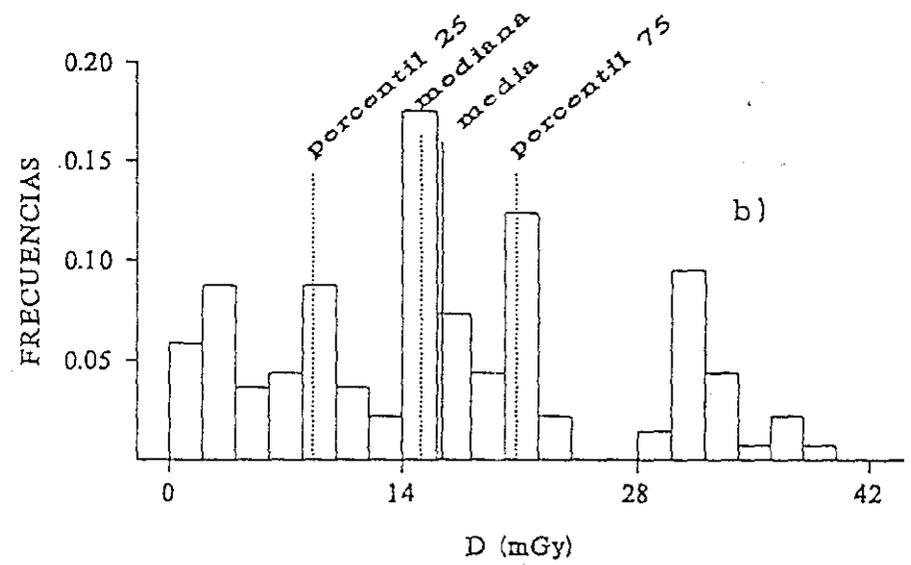
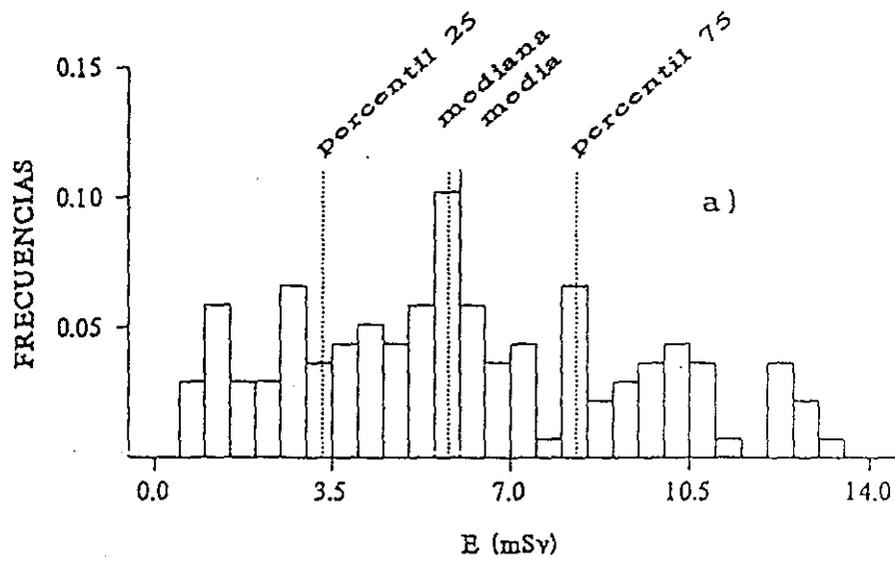


Fig. B4. Distribución de frecuencias. Estudio TC: TÓRAX  
 a) dosis efectiva; b) dosis en mama; c) dosis en pulmón; d) dosis en timo.

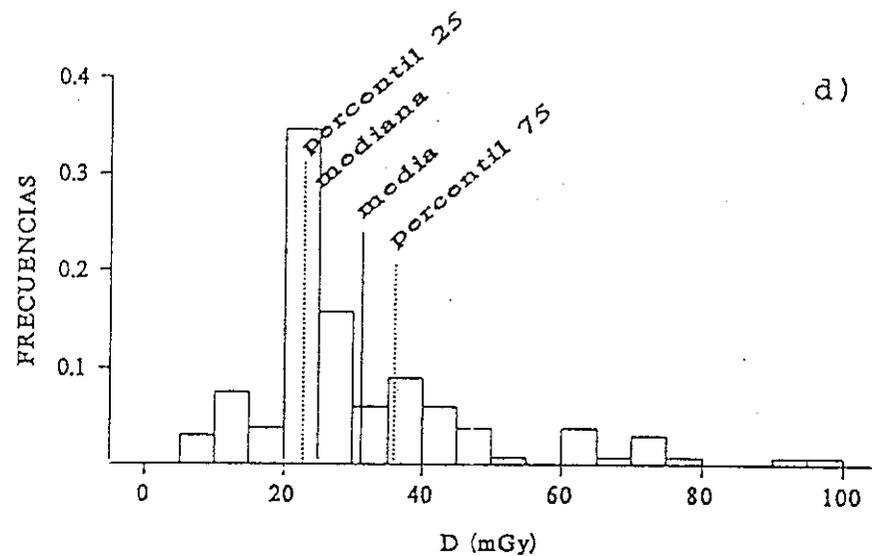
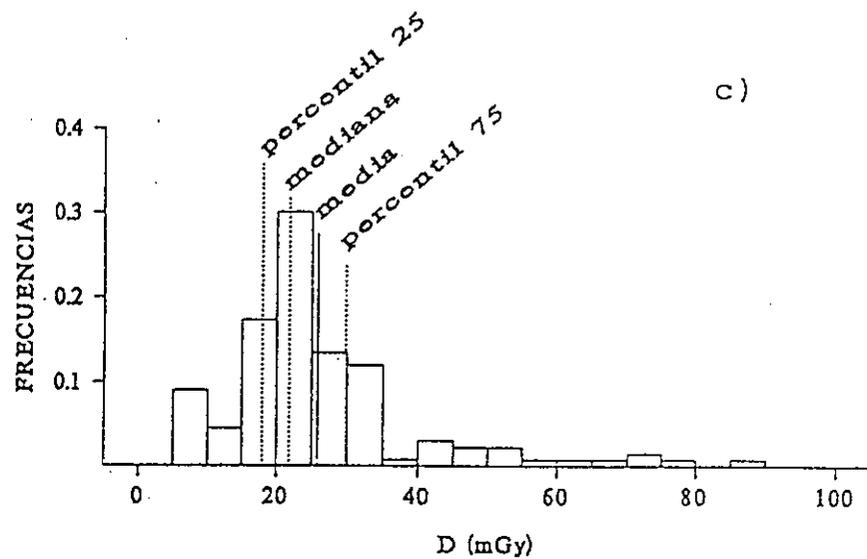
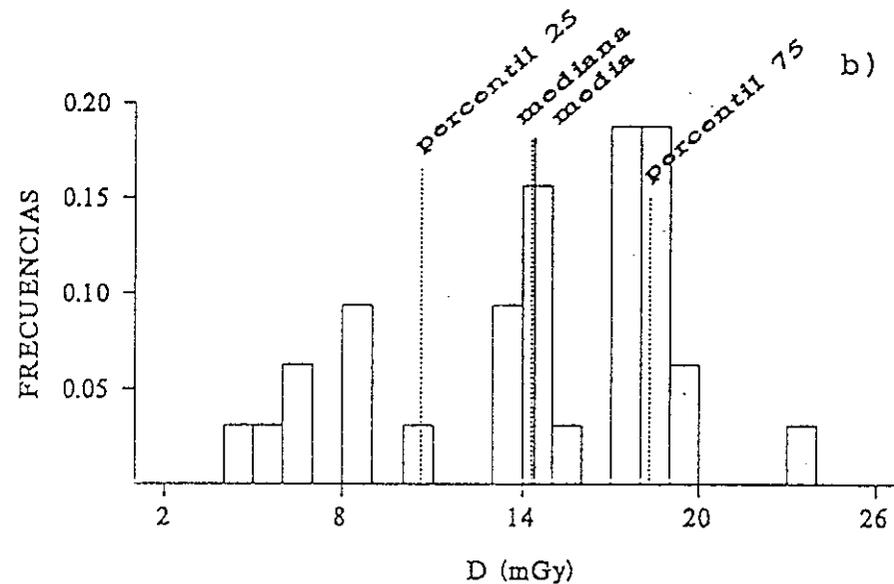
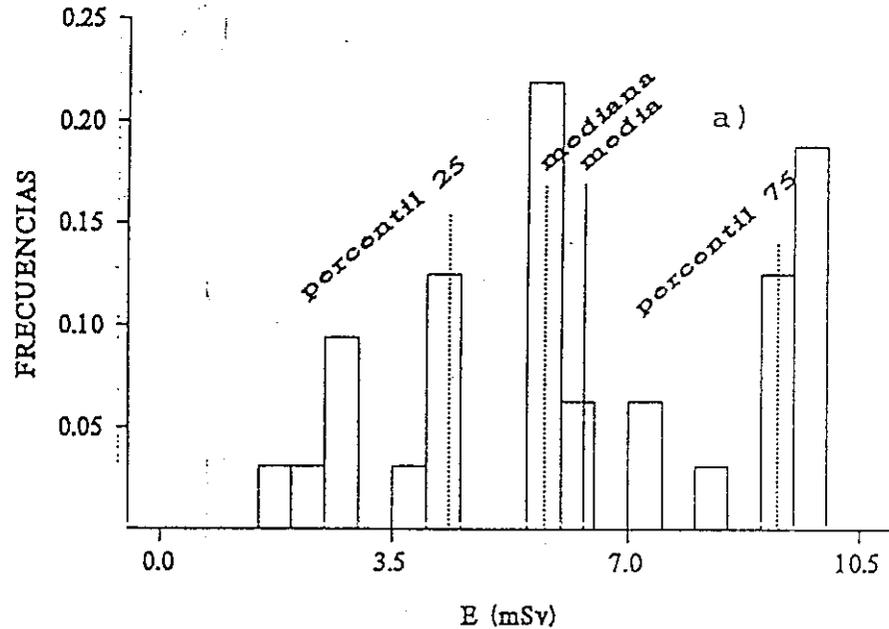


Fig. B5. Distribución de frecuencias. Estudio TC: PELVIS Y ABDOMEN-PELVIS  
 a) dosis efectiva; b) dosis en intestino grueso inf.; c) dosis en estómago; d) dosis en riñones.

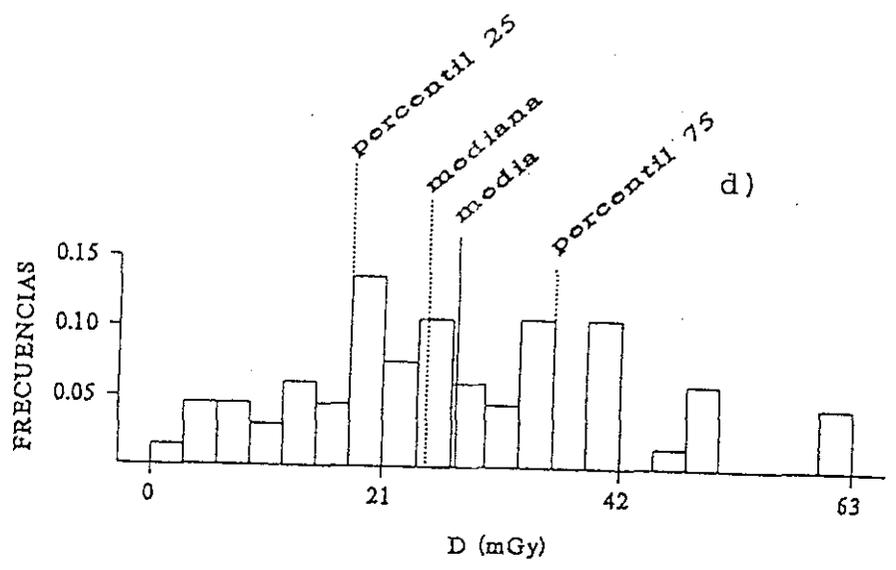
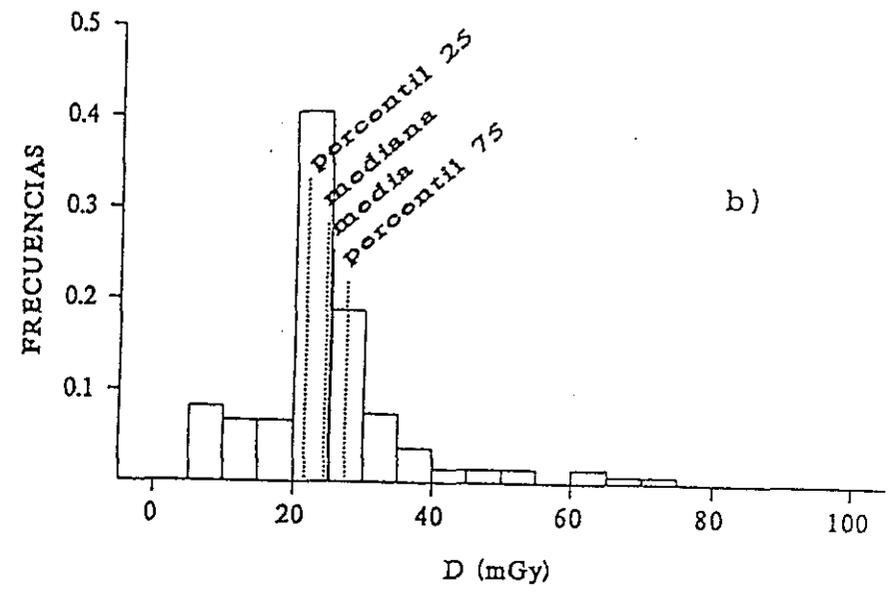
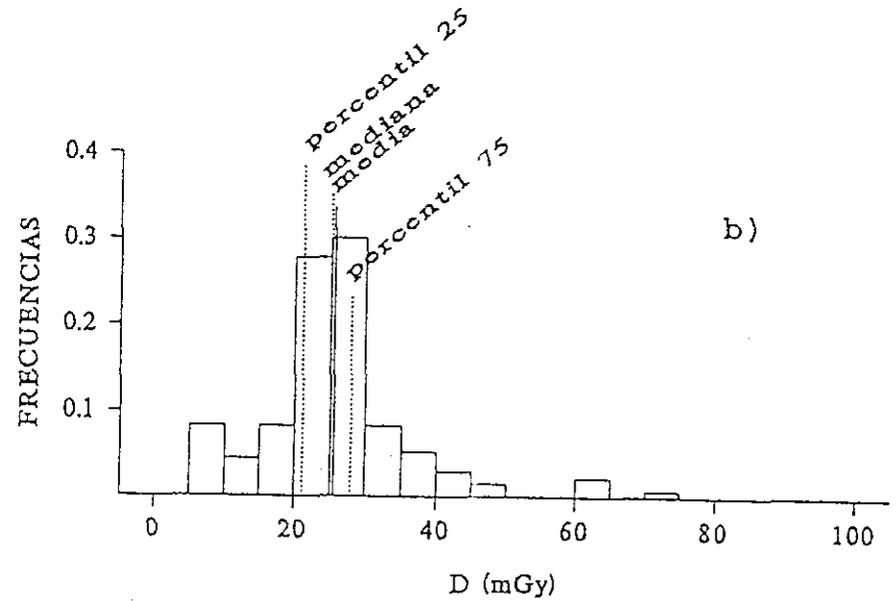
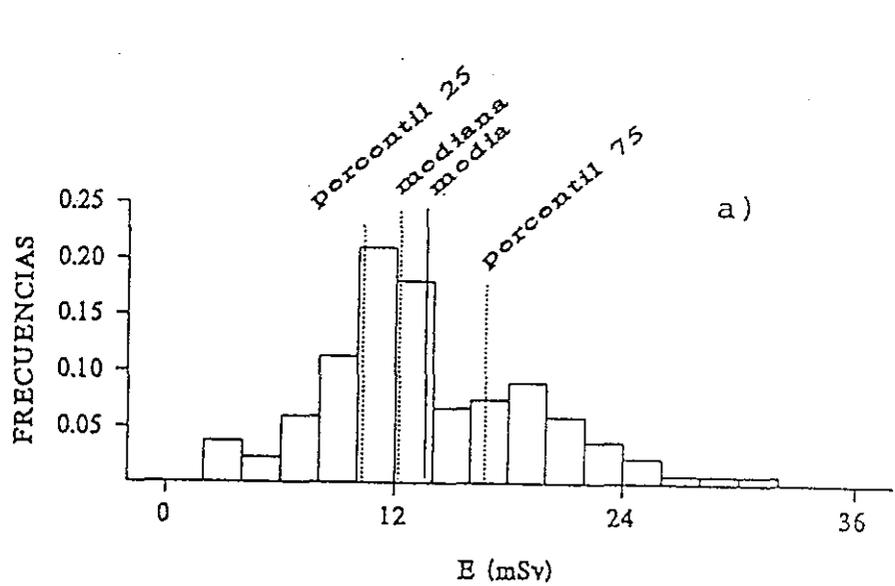


Fig. B6. Distribución de frecuencias. Estudio TC: **ABDOMEN-PELVIS**  
 a) dosis efectiva; b) dosis en int. grueso sup.; c) dosis en int. delgado; d) dosis en útero.

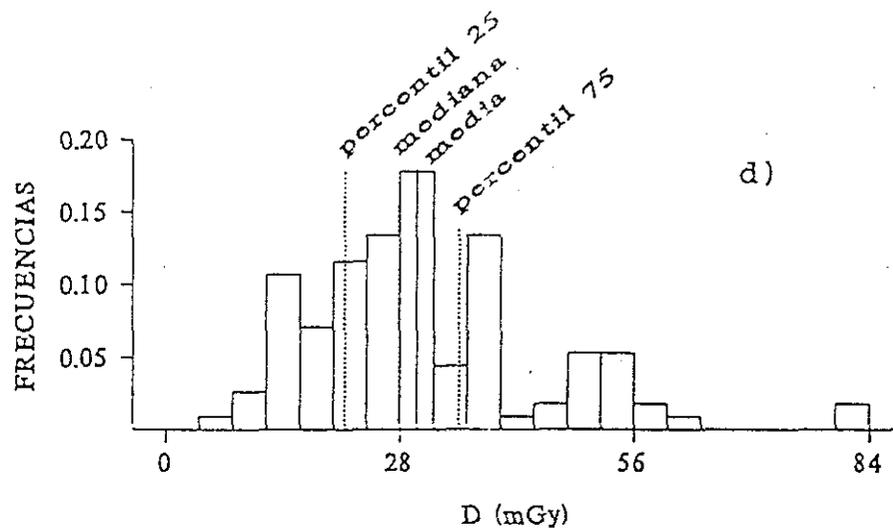
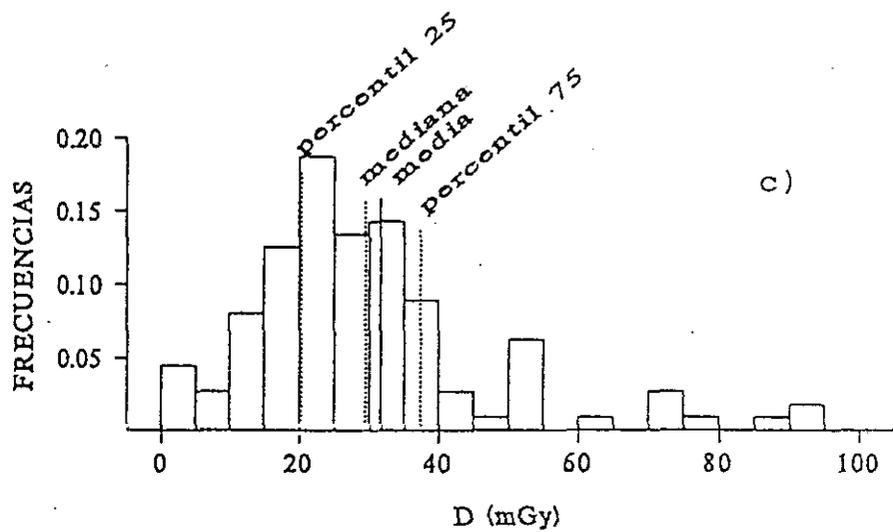
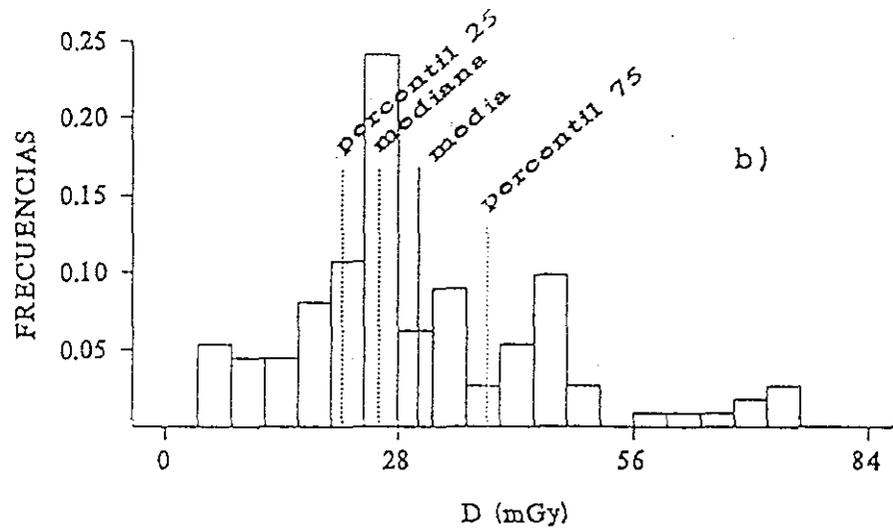
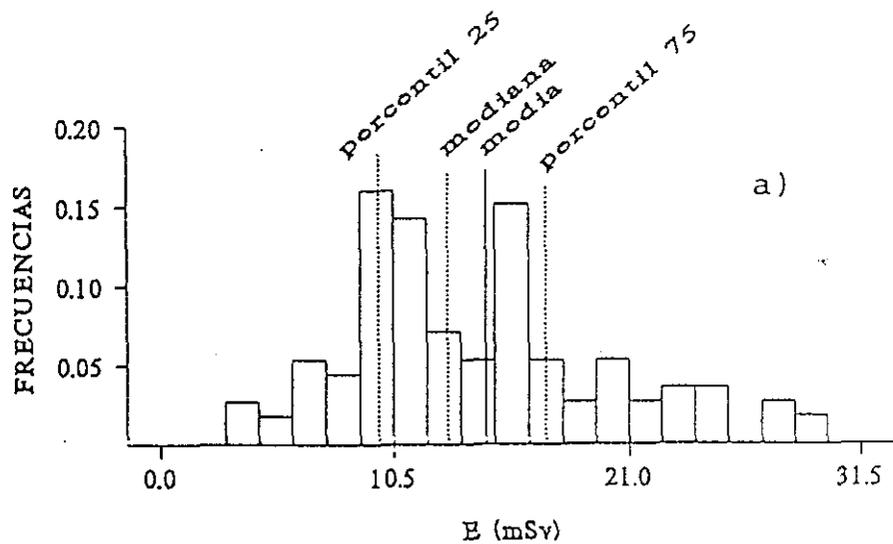


Fig. B7. Distribución de frecuencias. Estudio TC: TÓRAX-ABDOMEN  
 a) dosis efectiva; b) dosis en suprarrenales; c) dosis en riñones; d) dosis en corazón.

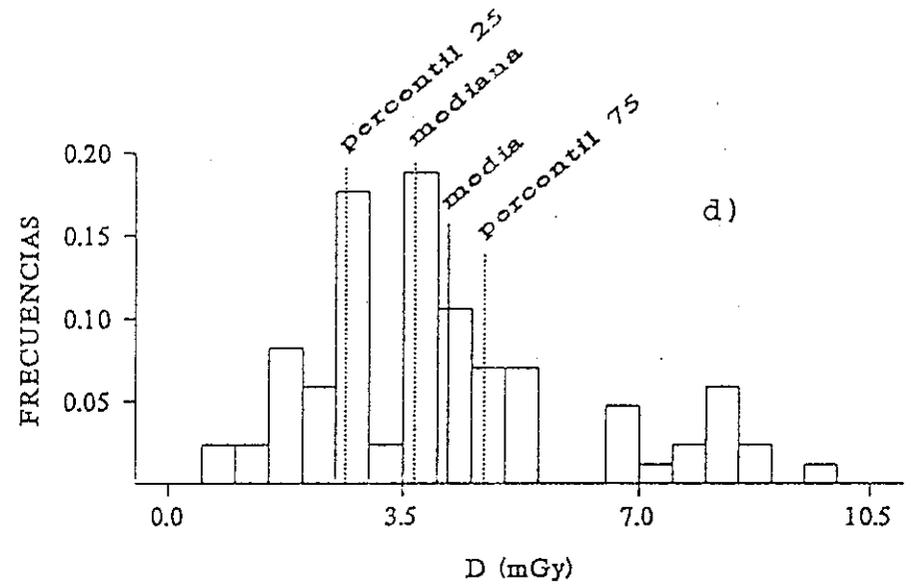
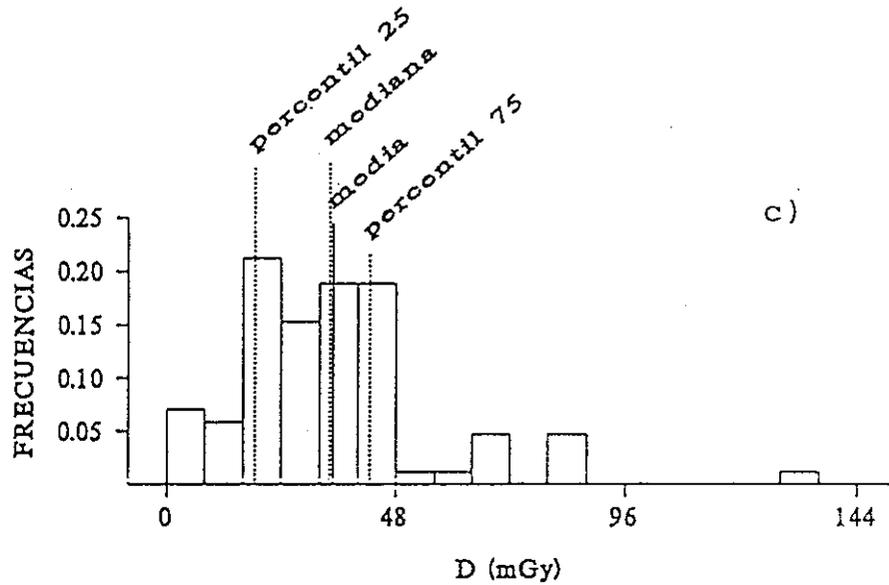
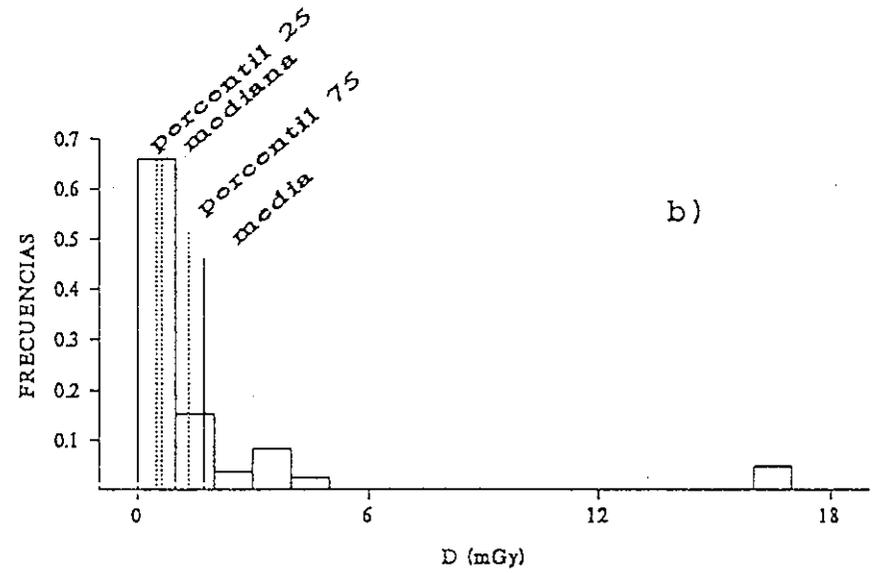
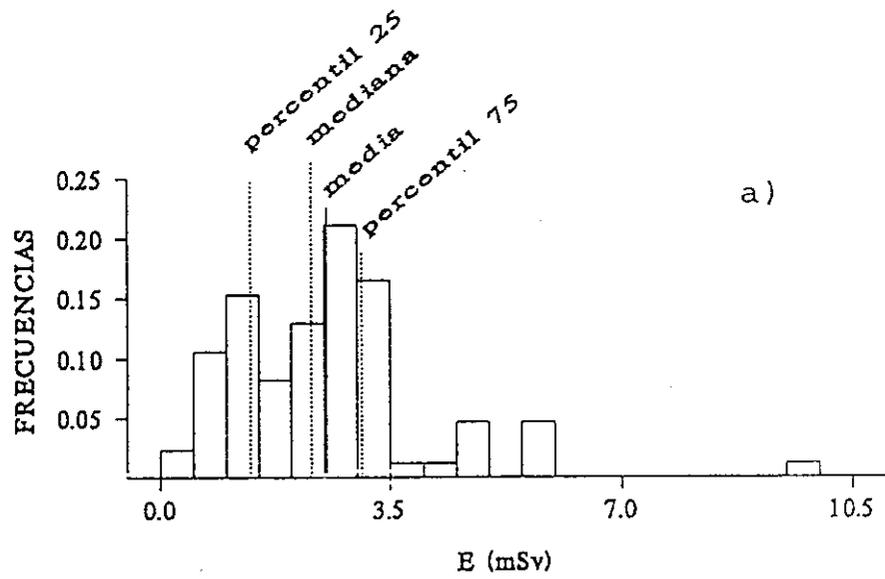


Fig. B8. Distribución de frecuencias. Estudio TC: **COLUMNA CERVICAL**  
 a) dosis efectiva; b) dosis en cristalino; c) dosis en tiroides; d) dosis en huesos.

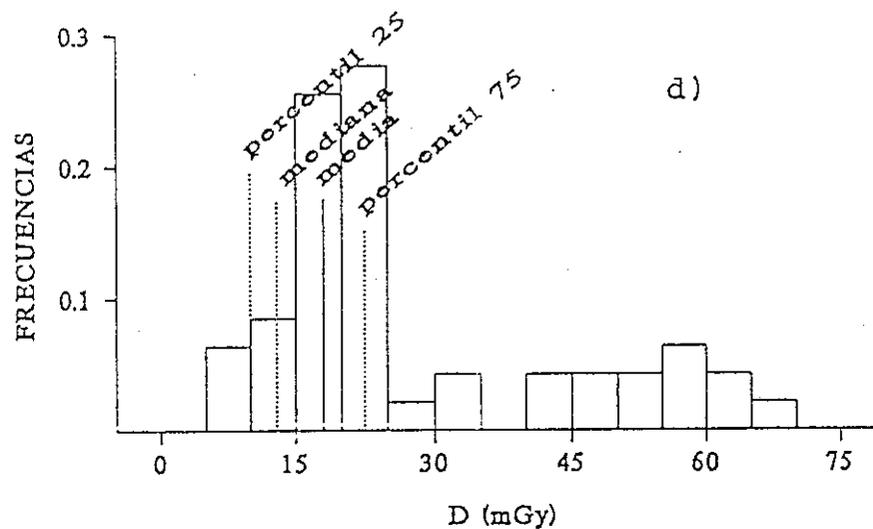
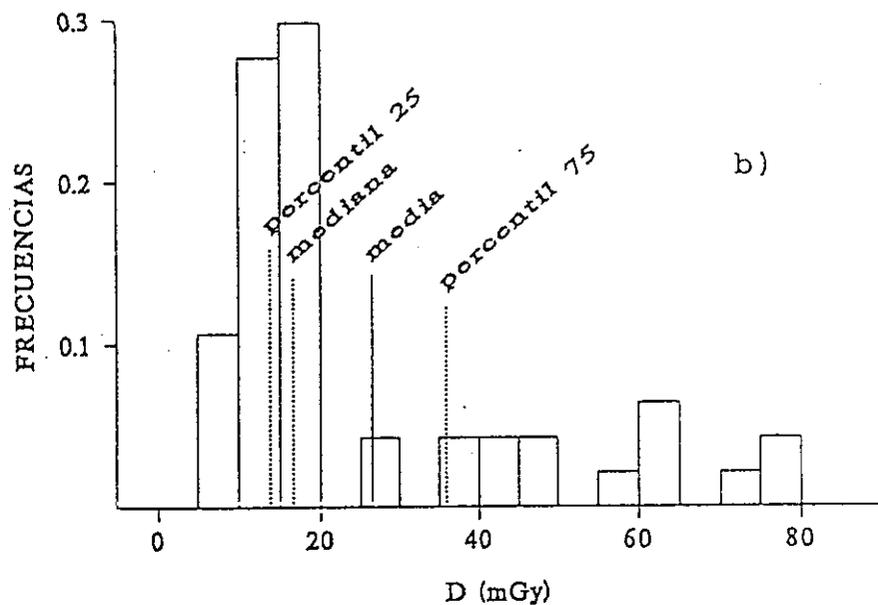
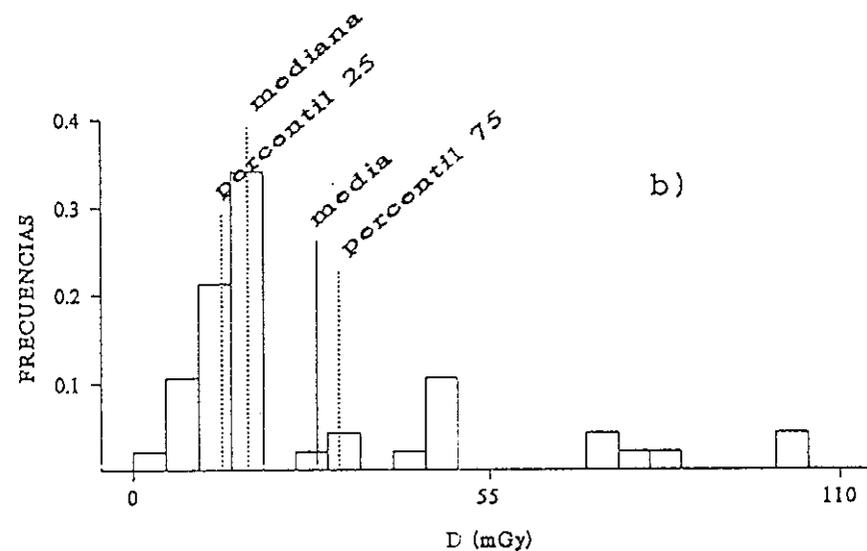
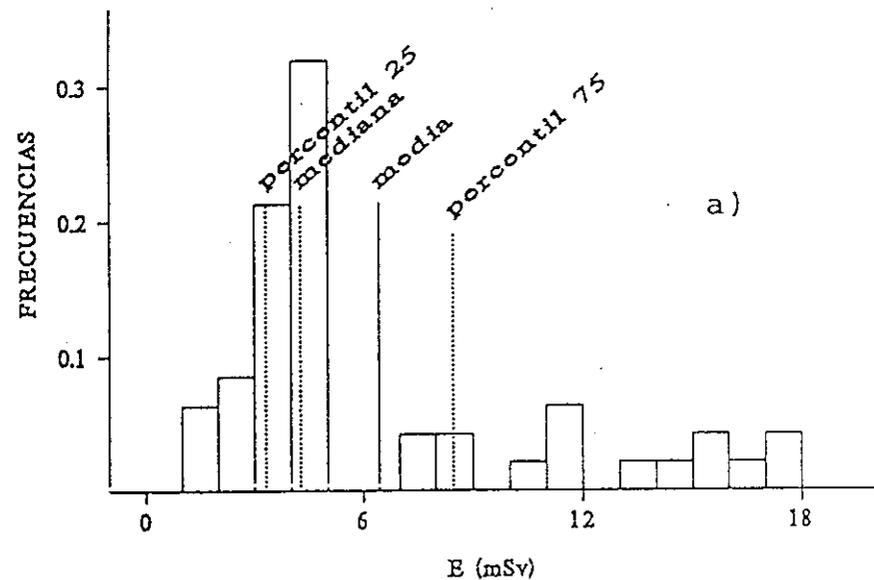


Fig. B9. Distribución de frecuencias. Estudio TC: HÍGADO  
 a) dosis efectiva; b) dosis en suprarrenales; c) dosis en páncreas; d) dosis en riñones.

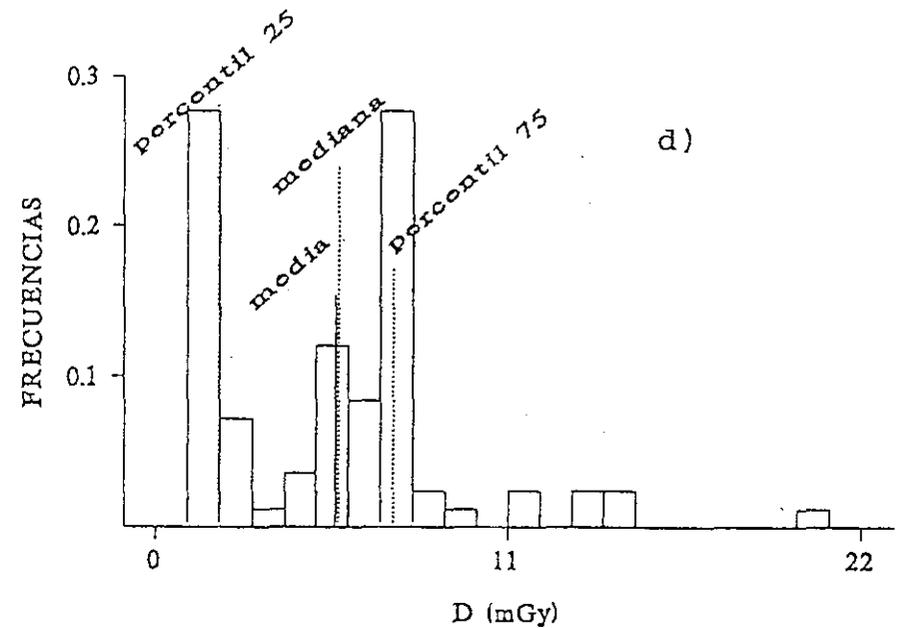
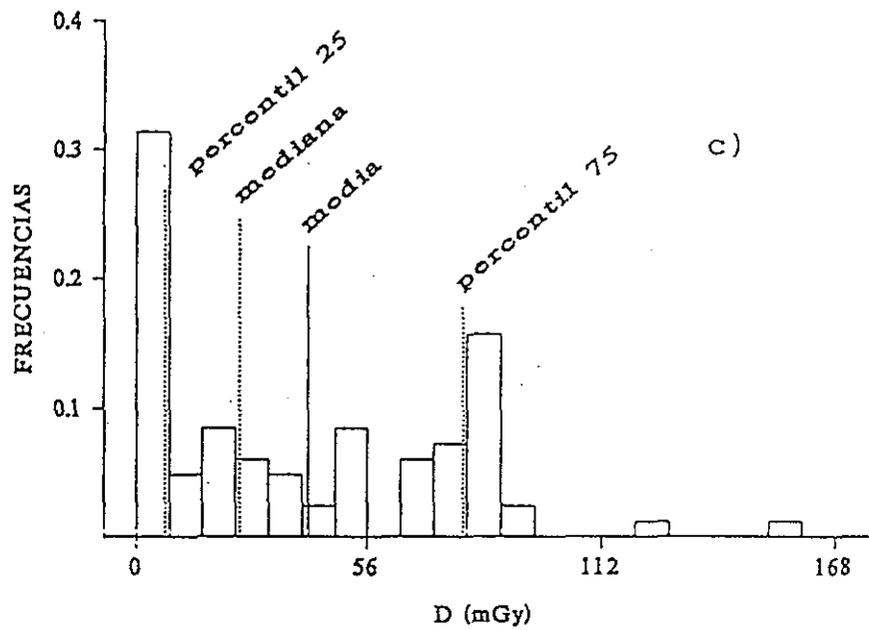
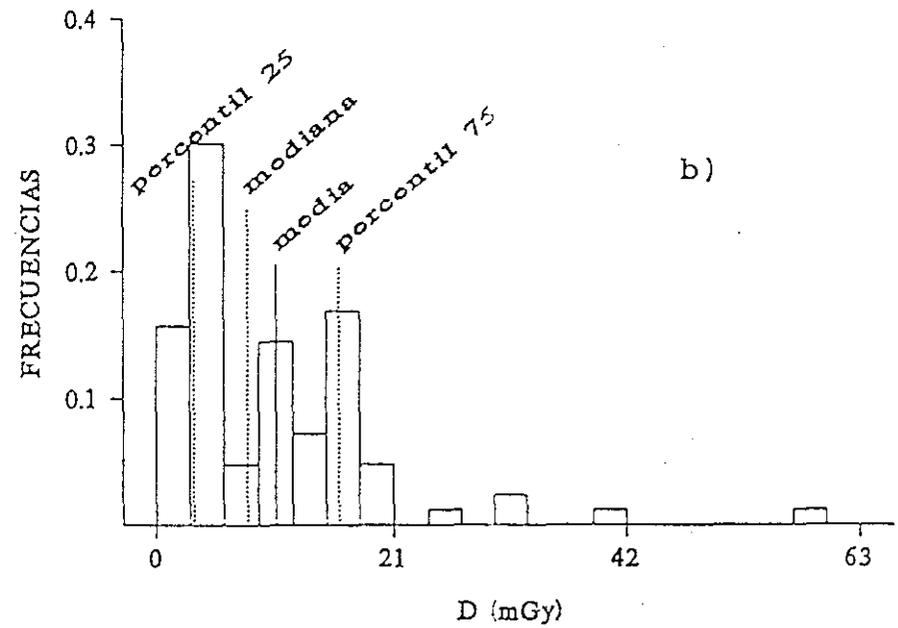
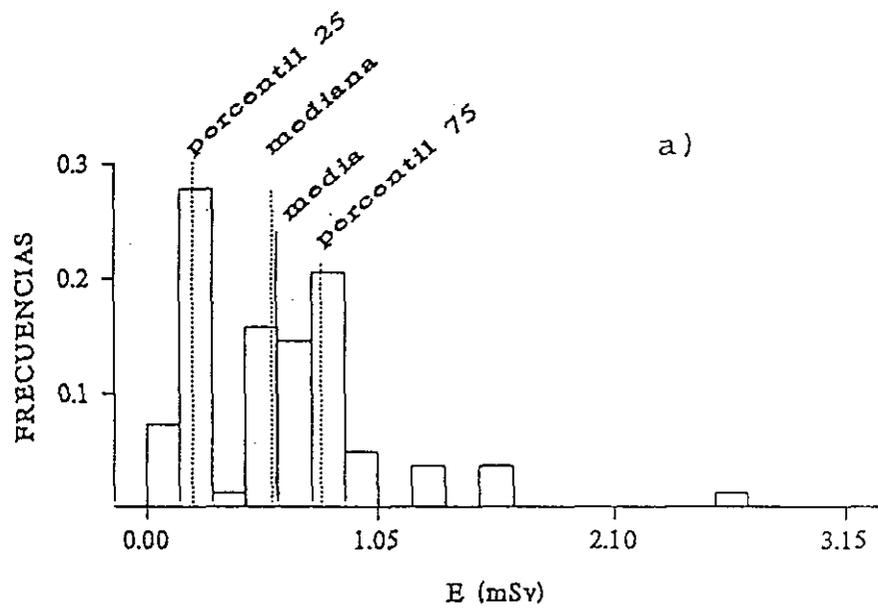


Fig. B10. Distribución de frecuencias. Estudio TC: OÍDO  
 a) dosis efectiva; b) dosis en cerebro; c) dosis en cristalino; d) dosis en huesos.

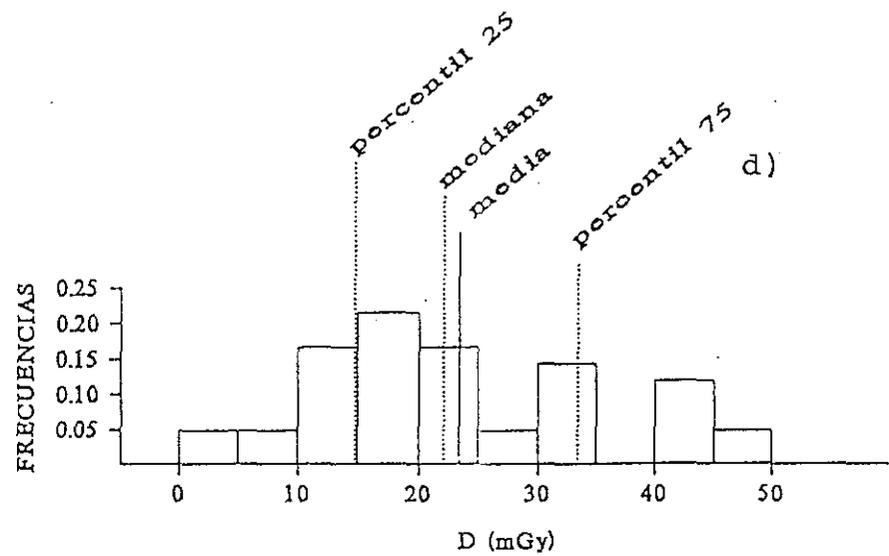
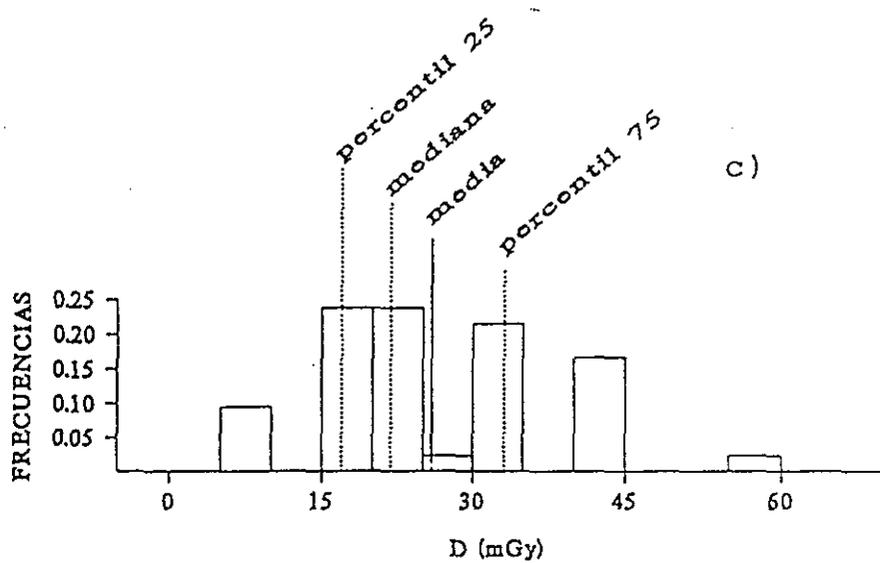
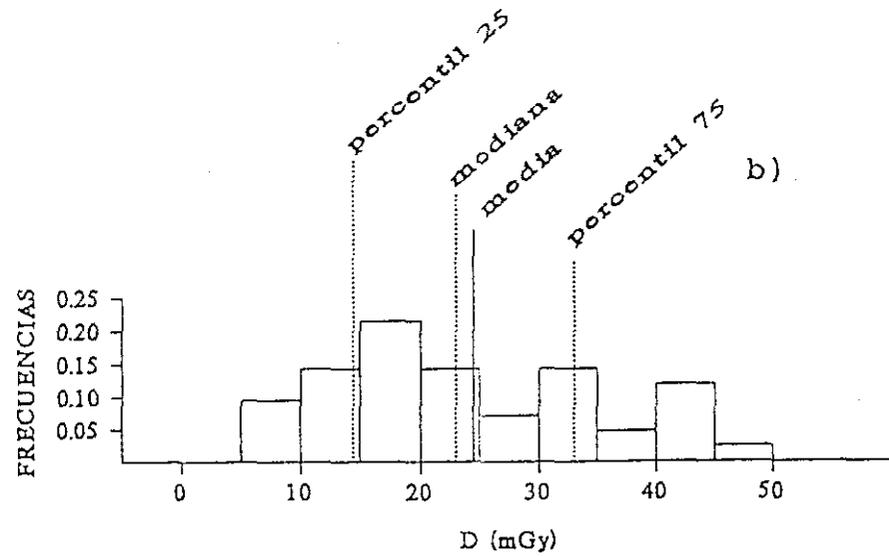
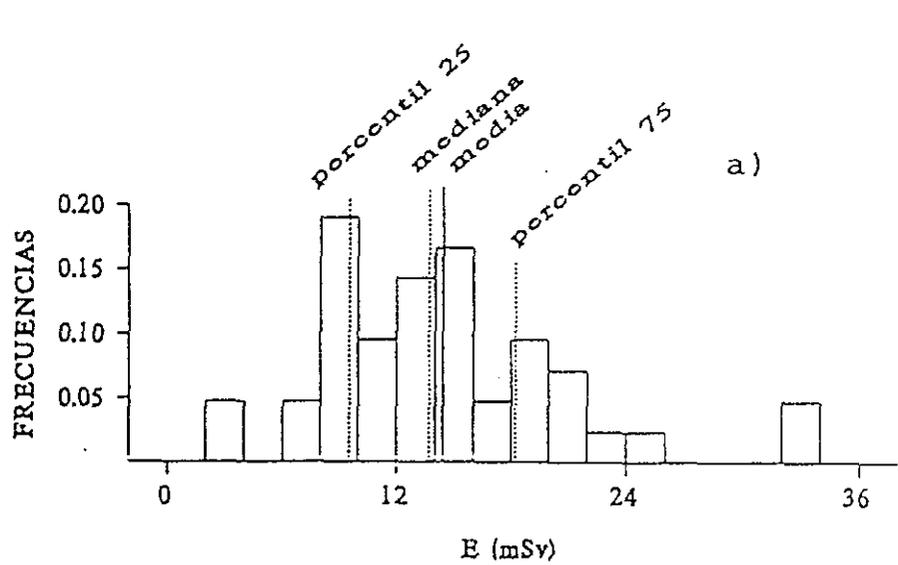
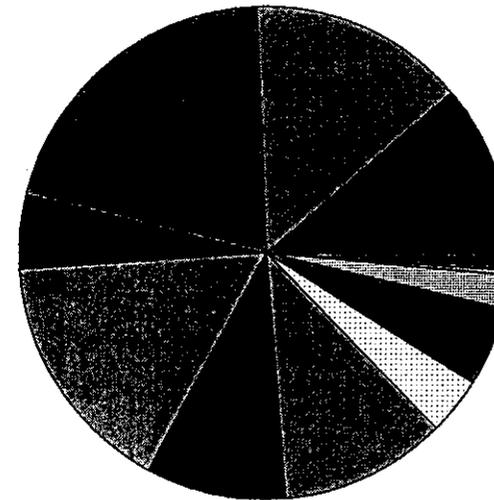
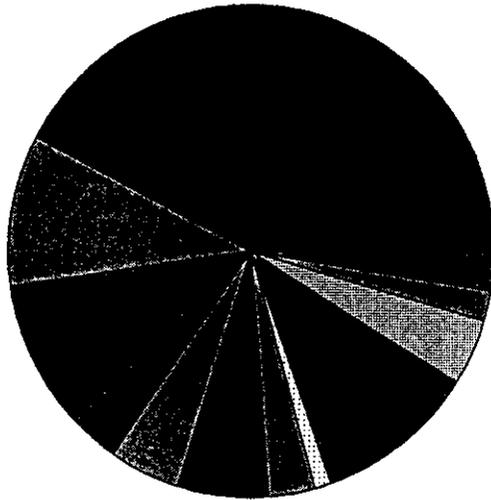


Fig. B11. Distribución de frecuencias. Estudio TC: TORAX-ABD-PELVIS  
 a) dosis efectiva; b) dosis en estómago; c) dosis en riñones; d) dosis en bazo.

- CRANEO
- TORAX
- ABDOMEN
- HIGADO
- TORAX-ABDOMEN
- PELVIS

- ABDOMEN-PELVIS
- TORAX-ABDOMEN-PELVIS
- COLUMNA LUMBAR
- COLUMNA CERVICAL
- OIDO
- OTROS



FRECUENCIA 120 000 EXPLORACIONES

DOSIS EFECTIVA COLECTIVA : 500 pers . Sv

DOSIS EQUIVALENTE EFECTIVA COLECTIVA: 660 pers . Sv

## EXPLORACIONES DE TC EN LA CAM FRECUENCIAS Y DOSIS COLECTIVA ANUAL

## APENDICE C

### TABLAS Y FIGURAS DE RESULTADOS POR EQUIPOS Y TIPOS DE ESTUDIO. PERFILES DOSIMETRICOS. PARAMETROS DE OPERACION Y DOSIS.

#### RELACION DE FIGURAS

Calibraciones dosimétricas.

Equipo Nº 1:	C1, C2, C3 y C4.
Equipo Nº 2:	C5, C6, C7 y C8.
Equipo Nº 3:	C9, C10, C11, C12, C13 y C14.
Equipo Nº 4:	C15, C16, C17 y C18.
Equipo Nº 5:	C19, C20, C21, C22, C23 y C24.
Equipo Nº 6:	C25, C26, C27 y C28.
Equipo Nº 7:	C29, C30, C31 y C32.
Equipo Nº 8:	C33, C34, C35 y C36.
Equipo Nº 9:	C37, C38, C39 y C40.
Equipo Nº 10:	C41, C42, C43 y C44.
Equipo Nº 11:	C45, C46, C47 y C48.
Equipo Nº 12:	C49, C50, C51 y C52.

#### RELACION DE TABLAS

Resultados estadísticos de parámetros de operación y dosis para cada equipo.

Equipo Nº 1:

C1:	Cráneo
C2:	Columna lumbar
C3:	Abdomen
C4:	Tórax
C5:	Pelvis
C6:	Columna cervical
C7:	Oído
C8:	Tórax-abdomen-pelvis

Equipo Nº 2:

C9:	Cráneo
C10:	Columna lumbar

Equipo Nº 3:

C11:	Cráneo
C12:	Abdomen
C13:	Tórax
C14:	Pelvis
C15:	Otros

Equipo N° 4:

C16: Cráneo  
C17: Columna lumbar  
C18: Abdomen  
C19: Tórax  
C20: Pelvis  
C21: Hígado

Equipo N° 5:

C22: Cráneo  
C23: Columna lumbar  
C24: Abdomen  
C25: Tórax  
C26: Tórax-abdomen  
C27: Oído

Equipo N° 6:

C28: Cráneo  
C29: Abdomen  
C30: Tórax  
C31: Abdomen-pelvis  
C32: Columna cervical  
C33: Tórax-abdomen  
C34: Tórax-abdomen-pelvis

Equipo N° 7:

C35: Cráneo  
C36: Columna lumbar  
C37: Abdomen  
C38: Tórax  
C39: Tórax-abdomen

Equipo N° 8:

C40: Abdomen  
C41: Tórax  
C42: Pelvis  
C43: Abdomen-pelvis  
C44: Hígado  
C45: Tórax-abdomen  
C46: Tórax-abdomen-pelvis

Equipo N° 9:

C47: Cráneo  
C48: Columna lumbar  
C49: Columna cervical  
C50: Oído

Equipo N° 11:

C51: Cráneo  
C52: Abdomen  
C53: Tórax  
C54: Abdomen-pelvis  
C55: Hígado

Equipo N° 12:

C56: Cráneo  
C57: Columna lumbar  
C58: Abdomen  
C59: Tórax  
C60: Abdomen-pelvis  
C61: Columna cervical  
C62: Tórax-abdomen  
C63: Oído

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 1  
CT GE 9800  
120 kVp 300 mAs A. corte 1.5 mm

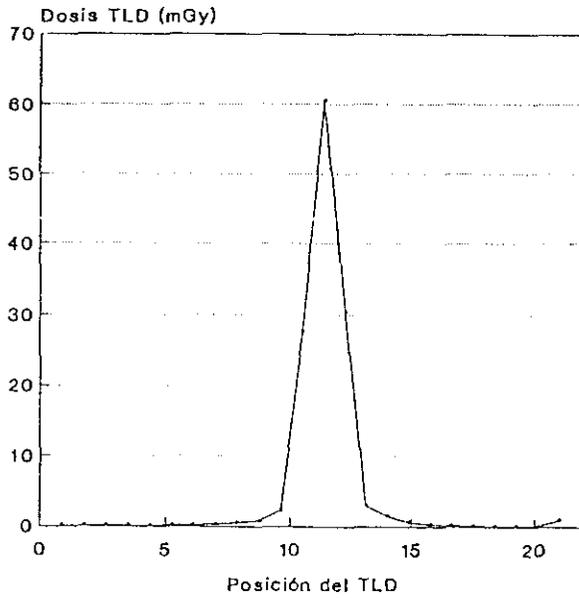


fig. C1

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 1  
CT GE 9800  
120 kVp 300 mAs A. corte 10 mm

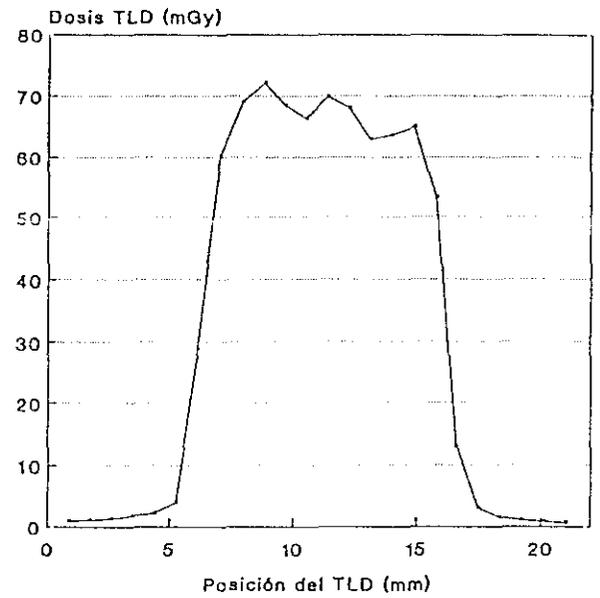


fig. C2

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 1  
CT GE 9800  
120 kVp 300 mAs A. corte 10 mm

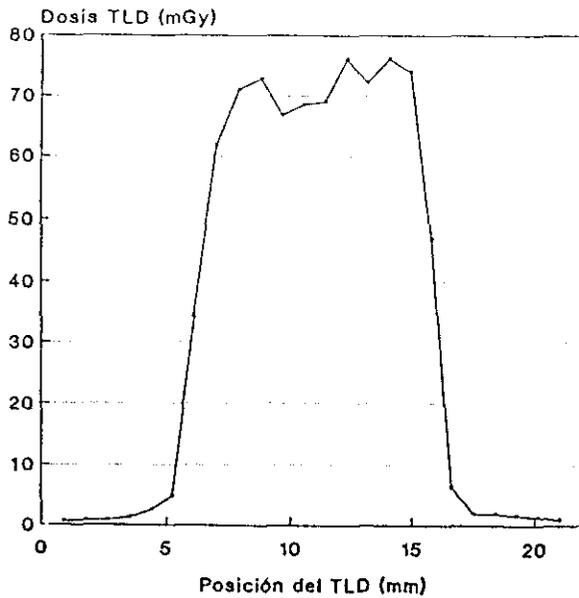


fig. C3

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 1  
CT GE 9800  
140 kVp 300 mAs A. corte 10 mm

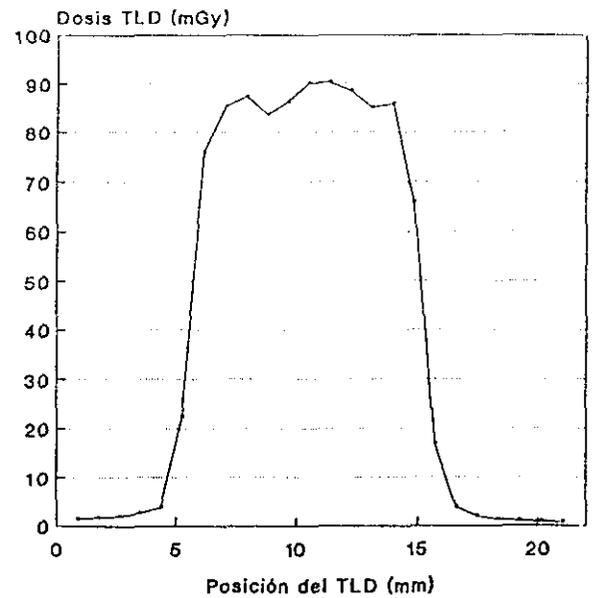
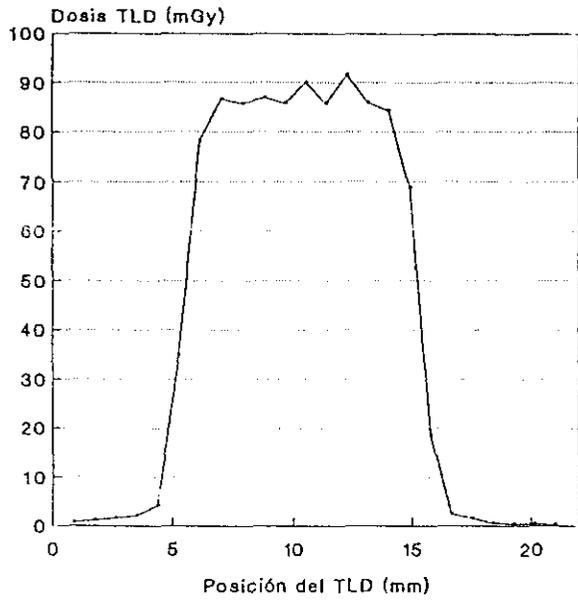


fig. C4

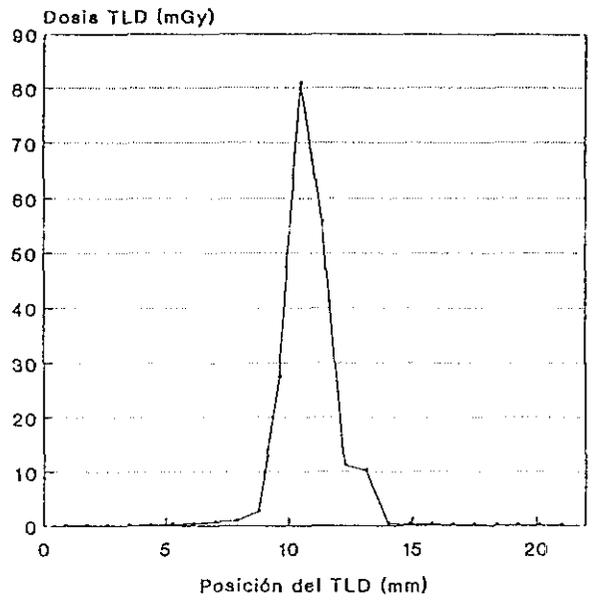
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 2  
 GE CT/T 8800  
 120 kVp 737 mAs A. corte 10 mm



CTDI= 89.5 mGy fe= 1.00

fig. C5

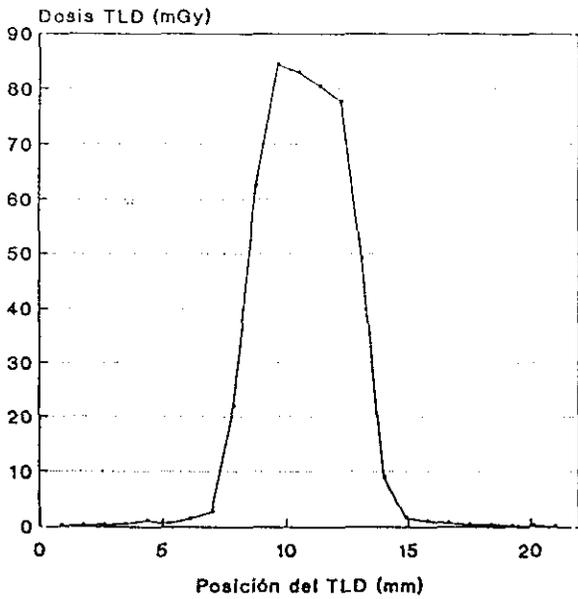
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 2  
 GE CT/T 8800  
 120 kVp 737 mAs A. corte 1.5 mm



CTDI= 115.1 mGy fe= 1.42

fig. C6

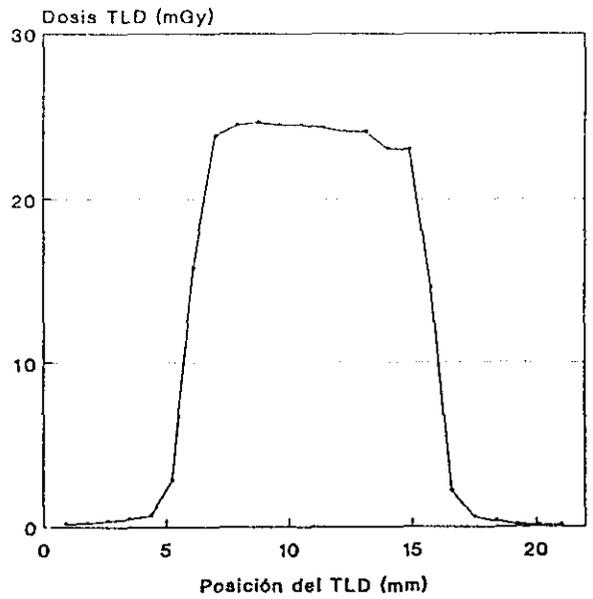
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 2  
 GE CT/T 8800  
 120 kVp 737 mAs A. corte 5 mm



CTDI= 86.2 mGy fe= 1.04

fig. C7

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 2  
 GE CT/T 8800  
 120 kVp 230 mAs A. corte 10 mm



CTDI= 25.0 mGy fe= 1.01

fig. C8

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 3  
CT PHILIPS TOMOSCAN 60/TX  
120 kVp 178 mAa A. corte 10 mm

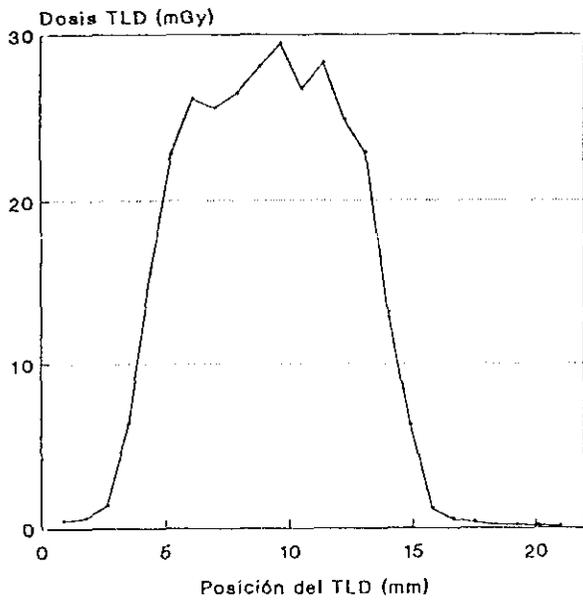


fig. C9

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 3  
CT PHILIPS TOMOSCAN 60/TX  
120 kVp 860 mAa A. corte 2 mm

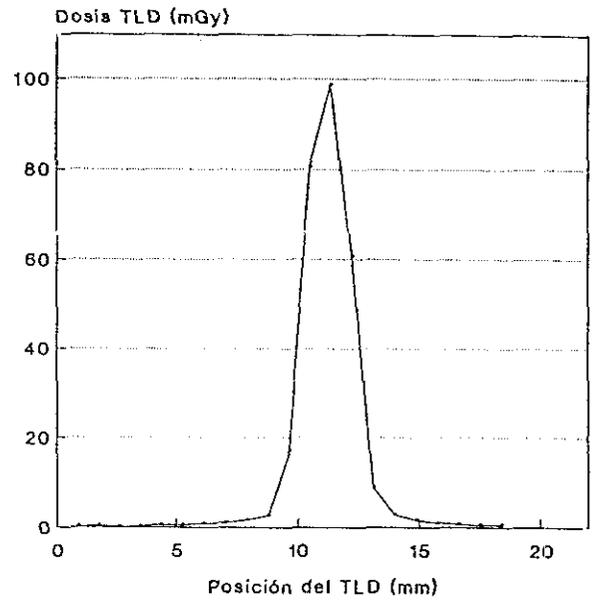


fig. C10

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 3  
CT PHILIPS TOMOSCAN 60/TX  
120 kVp 528 mAa A. corte 10 mm

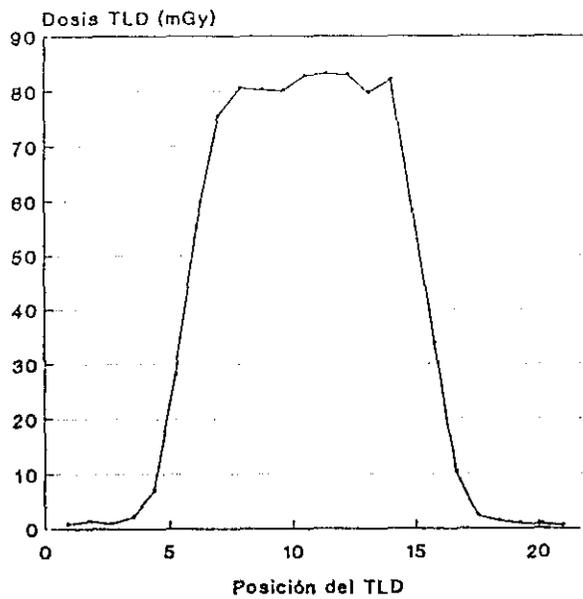


fig. C11

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 3  
CT PHILIPS TOMOSCAN 60/TX  
120 kVp 528 mAa A. corte 5 mm

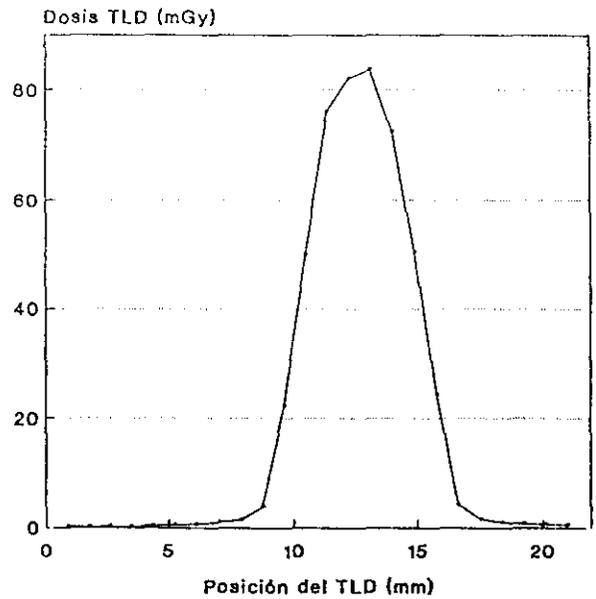
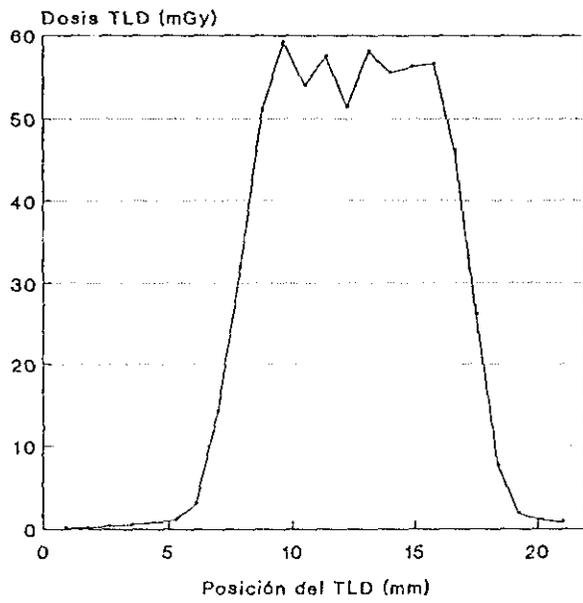


fig. C12

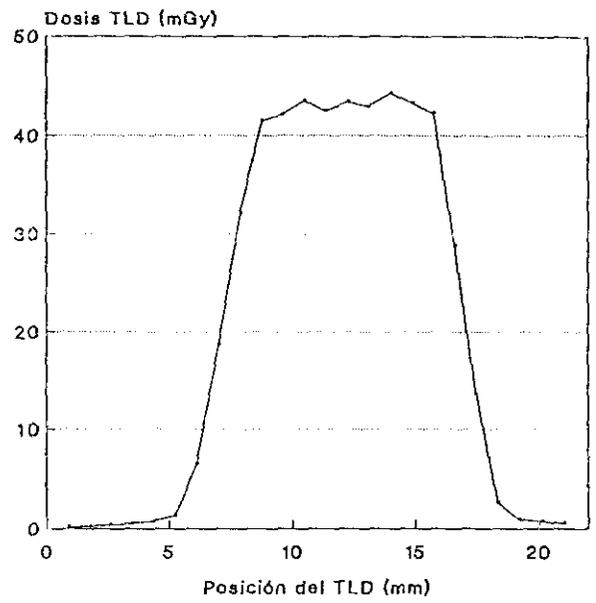
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 3  
CT PHILIPS TOMOSCAN 60/TX  
120 kVp 330 mA<sub>s</sub> A. corte 10 mm



CTDI = 60.4 mGy fe = 1.08

fig. C13

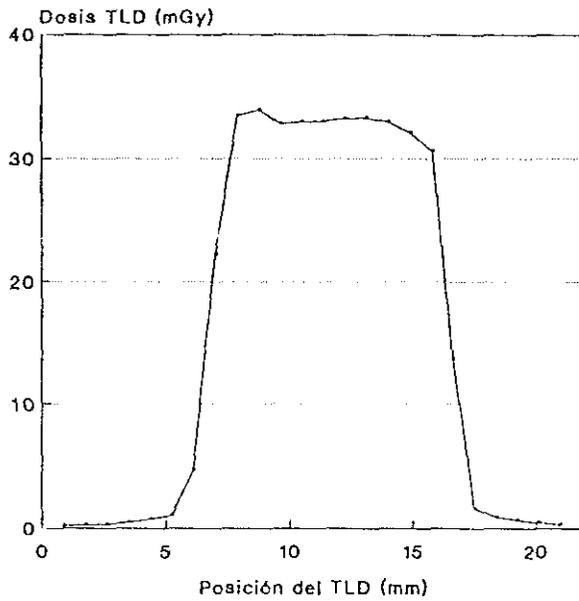
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N°3  
CT PHILIPS TOMOSCAN 60/TX  
120 kVp 352 mA<sub>s</sub> A. corte 10 mm



CTDI = 46.4 mGy fe = 1.08

fig. C14

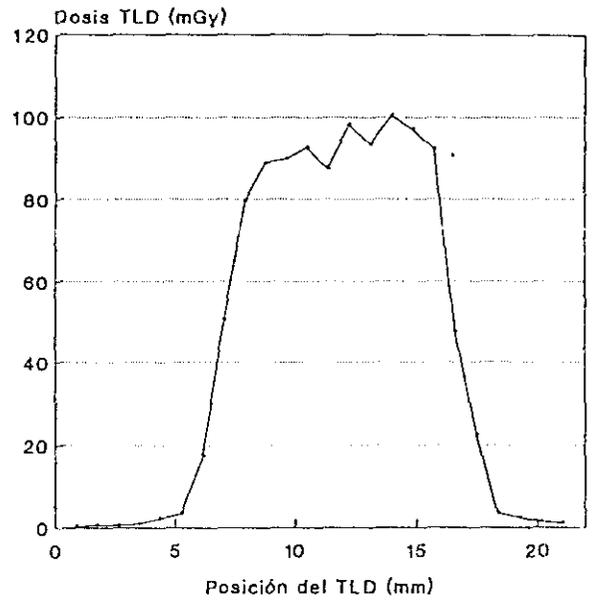
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 4  
CT GE 9000 HP  
120 kVp 255 mAs A. corte 10 mm



CTDI= 33.7 mGy fe= 0.99

fig. C15

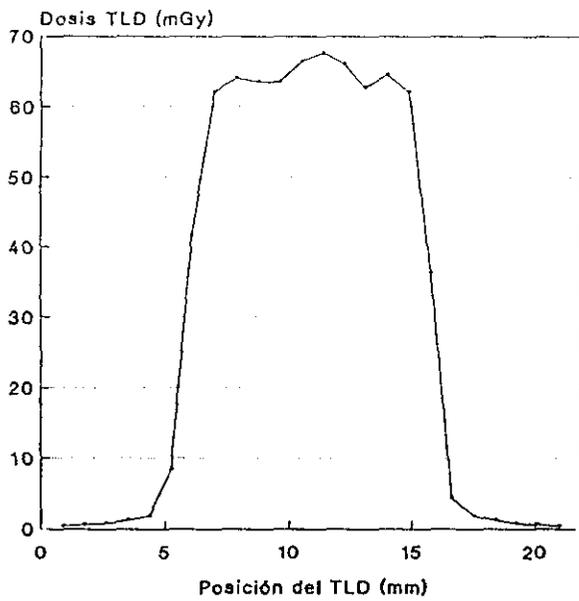
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 4  
CT GE 9000 HP  
120 kVp 682 mAs A. corte 10 mm



CTDI= 97.2 mGy fe= 0.99

fig. C16

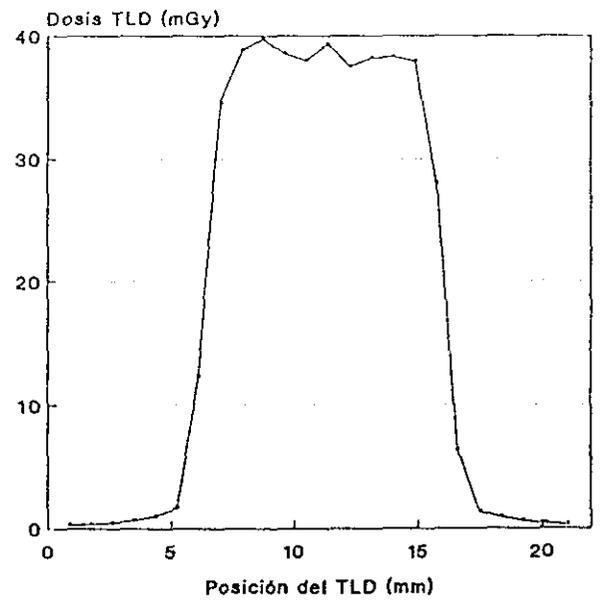
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 4  
CT GE 9000 HP  
120 kVp 533 mAs A. corte 10 mm



CTDI= 66.7 mGy fe= 1.01

fig. C17

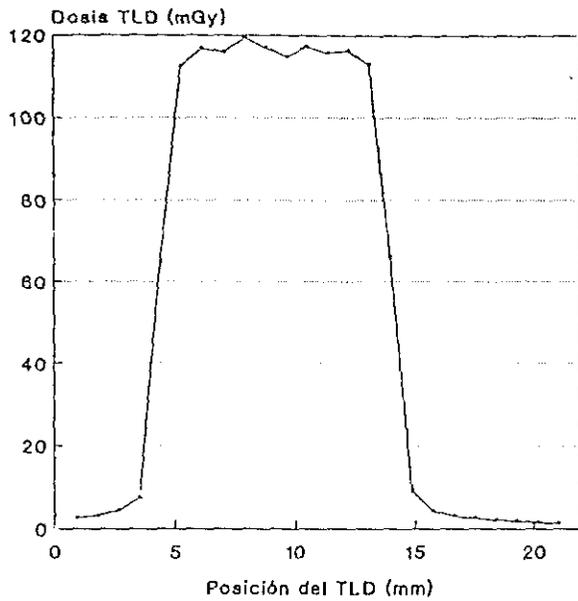
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 4  
CT GE 9000 HP  
120 kVp 318 mAs A. corte 10 mm



CTDI= 39.0 mGy fe= 1.00

fig. C18

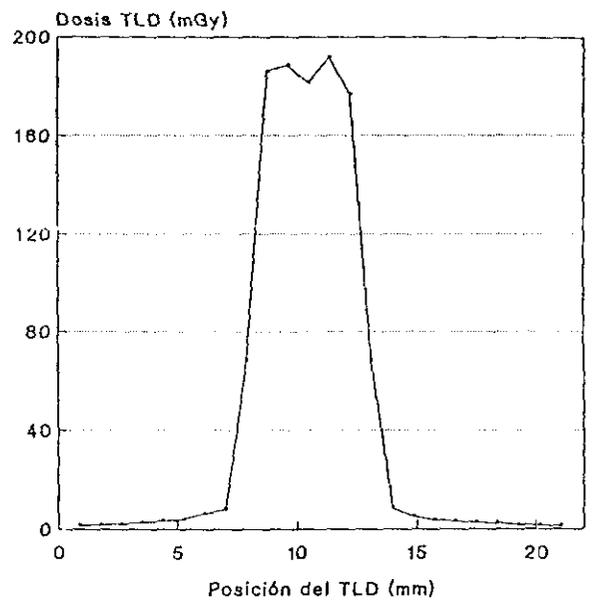
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 5  
 CT GE SYTEC 3000  
 120 kVp 300 mAs A. corte 10 mm



CTDI= 119,3 mGy fe= 1.00

fig. C19

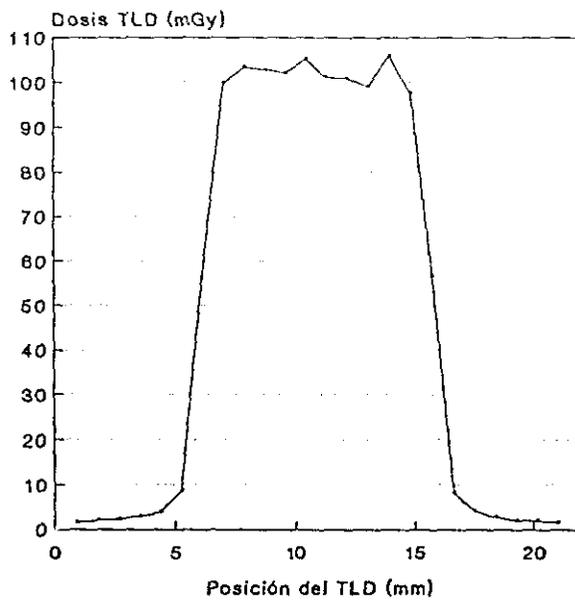
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 5  
 CT GE SYTEC 3000  
 120 kVp 500 mAs A. corte 5 mm



CTDI= 200 mGy fe= 1.06

fig. C20

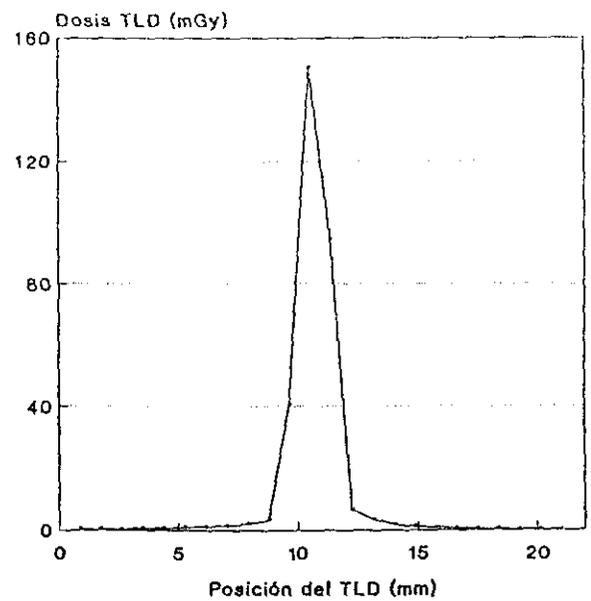
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 5  
 CT GE SYTEC 3000  
 120 kVp 300 mAs A. corte 10 mm



CTDI= 105 mGy fe= 1.02

fig. C21

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 5  
 GE SYTEC 3000  
 120 kVp 800 mAs A. corte 1 mm



CTDI= 302 mGy fe= 2.01

fig. C22

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 5  
GE SYTEC 3000  
120 kVp 650 mAs A. de corte 3 mm

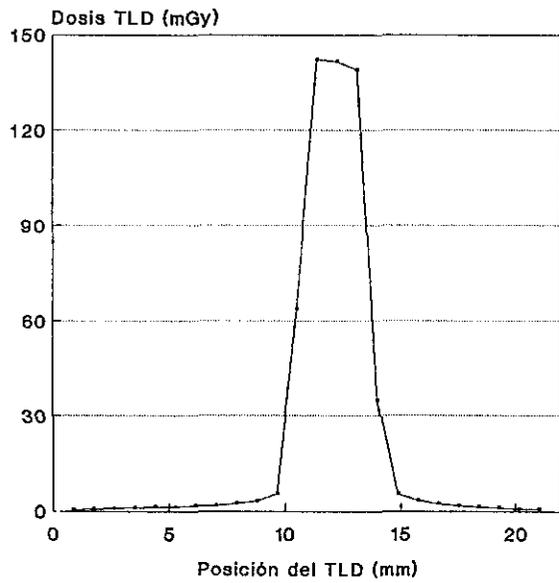


fig. C23

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 5  
CT GE SYTEC 3000  
120 kVp 180 mAs A. de corte 10 mm

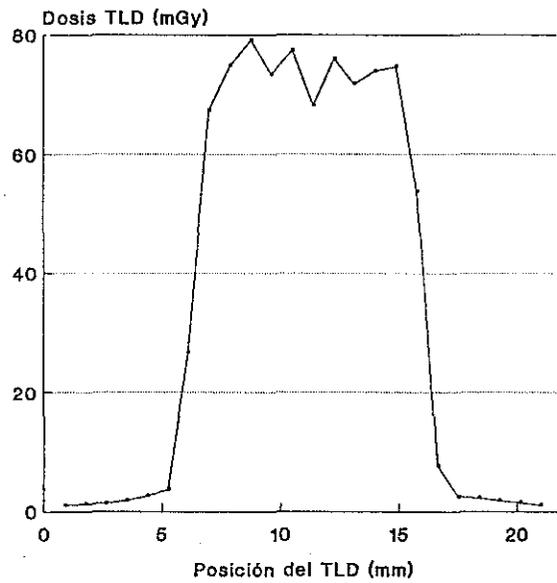


fig. C24

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 6  
SIEMENS SOMATOM HIQ  
133 kVp 350 mAs A. corte 5 mm

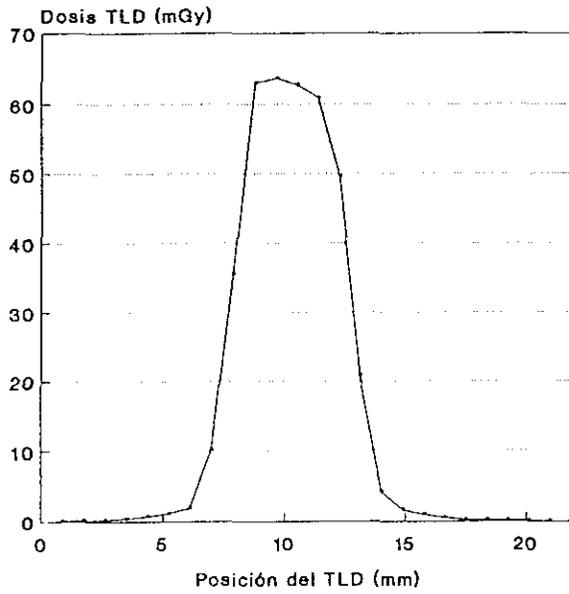


fig. C25

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 6  
SIEMENS SOMATOM HIQ  
133 kVp 240 mAs A. corte 10 mm

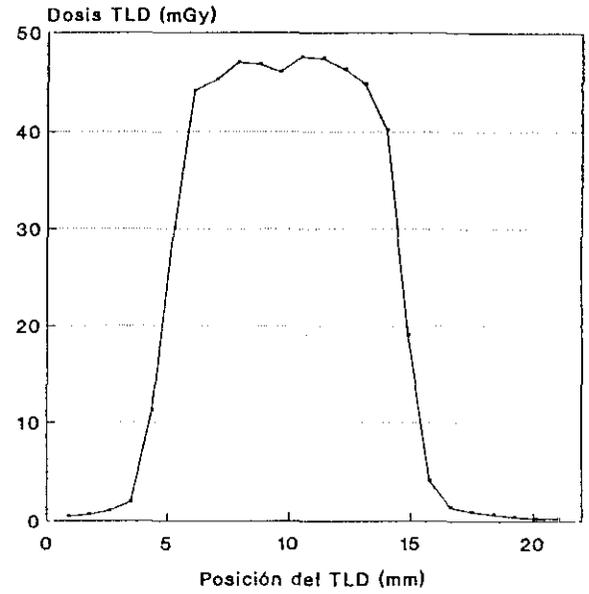


fig. C26

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 6  
SIEMENS SOMATOM HIQ  
133 kVp 350 mAs A. corte 10 mm

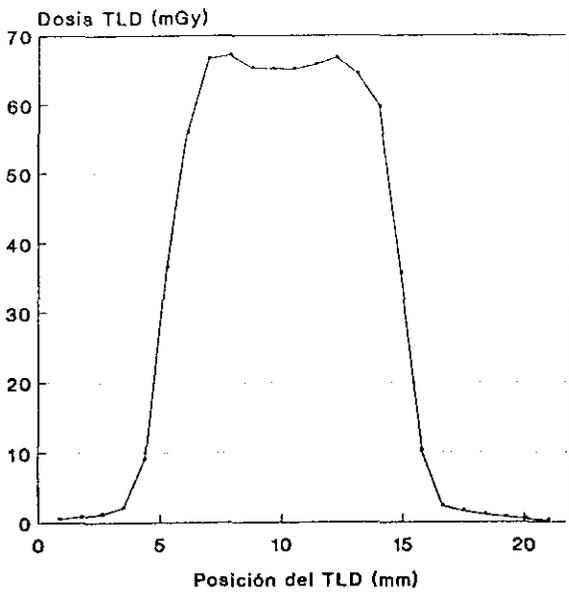


fig. C27

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 6  
SIEMENS SOMATOM HIQ  
133 kVp 475 mAs A. corte 1 mm

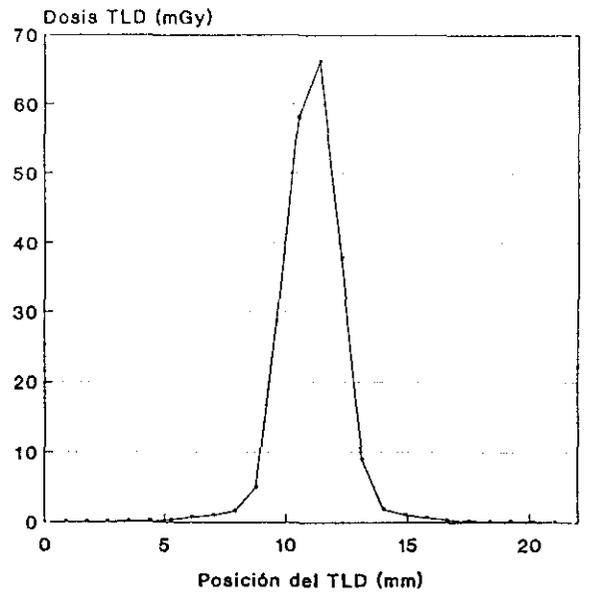
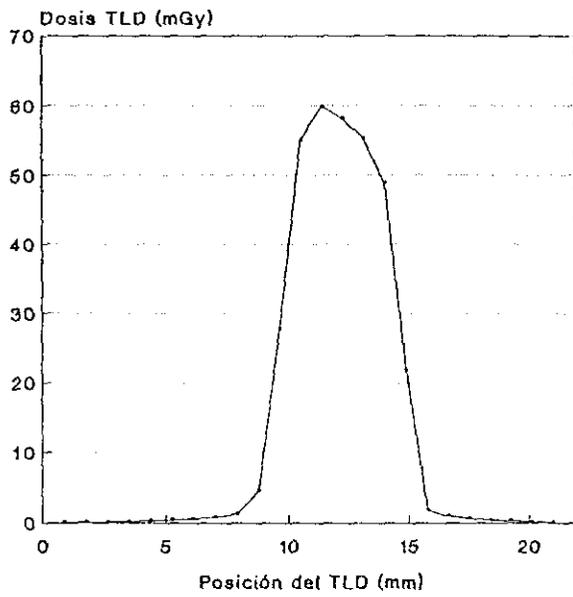


fig. C28

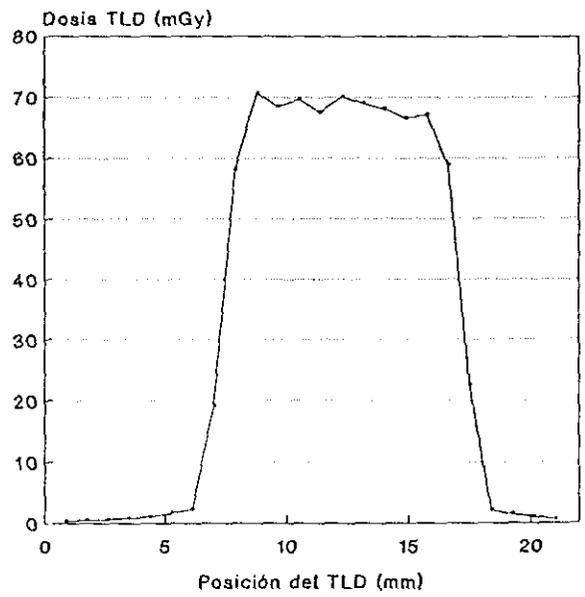
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 7  
 CT GE 9000  
 120 kVp 533 mAs A. corte 5 mm



CTDI= 61.0 mGy fe= 1.02

fig. C29

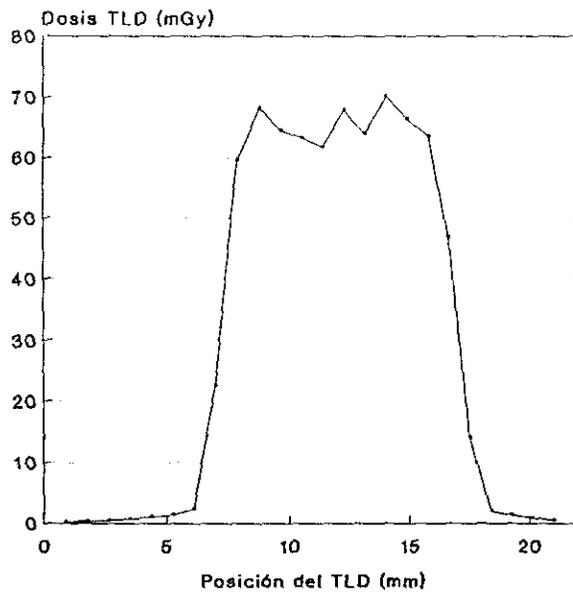
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 7  
 GE CT 9000  
 120 kVp 533 mAs A. corte 10 mm



CTDI= 70.6 mGy fe= 1.01

fig. C30

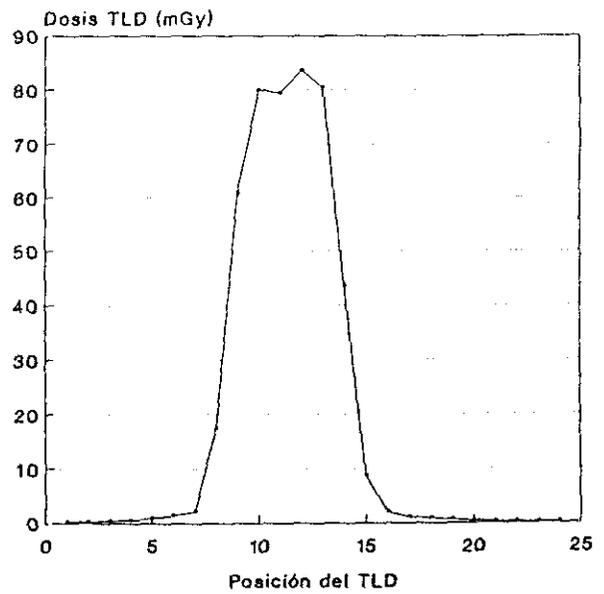
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 7  
 GE CT 9000  
 120 kVp 533 mAs A. corte 10 mm



CTDI= 67.2 mGy fe= 0.99

fig. C31

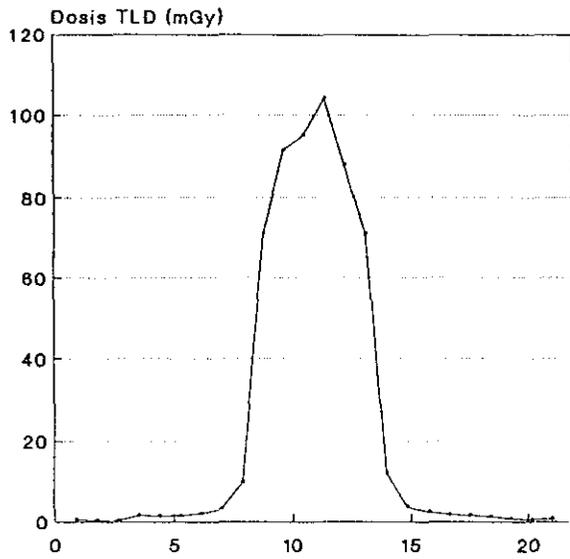
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 7  
 GE CT 9000  
 120 kVp 682 mAs A. corte 5 mm



CTDI= 83.9 mGy fe= 1.00

fig. C32

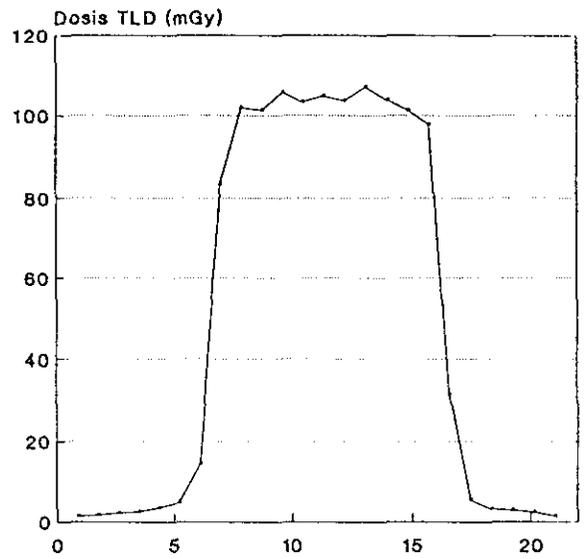
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 8  
CT GE SYTEC 3000  
120 kVp 300 mAs A. corte 5 mm



CTDI= 101.4 mGy fe= 1.06

fig. C33

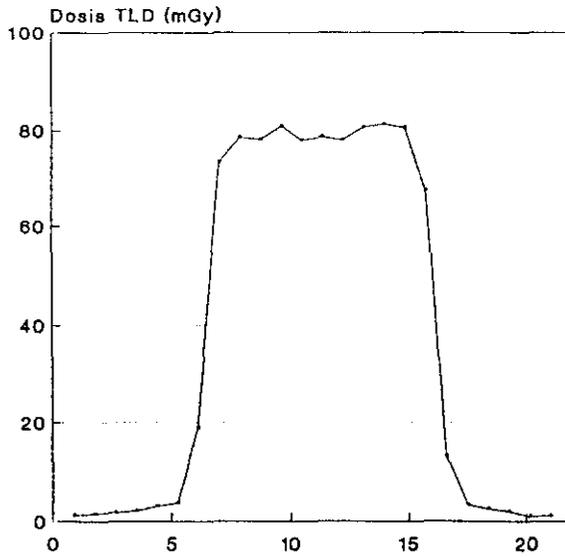
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 8  
CT GE SYTEC 3000  
120 kVp 300 mAs A. corte 10 mm



CTDI= 107.1 mGy fe= 1.01

fig. C34

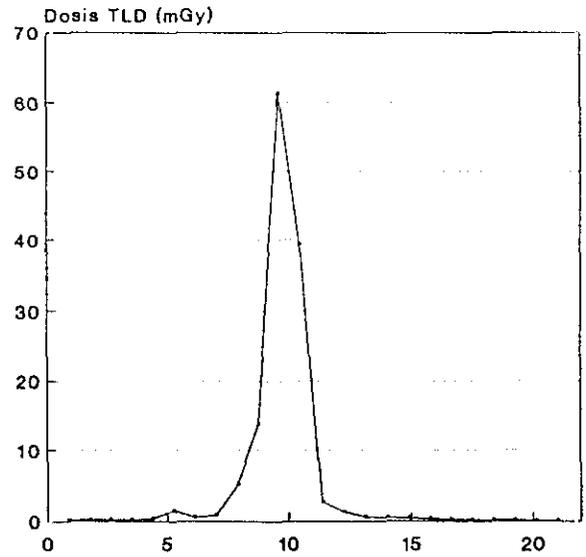
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 8  
CT GE SYTEC 3000  
120 kVp 240 mAs A. corte 10 mm



CTDI= 81.5 mGy fe= 1.01

fig. C35

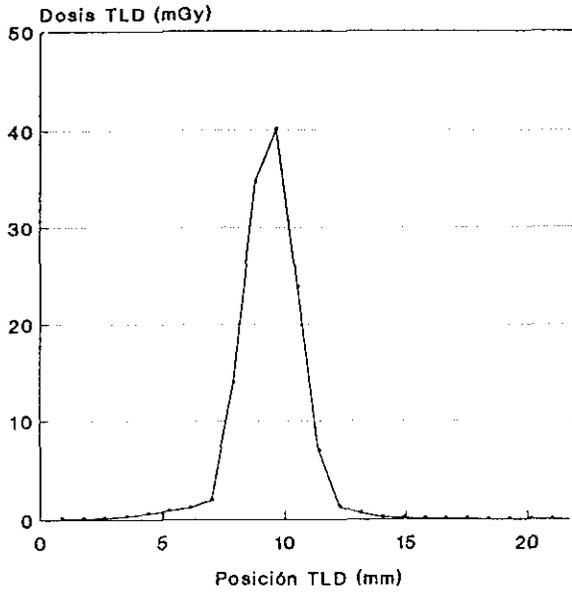
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 8  
CT GE SYTEC 3000  
120 kVp 240 mAs A. corte 1 mm



CTDI= 117.2 mGy fe= 1.91

fig. C36

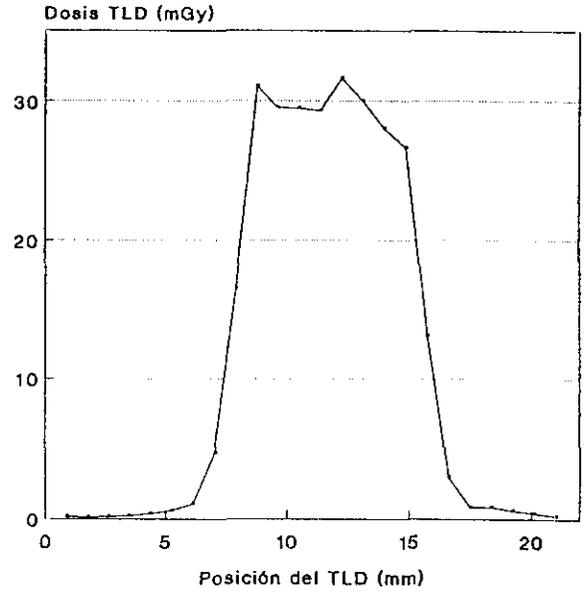
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 9  
CT SOMATOM DRH  
125 kVp 550 mAs A. corte 2 mm



CTDI= 57.1 mGy fe= 1.43

fig. C37

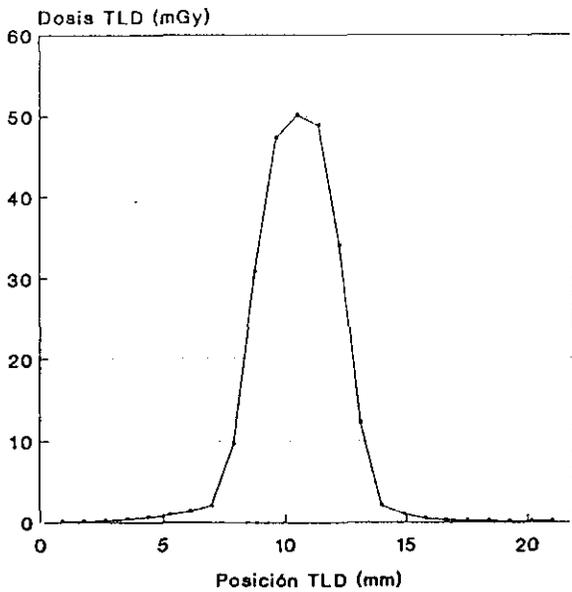
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 9  
CT SOMATOM DRH  
125 kVp 410 mAs A. corte 8 mm



CTDI= 31.4 mGy fe= 0.99

fig. C38

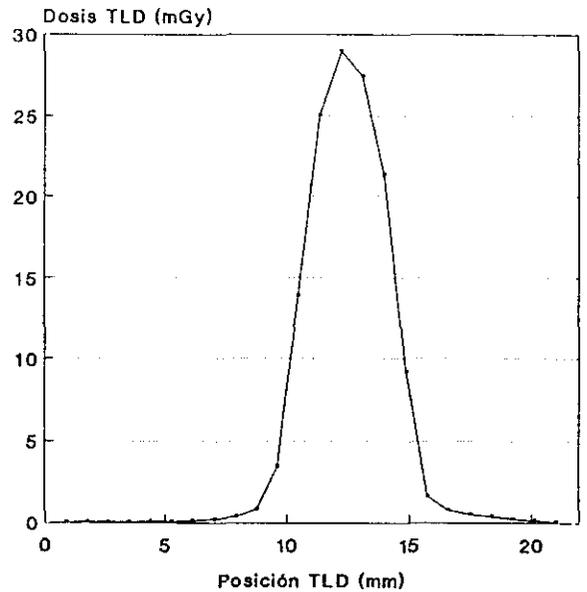
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 9  
CT SOMATOM DRH  
125 kVp 550 mAs A. corte 4 mm



CTDI= 54.5 mGy fe= 1.09

fig. C39

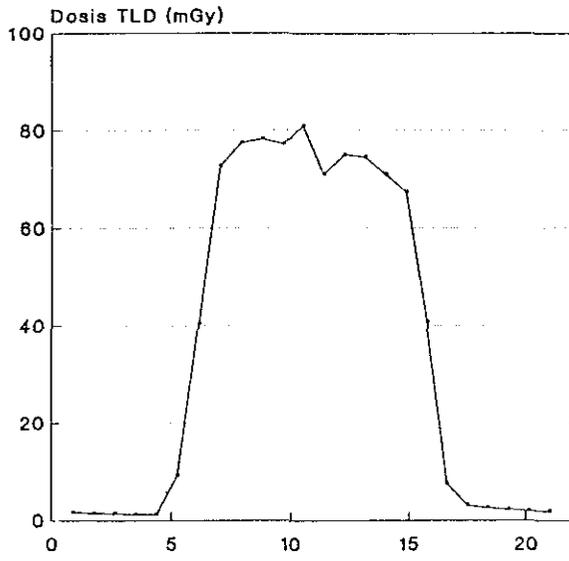
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 9  
CT SOMATOM DRH  
125 kVp 410 mAs A. corte 4 mm



CTDI= 30.4 mGy fe= 1.05

fig. C40

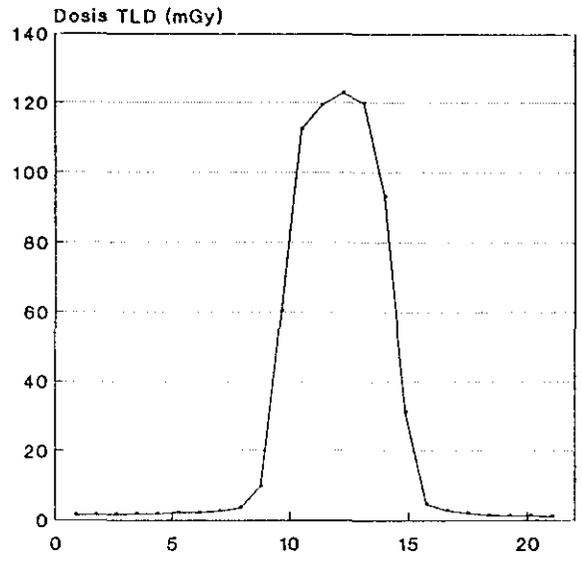
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 10  
GE CT MAX  
120 kVp 363 mAs A. corte 10 mm



CTDI= 77.2 mGy fe= 1.03

fig. C41

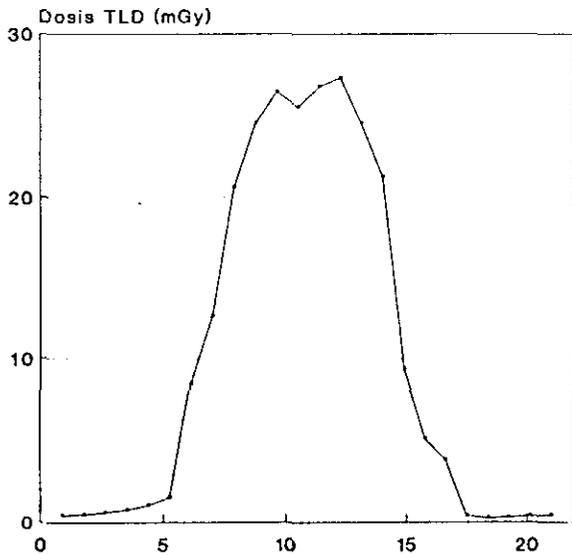
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 10  
GE CT MAX  
120 kVp 518 mAs A. corte 5 mm



CTDI= 125.7 mGy fe= 1.02

fig. C42

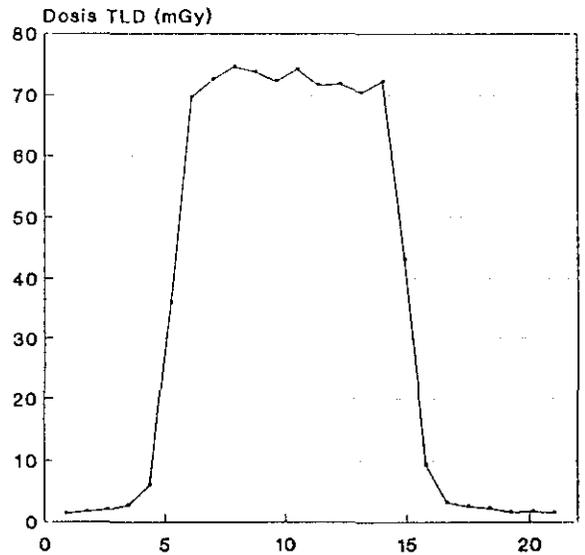
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 10  
GE CT MAX  
120 kVp 363 mAs A. corte 10 mm



CTDI= 43.5 mGy fe= 1.60

fig. C43

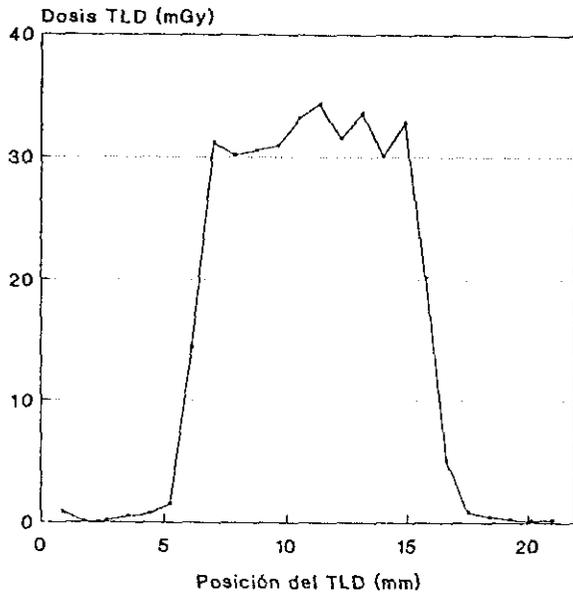
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 10  
GE CT MAX  
120 kVp 363 mAs A. corte 10 mm



CTDI= 75.1 mGy fe= 1.01

fig. C44

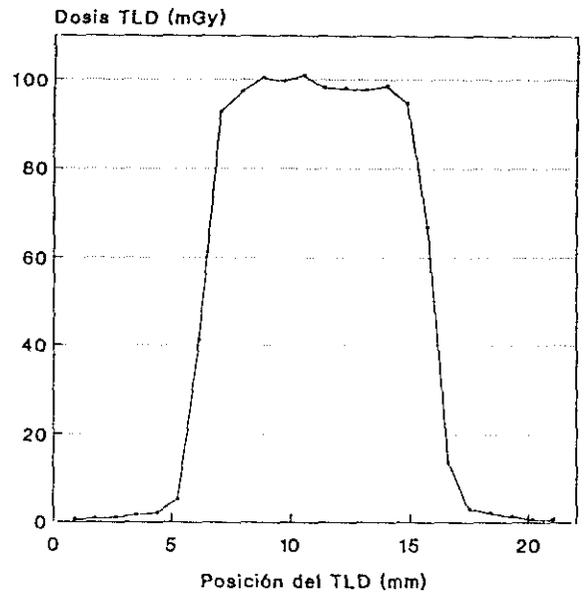
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 11  
GE CT/T 8800  
120 kVp 230 mAs A. corte 10 mm



CTDI= 32.5 mGy fe= 1.00

fig. C45

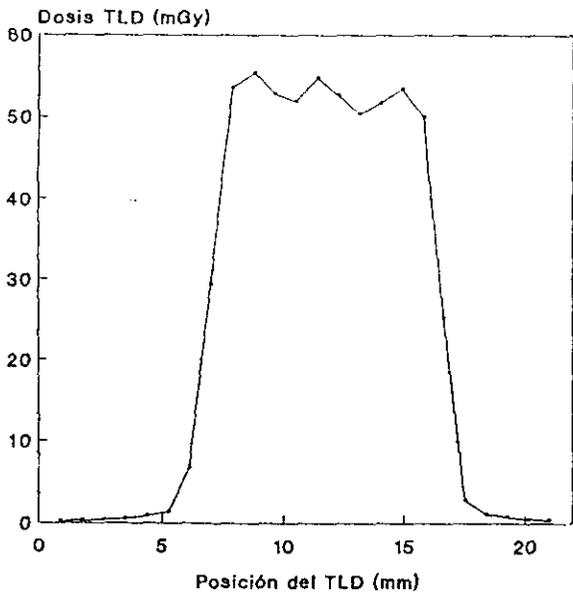
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 11  
GE CT/T 8800  
120 kVp 737 mAs A. corte 10 mm



CTDI= 100.1 mGy fe= 0.99

fig. C46

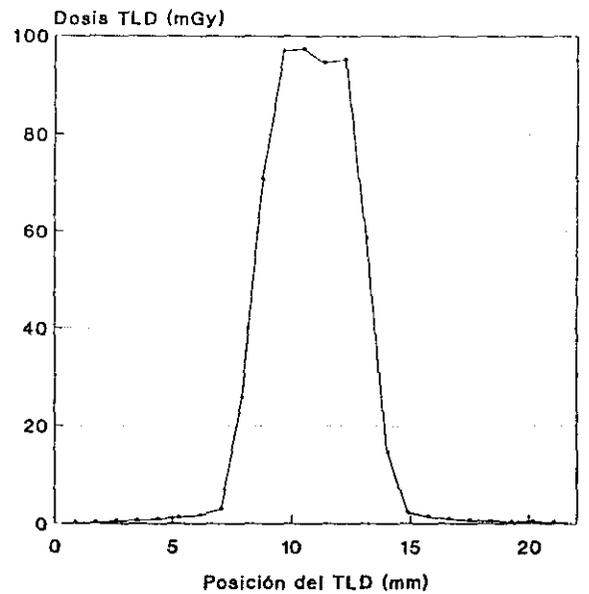
CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 11  
GE CT/T 8800  
120 kVp 576 mAs A. corte 10 mm



CTDI= 53.5 mGy fe= 0.98

fig. C47

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 11  
GE CT/T 8800  
120 kVp 737 mAs A. corte 5 mm



CTDI= 101.9 mGy fe= 1.05

fig. C48

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 12  
 PHILIPS TOMOSCAN CX/S  
 120 kVp 290 mAs A. corte 10 mm

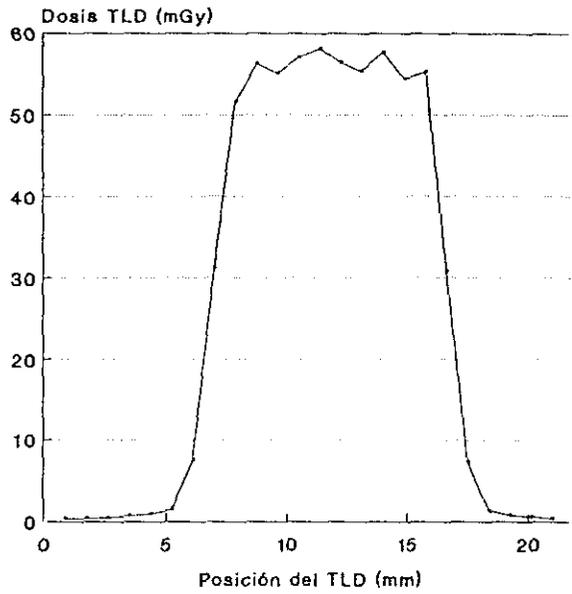


fig. C49

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 12  
 PHILIPS TOMOSCAN CX/S  
 120 kVp 713 mAs A. corte 2 mm

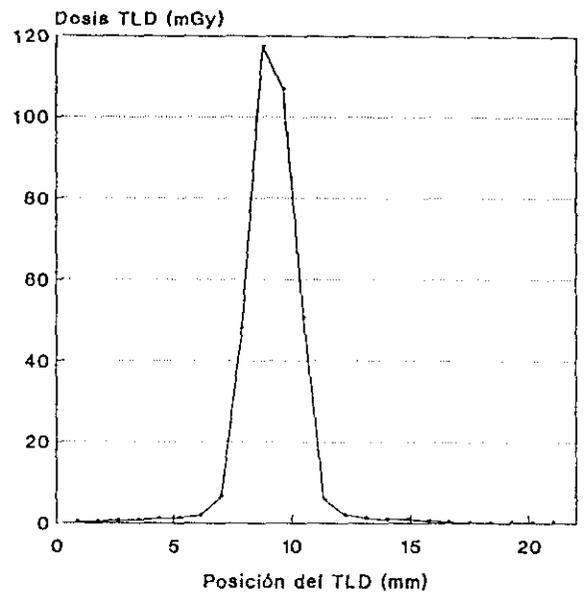


fig. C50

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 12  
 PHILIPS TOMOSCAN CX/S  
 120 kVp 356 mAs A. corte 10 mm

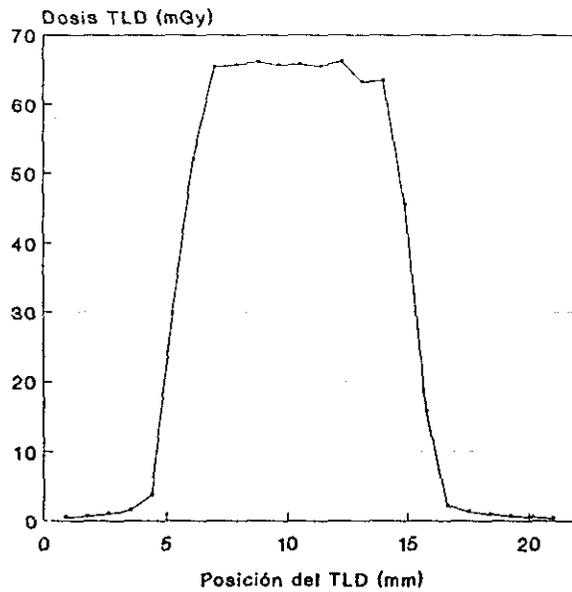


fig. C51

CALIBRACION DOSIMETRICA EQUIPO N° 12  
 PHILIPS TOMOSCAN CX/S  
 120 kVp 224 mAs A. corte 5 mm

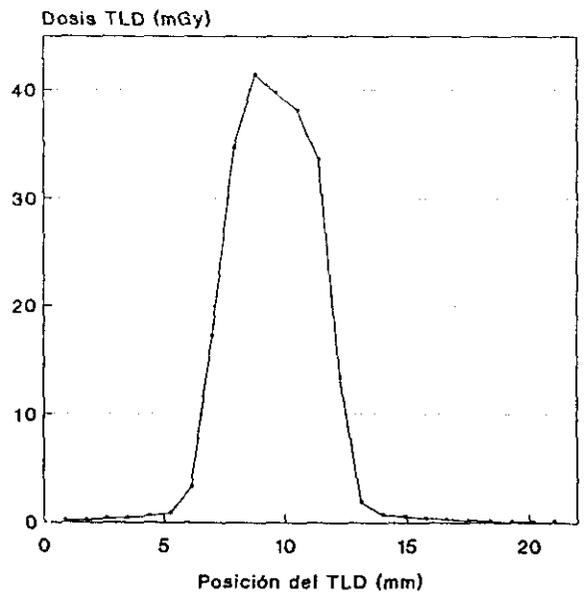


fig. C52

Tabla C1. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 1

Estudio: CRANEO		Frecuencia: 18.4%		Tamaño de la muestra: 25		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 9 ± 0.41		Número total de cortes 11.3 ± 0.5		
	317 ± 14 mAs	I. de camilla (mm) 9.59 ± 0.22				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	.889	.262	.052	.903	.994	.06-1.21
G. suprarrenales	.0003	.0001	<10 <sup>-4</sup>	.0003	.0003	<10 <sup>-4</sup> -.0006
Cerebro	24.5	7.47	1.49	24.5	27.1	1.05-33.1
Mamas	.012	.0058	.0012	.011	.013	.002-.027
Cristalino	26.1	19.1	3.82	17.5	27.3	2.68-73.0
Vesícula	.001	.002	.0004	<10 <sup>-4</sup>	.0002	<10 <sup>-4</sup> -.0064
Estómago	.0011	.0006	.0001	.0009	.0016	.0002-.0027
Intestino delgado	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup> -.0003
Intestino grueso superior	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup> -.0002
Intestino grueso inferior	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Corazón	.008	.005	.0009	.007	.009	.002-.020
Riñones	.0007	.0004	<10 <sup>-4</sup>	.0005	.0008	.0001-.0017

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
	Hígado	.0030	.0015	.0003	.0026	.0032
Pulmones	.035	.021	.004	.029	.036	.008-.089
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Páncreas	.0016	.0011	.0002	.0011	.0016	.0004-.0046
Piel	1.47	.44	.09	1.45	1.70	.12-2.06
Bazo	.0024	.0011	.0002	.0021	.0026	.0003-.0050
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.027	.014	.003	.023	.028	.006-.064
Tiroides	.67	.43	.096	.50	.66	.17-1.78
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Utero	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Cabeza	20.4	6.22	1.24	20.6	22.5	2.15-30.1
Tronco	.031	.017	.003	.025	.032	.007-.076
Huesos	6.20	1.88	.38	6.14	6.84	.67-9.05
Médula	1.35	.42	.08	1.34	1.48	.15-2.01

Tabla C2. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 1

Estudio: COLUMNA LUMBAR		Frecuencia: 10.3 %		Tamaño de la muestra: 14		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 3.0		Número total de cortes 13.3 ± 0.7		
	340 mAs	I. de camilla (mm) 3.0				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	1.02	.22	.06	1.12	1.17	.52-1.34
G. suprarrenales	.33	.09	.02	.32	.42	.09-.42
Cerebro	<10 <sup>-4</sup>					
Mamas	.026	.007	.002	.026	.032	.007-.032
Cristalino	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Vesícula	3.02	1.08	.29	2.65	4.27	.73-4.27
Estómago	1.58	.52	.14	1.42	2.16	.39-2.16
Intestino delgado	7.28	1.27	.34	6.96	7.87	3.93-9.25
Intestino grueso superior	8.21	1.81	.48	7.87	9.43	2.85-10.2
Intestino grueso inferior	1.81	.28	.08	1.74	1.88	1.18-2.34
Corazón	.079	.018	.005	.079	.093	.021-.093
Riñones	2.09	.78	.21	1.80	3.00	.47-3.00

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.97	.32	.09	.88	1.33	.23-1.33
Pulmones	.058	.015	.004	.056	.072	.017-.072
Ovarios	1.22	.26	.09	1.19	1.25	.69-1.74
Páncreas	.71	.19	.05	.70	.88	.18-.88
Piel	.73	.13	.04	.77	.77	.31-.86
Bazo	.66	.17	.05	.64	.82	.19-.82
Testículo	.023	.004	.002	.021	.021	.020-.030
Timo	.011	.003	.001	.012	.013	.001-.013
Tiroides	.0004	.0004	<10 <sup>-4</sup>	.0002	.0008	<10 <sup>-4</sup> -.0010
Vejiga	.31	.06	.02	.31	.32	.17-.42
Utero	1.16	.24	.08	1.11	1.23	.69-1.63
Cabeza	.0006	.0001	<10 <sup>-4</sup>	.0006	.0007	.0002-.0007
Tronco	1.88	.34	.09	1.99	1.99	.80-2.21
Huesos	1.13	.22	.06	1.17	1.17	.50-1.44
Médula	.95	.20	.05	.96	.96	.43-1.29

Tabla C3. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 1

Estudio: ABDOMEN		Frecuencia: 9.6 %		Tamaño de la muestra: 13		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 25.8 ± 2.8		
	280 mAs	I. de camilla (mm) 10				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	6.79	2.13	.59	7.80	8.26	3.92-9.19
G. suprarrenales	19.5	6.78	1.88	17.3	25.9	10.3-27.0
Cerebro	.002	.0008	.0002	.002	.003	.001-.003
Mamas	.531	.170	.048	.53	.66	.29-.72
Cristalino	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Vesícula	32.3	10.0	2.77	34.0	40.0	20.0-41.2
Estómago	26.5	8.26	2.29	30.5	31.8	15.9-34.3
Intestino delgado	11.9	4.04	1.12	9.81	13.5	6.73-16.8
Intestino grueso superior	17.3	5.65	1.57	13.7	20.9	10.5-23.5
Intestino grueso inferior	2.52	.905	.25	2.16	2.67	1.34-3.67
Corazón	2.46	.82	.23	2.38	3.14	1.33-3.36
Riñones	34.0	10.5	2.91	37.5	42.0	21.0-43.1

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	20.8	6.56	1.82	22.8	24.9	12.1-27.3
Pulmones	1.83	.61	.17	1.79	2.33	1.00-2.50
Ovarios	1.97	.63	.26	.77	2.11	1.18-2.93
Páncreas	24.2	7.60	2.10	26.7	29.7	14.4-31.3
Piel	3.54	1.11	.31	3.71	4.18	2.10-4.70
Bazo	21.6	6.80	1.88	23.9	26.5	12.7-28.0
Testículo	.051	.018	.007	.034	.068	.029-.068
Timo	.39	.13	.035	.41	.49	.22-.52
Tiroides	.033	.010	.029	.034	.042	.019-.043
Vejiga	.57	.19	.053	.48	.65	.33-.79
Utero	1.82	.59	.24	1.64	1.95	1.08-2.73
Cabeza	.015	.005	.001	.015	.019	.008-.02
Tronco	9.25	2.90	.80	9.75	10.9	5.46-12.3
Huesos	6.54	2.05	.57	7.13	7.68	3.84-8.66
Médula	4.37	1.37	.38	4.64	5.14	2.57-5.80

Tabla C4. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 1

Estudio: TORAX*		Frecuencia: 14.7 %		Tamaño de la muestra: 20		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 17.8 ± 3.0 (31.1 ± 1.6)*		
	280 mAs	I. de camilla (mm) 10 (13.2 ± 1.3)*				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	5.78	2.40	.53	5.74	7.23	.68-8.86
G. suprarrenales	9.43	8.05	1.80	7.11	14.8	.17-21.8
Cerebro	.070	.040	.009	.054	.11	.006-.14
Mamas	11.8	4.38	.98	14.6	15.0	1.57-15.4
Cristalino	.066	.049	.011	.043	.11	.009-.17
Vesícula	9.40	8.73	1.95	11.7	14.7	.057-21.1
Estómago	9.64	8.22	1.84	10.8	15.6	.089-20.1
Intestino delgado	2.90	3.57	.80	1.15	4.94	.006-10.7
Intestino grueso superior	3.69	4.10	.92	1.56	7.80	7.45-10.5
Intestino grueso inferior	.78	1.21	.27	.25	.96	.001-4.68
Corazón	17.1	6.81	1.52	17.3	21.7	1.26-24.4
Riñones	10.7	9.80	2.19	11.9	20.2	.04-22.1

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	9.06	7.27	1.63	10.2	13.1	.14-19.2
Pulmones	15.1	5.42	1.21	16.5	19.6	2.4-19.9
Ovarios	1.26	2.65	.84	.019	.38	5.66-8.48
Páncreas	9.79	7.84	1.75	10.4	15.3	.13-19.8
Piel	3.40	1.29	.29	3.34	4.35	.36-4.94
Bazo	8.58	7.24	1.62	9.24	14.8	.12-17.6
Testículo	.015	.018	.006	.001	.024	.0004-.056
Timo	21.8	6.61	1.48	26.4	26.9	8.25-27.8
Tiroides	1.68	1.01	.22	1.26	2.62	.13-3.27
Vejiga	.29	.64	.14	.084	.25	.0002-2.86
Utero	1.35	3.06	.97	.028	.294	.001-9.84
Cabeza	.56	.33	.074	.42	.88	.044-1.11
Tronco	8.41	3.29	.74	8.05	11.0	.84-12.5
Huesos	9.18	3.13	.70	9.31	10.7	1.10-12.4
Médula	5.08	1.83	.41	5.11	6.50	.58-7.02

\* Se incluyen los estudios de tórax-abdomen (8.8 % del total de estudios). Los valores entre paréntesis dan los parámetros promedio para este tipo de estudios.

Tabla C5. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 1

Estudio: PELVIS*		Frecuencia: 11.8 %		Tamaño de la muestra: 16		
PARAMETROS  DE  OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 18.0 ± 1.4 (32 ± 3)*		
	280 mAs	I. de camilla (mm) 10.6 ± 0.6 (12.6 ± 1.0)*				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	6.72	2.01	.50	6.66	8.67	3.87-9.26
G. suprarrenales	6.01	7.60	1.90	.12	16.2	.04-17.3
Cerebro	.0008	.0009	.0002	.0001	.002	<10 <sup>-4</sup> -.002
Mamas	.18	.20	.05	.02	.46	.009-.49
Cristalino	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Vesícula	9.64	9.61	2.40	1.15	19.3	.38-22.3
Estómago	7.66	8.27	2.07	.55	17.5	.17-18.7
Intestino delgado	12.9	5.49	1.37	10.5	14.1	3.30-20.9
Intestino grueso superior	5.44	6.14	1.53	7.36	13.8	2.81-20.5
Intestino grueso inferior	12.9	3.18	.79	14.3	15.0	6.26-12.2
Corazón	.83	1.00	.25	.04	2.13	1.18-2.46
Riñones	9.51	10.0	2.50	.60	20.5	.19-22.6

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	6.14	6.94	1.73	.33	15.4	.11-15.4
Pulmones	.61	.74	.18	.03	1.57	.009-1.81
Ovarios	15.2	4.75	1.80	12.2	16.8	10.0-22.1
Páncreas	6.58	7.65	1.91	.29	16.6	.09-16.8
Piel	3.37	1.26	.31	2.77	3.67	1.25-5.30
Bazo	6.05	6.92	1.73	.26	15.1	.08-15.3
Testículo	2.76	.54	.18	2.67	3.17	1.48-3.17
Timo	.13	.16	.04	.003	.34	.001-.39
Tiroides	.01	.01	.003	.0005	.025	<10 <sup>-4</sup> -.026
Vejiga	21.1	4.95	1.24	23.5	23.6	12.0-30.1
Utero	19.6	7.07	2.67	14.7	21.0	12.1-31.0
Cabeza	.005	.006	.001	.0003	.012	.0002-.014
Tronco	8.35	3.25	.81	7.10	9.26	3.06-13.3
Huesos	5.94	2.42	.60	4.78	6.98	2.05-9.60
Médula	5.16	1.74	.44	4.48	5.24	1.98-7.82

\* Se incluyen los estudios de abdomen-pelvis (5.9 % del total de estudios). Los valores entre paréntesis dan los parámetros promedio para este tipo de estudios.

Tabla C6. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 1

Estudio: C. CERVICAL		Frecuencia: 13.2 %		Tamaño de la muestra: 18		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub> 340 mAs	A. de corte (mm) 5	I. de camilla (mm) 5.7 ± 0.3	Número total de cortes 17.7 ± 1.0		
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	2.43	1.16	.28	2.38	2.45	.52-4.52
G. suprarrenales	.029	.016	.004	.028	.029	.005-.061
Cerebro	1.98	1.31	.32	1.46	1.90	.62-5.05
Mamas	.086	.045	.011	.077	.081	.026-.20
Cristalino	2.98	5.25	1.27	.93	1.34	.40-16.7
Vesícula	.007	.004	.0009	.006	.007	.004-.017
Estómago	.017	.009	.002	.015	.016	.004-.038
Intestino delgado	.001	.0008	.0002	.001	.001	.0003-.003
Intestino grueso superior	.002	.001	.0003	.002	.002	.0003-.004
Intestino grueso inferior	.0001	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	.0001	.0001	<10 <sup>-4</sup> -.0003
Corazón	1.14	.076	.018	.12	.13	.03-.33
Riñones	.008	.004	.001	.007	.007	.002-.018

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.034	.017	.004	.031	.033	.009-.07
Pulmones	.56	.31	.074	.52	.53	.13-1.32
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Páncreas	.018	.009	.002	.015	.017	.005-.043
Piel	1.66	.50	.12	1.43	1.75	1.01-2.50
Bazo	.033	.017	.004	.031	.032	.008-.067
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.45	.25	.06	.41	.43	.10-1.07
Tiroides	42.0	22.1	5.36	42.4	42.8	3.76-81.9
Vejiga	.0001	.0002	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup> -.0008
Utero	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Cabeza	19.9	5.41	1.31	16.9	19.0	12.1-30.6
Tronco	.52	.39	.094	.44	.45	.10-1.79
Huesos	4.63	1.01	.25	4.03	4.69	3.66-6.85
Médula	1.38	.33	.08	1.22	1.48	1.09-2.03

Tabla C7. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 1

Estudio: OIDO		Frecuencia: 12.5 %		Tamaño de la muestra: 17		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 1.5		Número total de cortes 14.0 ± 0.6		
	331 ± 15 mAs	I. de camilla (mm) 1.5				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	.184	.051	.012	.158	.208	.12-.31
G. suprarrenales	.0001	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	.0001	<10 <sup>-4</sup> -.0003
Cerebro	3.66	1.20	.29	3.32	4.45	2.03-6.42
Mamas	.006	.002	.0004	.004	.006	.004-.009
Cristalino	16.1	8.40	2.04	16.9	21.8	5.2-28.5
Vesícula	.0016	.0021	.0005	.0010	.0024	<10 <sup>-4</sup> -.0053
Estómago	.0008	.0002	<10 <sup>-4</sup>	.0007	.0009	.0005-.0012
Intestino delgado	.0001	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	.0001	<10 <sup>-4</sup> -.0002
Intestino grueso superior	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup> -.0001
Intestino grueso inferior	<10 <sup>-4</sup>					
Corazón	.0045	.0018	.0004	.0037	.0042	.0028-.0075
Riñones	.0005	.0002	<10 <sup>-4</sup>	.0005	.0005	.0002-.0007

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.0014	.0005	.0001	.0011	.0014	.0010-.0023
Pulmones	.020	.007	.002	.016	.019	.013-.032
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Páncreas	.0009	.0004	<10 <sup>-4</sup>	.0008	.0008	.0005-.0017
Piel	.32	.10	.02	.26	.34	.23-.54
Bazo	.0010	.0004	<10 <sup>-4</sup>	.0007	.0010	.0007-.0016
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.013	.005	.001	.011	.012	.008-.022
Tiroides	.41	.18	.04	.32	.39	.25-.73
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Utero	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Cabeza	5.68	1.63	.39	4.61	6.22	4.15-9.64
Tronco	.017	.006	.002	.013	.016	.010-.027
Huesos	1.77	.49	.12	1.45	1.96	1.3-2.97
Médula	.40	.11	.03	.33	.44	.29-.67

Tabla C8. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 1

Estudio: TOR-ABD-PELV		Frecuencia: 9.6 %		Tamaño de la muestra: 13		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 40.8 ± 1.4		
	280 mAs	I. de camilla (mm) 14.6 ± .2				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	9.91	1.48	.41	9.23	10.7	8.4 -13.1
G. suprarrenales	18.3	4.38	1.21	14.8	18.7	14.8-25.4
Cerebro	.039	.012	.003	.031	.047	.015-.053
Mamas	11.6	2.25	.62	10.4	10.5	10.1-15.5
Cristalino	.026	.010	.003	.019	.028	.010-.041
Vesícula	18.3	2.74	.76	15.8	19.9	15.7-22.0
Estómago	17.5	3.75	1.04	14.4	18.4	14.3-23.4
Intestino delgado	12.6	1.47	.41	11.8	14.1	9.86-14.1
Intestino grueso superior	12.4	1.60	.44	12.0	13.8	8.78-13.8
Intestino grueso inferior	8.29	.85	.24	8.87	8.95	6.78-8.95
Corazón	17.6	4.36	1.21	16.5	16.5	12.5-24.9
Riñones	19.3	3.76	1.04	15.8	20.9	15.8-24.7

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	16.3	3.69	1.02	13.4	16.6	13.4-22.4
Pulmones	14.8	3.34	.93	13.4	13.4	11.5-20.5
Ovarios	10.7	1.21	.54	9.79	10.0	9.69-12.5
Páncreas	17.5	4.64	1.29	13.7	17.7	13.7-25.1
Piel	5.48	.67	.19	5.20	5.49	4.39-6.53
Bazo	15.6	4.06	1.13	12.2	16.0	12.2-22.1
Testículo	1.07	.38	.13	.92	.92	.78-1.67
Timo	19.8	4.26	1.18	17.9	18.8	12.6-26.7
Tiroides	.88	.27	.076	.69	1.04	.30-1.20
Vejiga	12.4	2.15	.60	12.5	14.3	6.56-14.3
Utero	12.8	1.42	.63	11.8	12.1	11.7-13.0
Cabeza	.30	.091	.025	.24	.36	.11-.41
Tronco	13.8	1.70	.47	13.1	13.7	11.1-16.5
Huesos	12.6	1.86	.51	11.7	12.5	9.90-15.6
Médula	8.27	.94	.26	7.95	8.12	6.86-9.78

Tabla C9. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 2

Estudio: CRANEO		Frecuencia: 48.3 %		Tamaño de la muestra: 28		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10.0		Número total de cortes 10.3 ± 0.2		
	540 mAs	I. de camilla (mm) 10.0				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	.693	.068	.013	.675	.675	.652-1.020
G. suprarrenales	.0012	.0002	<10 <sup>-4</sup>	.0012	.0012	.0003-.0012
Cerebro	18.0	1.95	.37	17.4	17.4	17.4-27.2
Mamas	.008	.0008	.0001	.008	.008	.005-.010
Cristalino	16.5	2.11	.40	16.4	16.4	8.74-24.2
Vesícula	.002	.0003	<10 <sup>-4</sup>	.0016	.0016	.0015-.0031
Estómago	.0009	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	.0009	.0009	.0005-.0011
Intestino delgado	.0001	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	.0001	.0001	<10 <sup>-4</sup> -.0002
Intestino grueso superior	.0002	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	.0002	.0002	<10 <sup>-4</sup> -.0002
Intestino grueso inferior	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Corazón	.010	.001	.0002	.010	.010	.005-.012
Riñones	.0004	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	.0004	.0004	.0002-.0005

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.0019	.0002	<10 <sup>-4</sup>	.0019	.0019	.0009-.0023
Pulmones	.035	.004	.0007	.035	.035	.016-.041
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Pancreas	.0008	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	.0008	.0008	.0006-.0010
Piel	1.16	.14	.03	1.14	1.14	1.00-1.83
Bazo	.0027	.0004	<10 <sup>-4</sup>	.0028	.0028	.0009-.0030
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.023	.003	.0005	.023	.023	.010-.028
Tiroides	.707	.084	.016	.712	.712	.299-.801
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Utero	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Cabeza	17.0	1.6	.31	16.7	16.7	13.7-24.3
Tronco	.029	.003	.0006	.029	.029	.015-.034
Huesos	5.27	.52	.10	5.18	5.18	4.11-7.60
Médula	1.16	.11	.02	1.14	1.14	.88-1.67

Tabla C10. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 2

Estudio: COLUMNA LUMBAR						
		Frecuencia: 51.7 %		Tamaño de la muestra: 30		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 5.0		Número total de cortes 10.3 ± 0.3		
	737 mAs	I. de camilla (mm) 5.0				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	1.32	.24	.04	1.15	1.52	.81-1.91
G. suprarrenales	.474	.089	.016	.464	.464	.180-.837
Cerebro	.0001	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	.0001	.0001	<10 <sup>-4</sup> -.0004
Mamas	.040	.006	.001	.039	.039	.017-.061
Cristalino	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Vesícula	3.72	.93	.17	3.59	3.59	1.41-8.02
Estómago	1.86	.47	.09	1.79	1.79	.70-4.04
Intestino delgado	10.5	1.35	.25	10.2	10.2	5.90-14.6
Intestino grueso superior	13.9	1.9	.3	13.7	13.7	5.93-18.3
Intestino grueso inferior	2.39	.31	.06	2.30	2.30	1.53-3.52
Corazón	.103	.020	.004	.100	.100	.045-.190
Riñones	2.39	.71	.13	2.28	2.28	.84-5.83

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	1.16	.29	.05	1.12	1.12	.43-2.50
Pulmones	.074	.015	.003	.072	.072	.028-.140
Ovarios	1.88	.28	.08	1.88	1.88	1.19-2.37
Pancreas	.96	.19	.03	.94	.94	.39-1.76
Piel	1.03	.15	.03	1.00	1.00	.50-1.50
Bazo	.84	.17	.03	.81	.81	.32-1.57
Testículo	.037	.005	.001	.035	.035	.035-.055
Timo	.021	.004	.001	.021	.021	.008-.034
Tiroides	.0043	.0013	.0002	.0044	.0044	<10 <sup>-4</sup> -.0078
Vejiga	.42	.06	.01	.41	.41	.25-.60
Utero	1.56	.24	.07	1.56	1.56	.94-1.96
Cabeza	.0006	.0001	<10 <sup>-4</sup>	.0006	.0006	.0002-.0012
Tronco	2.63	.39	.07	2.56	2.56	1.28-3.84
Huesos	1.56	.23	.04	1.52	1.52	.78-2.23
Médula	1.29	.18	.03	1.25	1.25	.66-1.80

Tabla C11. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 3

Estudio: CRANEO		Frecuencia: 29.3 %		Tamaño de la muestra: 34		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 9.85 ± .10		Número total de cortes 11.1 ± 0.8		
	330 mAs	I. de camilla (mm) 9.86 ± .10				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	1.02	.34	.06	.98	1.05	.58-2.18
G. suprarrenales	.0015	.0014	.0002	.0009	.0020	.0003-.0072
Cerebro	28.2	8.5	1.5	27.6	29.2	17.2-57.6
Mamas	.012	.008	.001	.010	.012	.004-.041
Cristalino	28.4	31.1	5.3	27.8	34.7	1.8-177.2
Vesícula	.001	.002	.0004	.0005	.0015	<10 <sup>-4</sup> -.0031
Estómago	.0019	.0009	.0002	.0018	.0022	.0005-.0043
Intestino delgado	.0002	.0001	<10 <sup>-4</sup>	.0002	.0002	<10 <sup>-4</sup> -.0006
Intestino grueso superior	.0002	.0002	<10 <sup>-4</sup>	.0002	.0003	<10 <sup>-4</sup> -.0010
Intestino grueso inferior	.0003	.0002	<10 <sup>-4</sup>	.0004	.0004	<10 <sup>-4</sup> -.0008
Corazón	.010	.007	.001	.008	.010	.004-.039
Riñones	.0012	.0007	.0001	.0011	.0014	.0002-.0035

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.0028	.0020	.0003	.0025	.0031	.0007-.0114
Pulmones	.039	.030	.005	.033	.041	.013-.171
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Pancreas	.0016	.0016	.0003	.0013	.0015	.0003-.0094
Piel	1.71	.63	.11	1.59	1.76	.93-4.04
Bazo	.0024	.0022	.0004	.0019	.0024	.0008-.0122
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.026	.018	.003	.021	.026	.008-.100
Tiroides	.69	.62	.11	.55	.69	.22-3.57
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Utero	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Cabeza	22.3	9.0	1.5	21.2	23.3	12.2-51.8
Tronco	.034	.025	.004	.028	.036	.012-.146
Huesos	6.93	2.76	.47	6.44	7.18	3.7-15.8
Médula	1.56	.65	.11	1.45	1.58	.78-3.61

Tabla C12. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 3

Estudio: ABDOMEN		Frecuencia: 12.9 %		Tamaño de la muestra: 15		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 21.6 ± 2.1		
	264 mAs	I. de camilla (mm) 14.5 ± 1.4				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	4.42	2.09	.54	3.45	5.97	.89-8.13
G. suprarrenales	11.5	6.8	1.8	8.93	13.7	2.4-29.9
Cerebro	.0058	.014	.0035	.0020	.0027	.0005-.055
Mamas	1.01	2.00	.51	.42	.67	.14-8.15
Cristalino	.0068	.017	.0043	.0022	.0036	.0003-.067
Vesícula	13.2	6.9	1.8	9.97	15.4	.89-30.5
Estómago	13.3	7.2	1.86	10.0	16.1	2.7-32.5
Intestino delgado	7.21	3.44	.92	7.21	8.27	.12-15.9
Intestino grueso superior	8.00	3.58	.92	7.26	9.15	.16-16.3
Intestino grueso inferior	3.27	2.75	.71	2.19	3.08	.02-8.83
Corazón	3.55	2.97	.77	2.24	4.27	.52-10.9
Riñones	15.0	8.2	2.1	10.7	17.8	.9-36.1

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	11.9	6.6	1.7	9.13	14.5	3.8-29.9
Pulmones	2.77	2.66	.69	1.71	2.94	.39-10.8
Ovarios	4.75	5.25	3.71	1.04	1.04	1.0-8.5
Pancreas	11.5	6.5	1.7	8.53	14.2	3.7-28.6
Piel	2.44	1.04	.27	2.15	3.11	.4-3.92
Bazo	12.2	6.9	1.8	8.9	15.2	3.5-30.6
Testículo	.98	2.9	.81	.04	.05	.002-10.6
Timo	1.16	2.98	.77	.33	.49	.07-11.9
Tiroides	.11	.31	.08	.03	.04	.007-1.24
Vejiga	2.46	4.10	1.1	.44	.89	.008-10.6
Utero	5.10	5.84	4.13	.97	.97	.97-9.23
Cabeza	.04	.10	.03	.01	.02	.004-.41
Tronco	5.99	2.51	.65	5.39	7.50	.97-9.84
Huesos	4.72	2.15	.55	4.42	6.11	.96-7.95
Médula	3.23	1.44	.37	3.00	4.34	.54-5.75

Tabla C13. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 3

Estudio: TORAX                      Frecuencia: 15.5 %                      Tamaño de la muestra: 18						
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 16.5 ± 1.8		
	269 ± 6 mAs	I. de camilla (mm) 17.7 ± 0.9				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	3.45	1.74	.41	2.72	3.95	1.35-9.32
G. suprarrenales	3.04	4.13	.97	1.67	2.48	1.2-18.3
Cerebro	.15	.28	.07	.07	.10	.04-1.25
Mamas	10.1	4.1	.98	8.1	11.5	2.2-18.6
Cristalino	.16	.22	.05	.09	.12	.0006-1.0
Vesícula	1.01	.22	.05	.45	.57	.32-8.9
Estómago	1.9	3.2	.8	.9	1.3	.7-14.2
Intestino delgado	.13	.23	.05	.06	.07	.04-1.02
Intestino grueso superior	.17	.31	.07	.08	.10	.06-1.38
Intestino grueso inferior	.028	.051	.012	.013	.016	.009-.23
Corazón	11.3	3.4	.8	10.0	10.7	8.7-21.7
Riñones	1.1	2.7	.6	.35	.46	.26-11.8

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	2.50	3.45	.81	1.35	1.90	1.0-15.6
Pulmones	12.3	4.1	1.0	10.3	12.9	6.4-22.1
Ovarios	.024	.018	.011	.011	.017	.011-.045
Pancreas	2.43	3.56	.84	1.27	1.67	.97-15.9
Piel	2.33	1.23	.29	1.91	2.47	.86-6.50
Bazo	2.19	3.65	.86	1.03	1.42	.78-16.2
Testículo	.0006	.002	.0005	.0001	.0002	<10 <sup>-4</sup> -.0069
Timo	16.2	7.2	1.7	12.1	20.5	1.2-32.7
Tiroides	4.1	7.5	1.8	1.6	2.2	.08-31.5
Vejiga	.008	.014	.003	.004	.005	.003-.064
Utero	.024	.023	.013	.008	.014	.008-.050
Cabeza	1.6	3.4	.8	.54	.72	.03-14.9
Tronco	5.16	2.19	.54	4.32	5.49	2.0-12.2
Huesos	6.55	3.16	.75	5.33	7.06	2.19-16.5
Médula	3.37	1.54	.36	2.75	3.66	1.19-8.1

Tabla C14. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 3

Estudio: PELVIS*		Frecuencia: 8.6 %		Tamaño de la muestra: 10		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 12.7 ± 0.3 (19 ± 1)*		
	264 mAs	I. de camilla (mm) 13.3 ± 3.3 (19.2 ± .8)*				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	4.93	2.16	.68	4.18	6.24	2.53-8.49
G. suprarrenales	6.66	6.97	2.20	5.42	8.56	.06-20.9
Cerebro	.0012	.0012	.0004	.0007	.002	<10 <sup>-4</sup> -.005
Mamas	.27	.26	.08	.17	.41	.01-.70
Cristalino	.001	.002	.0005	.0004	.002	<10 <sup>-4</sup> -.004
Vesícula	8.46	7.24	2.29	9.50	9.91	.45-25.0
Estómago	8.05	7.43	2.35	8.41	9.68	.24-25.0
Intestino delgado	8.45	2.67	.85	9.30	9.51	4.11-12.8
Intestino grueso superior	8.44	3.14	.99	9.53	9.69	3.9-13.7
Intestino grueso inferior	8.13	2.21	.70	8.67	8.78	4.74-11.4
Corazón	1.45	1.58	.50	.75	2.36	.02-4.46
Riñones	9.17	8.33	2.63	10.3	10.6	.27-28.6

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	7.07	6.78	2.15	6.69	8.85	.15-22.1
Pulmones	1.08	1.14	.36	.57	1.82	.01-3.04
Ovarios	11.0	2.63	1.52	8.96	10.2	.13-21.5
Pancreas	6.73	6.62	2.09	6.91	8.25	.13-21.5
Piel	2.67	1.06	.34	2.17	3.19	1.8-5.01
Bazo	7.11	6.95	2.20	7.19	8.67	.12-22.8
Testículo	2.44	3.49	1.32	.37	1.20	.20-9.68
Timo	.19	.20	.06	.11	.31	.002-.51
Tiroides	.017	.018	.006	.009	.025	<10 <sup>-4</sup> -.044
Vejiga	11.6	5.6	1.77	10.5	16.5	3.13-18.6
Utero	12.3	3.38	1.95	9.64	11.1	9.6-16.1
Cabeza	.007	.007	.002	.005	.007	.0001-.020
Tronco	6.30	2.59	.82	5.36	7.16	3.80-12.3
Huesos	4.65	1.97	.62	3.84	5.39	2.83-8.87
Médula	3.77	1.23	.39	3.24	4.23	2.61-6.60

\* Se incluyen los estudios de abdomen-pelvis (6.0 % del total de estudios). Los valores entre paréntesis dan los parámetros promedio para este tipo de estudios.

Tabla C15. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 3

Estudio: OTROS		Frecuencia: 15.5 %		Tamaño de la muestra: 30		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 5.61 ± .58		Número total de cortes 16.1 ± 2.1		
	453 ± 33 mAs	I. de camilla (mm) 7.84 ± .89				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	1.85	1.89	.44	1.24	1.76	.22-7.04
G. suprarrenales	2.40	4.62	1.09	.009	1.11	.0008-15.1
Cerebro	11.8	16.4	3.9	3.20	8.27	10 <sup>-4</sup> -52.5
Mamas	1.43	3.12	.73	.035	.083	.005-8.55
Cristalino	13.9	14.0	3.29	3.53	23.6	<10 <sup>-4</sup> -37.0
Vesícula	3.32	5.64	1.33	.004	.32	.0002-15.3
Estómago	3.14	5.44	1.28	.008	.67	.0005-16.4
Intestino delgado	1.08	2.12	.50	.0008	.045	<10 <sup>-4</sup> -7.88
Intestino grueso superior	1.41	2.6	.60	.0007	.060	.0001-8.1
Intestino grueso inferior	.28	.61	.14	.0002	.009	<10 <sup>-4</sup> -2.49
Corazón	2.05	4.2	.99	.058	.27	.004-13.3
Riñones	3.71	6.44	1.5	.004	.27	.0004-18.2

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	2.77	4.9	1.1	.014	1.01	.002-15.2
Pulmones	2.01	4.02	.95	.20	.48	.022-12.6
Ovarios	.27	.38	.27	.0006	.0006	.0006-.53
Pancreas	2.59	4.66	1.10	.010	.97	.0004-14.4
Piel	1.79	1.61	.38	1.16	2.09	.0005-6.95
Bazo	2.72	4.92	1.16	.011	.78	.002-15.4
Testículo	.006	.013	.003	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup> -.05
Timo	2.09	4.52	1.07	.057	.26	.011-12.5
Tiroides	5.55	8.17	1.93	1.31	2.48	.006-25.5
Vejiga	.067	.15	.035	<10 <sup>-4</sup>	.003	<10 <sup>-4</sup> -.59
Utero	.25	.35	.25	.0005	.0005	<10 <sup>-4</sup> -.50
Cabeza	14.9	12.4	2.9	10.5	17.3	.002-40.4
Tronco	1.72	2.64	.62	.17	2.46	.02-8.86
Huesos	5.73	5.03	1.19	3.80	5.92	1.35-20.9
Médula	1.92	1.89	.44	1.15	2.16	.49-8.05

Tabla C16. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 4

Estudio: CRANEO		Frecuencia: 20.9 %		Tamaño de la muestra: 19		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 5.53 ± .36		Número total de cortes 15.1 ± 1.3		
	533 mAs	I. de camilla (mm) 9.89 ± .11				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	.563	.270	.062	.410	.533	.34-1.35
G. suprarrenales	.0006	.0005	.0001	.0002	.0007	.0002-.0018
Cerebro	15.8	7.8	1.8	11.9	13.6	9.6-39.5
Mamas	.006	.003	.0007	.003	.007	.002-.012
Cristalino	9.67	4.31	.99	7.34	10.5	2.8-19.5
Vesícula	.001	.0006	.0001	.0009	.001	.0006-.0030
Estómago	.0006	.0005	.0001	.0003	.0009	.0003-.0019
Intestino delgado	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup> -.0001
Intestino grueso superior	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup> -.0002
Intestino grueso inferior	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Corazón	.006	.003	.0007	.003	.008	.002-.014
Riñones	.0003	.0002	.00007	.0002	.0004	.0001-.0006

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.001	.0008	.0002	.0006	.0004	.0004-.0033
Pulmones	.021	.012	.003	.011	.032	.008-.052
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Pancreas	.0007	.0004	<10 <sup>-4</sup>	.0004	.0008	.0003-.0017
Piel	.860	.421	.097	.622	.840	.52-2.06
Bazo	.0013	.0008	.0002	.0006	.0002	.0004-.0029
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.014	.009	.002	.007	.022	.005-.038
Tiroides	.435	.303	.069	.207	.617	.14-1.21
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Utero	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Cabeza	12.5	5.9	1.4	8.7	13.1	7.0-28.3
Tronco	.018	.011	.002	.010	.027	.007-.044
Huesos	3.75	1.77	.41	2.62	3.90	2.11-8.48
Médula	.813	.383	.088	.562	.867	.45-1.82

Tabla C17. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 4

Estudio: COLUMNA LUMBAR						
		Frecuencia: 38.5 %		Tamaño de la muestra: 35		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 5.0		Número total de cortes 14.8 ± 0.3		
	682 mAs	I. de camilla (mm) 3.0				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	1.98	.56	.09	1.87	2.63	.69-2.74
G. suprarrenales	.693	.209	.035	.692	.878	.182-.921
Cerebro	.0003	.0002	.00003	.0005	.0005	<10 <sup>-4</sup> -.0005
Mamas	.052	.013	.002	.049	.065	.014-.067
Cristalino	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Vesícula	7.18	2.86	.48	8.31	9.67	1.4-10.5
Estómago	3.57	1.45	.24	4.16	4.82	.69-5.17
Intestino delgado	13.1	2.7	.5	13.7	15.2	7.2-16.0
Intestino grueso superior	15.5	3.0	.5	15.5	17.8	5.2-19.9
Intestino grueso inferior	3.14	.72	.12	3.35	3.65	1.50-3.77
Corazón	.171	.058	.010	.178	.223	.045-.234
Riñones	5.09	2.31	.39	6.10	7.03	.82-7.70

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	2.18	.88	.15	2.54	2.94	.41-3.14
Pulmones	.121	.041	.007	.129	.157	.028-.165
Ovarios	2.67	.51	.11	2.88	3.05	1.47-3.11
Pancreas	1.55	.51	.09	1.62	2.01	.38-2.11
Piel	1.43	.33	.06	1.26	1.77	.57-1.78
Bazo	1.36	.46	.08	1.45	1.77	.32-1.86
Testículo	.046	.013	.003	.040	.060	.024-.063
Timo	.026	.009	.001	.007	.031	.002-.034
Tiroides	.0027	.0015	<10 <sup>-4</sup>	.0022	.0027	<10 <sup>-4</sup> -.0075
Vejiga	.57	.12	.02	.59	.67	.32-.69
Utero	2.19	.41	.09	2.31	2.53	1.24-2.54
Cabeza	.0012	.0004	<10 <sup>-4</sup>	.0013	.0015	.0002-.0016
Tronco	3.65	.85	.14	3.24	4.51	1.45-4.55
Huesos	2.17	.49	.08	1.96	2.67	.93-2.70
Médula	1.78	.39	.07	1.65	2.17	.81-2.21

Tabla C18. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 4

Estudio: ABDOMEN		Frecuencia: 9.9 %		Tamaño de la muestra: 22		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 28.7 ± 2.2		
	377 ± 21 mAs	I. de camilla (mm) 9.64 ± .42				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	5.28	2.90	.62	4.31	7.00	2.35-13.0
G. suprarrenales	15.2	13.3	2.8	10.1	16.2	.96-49.4
Cerebro	.0022	.0022	.0005	.0012	.0017	.0002-.0092
Mamas	.84	1.62	.35	.28	.44	.06-7.66
Cristalino	.0015	.0046	.0001	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup> -.019
Vesícula	20.4	11.0	2.3	16.3	25.4	8.0-54.6
Estómago	17.9	11.4	2.4	12.5	20.2	4.6-53.9
Intestino delgado	8.31	3.51	.75	6.93	9.97	3.59-16.4
Intestino grueso superior	9.98	3.19	.68	8.83	12.0	5.03-18.0
Intestino grueso inferior	2.80	2.48	.53	1.55	2.20	.77-8.89
Corazón	3.36	5.13	1.09	1.38	2.48	.21-24.1
Riñones	22.4	13.3	2.8	16.8	26.8	7.8-65.7

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	14.9	10.3	2.2	10.3	16.0	2.9-44.8
Pulmones	2.25	3.01	.64	.99	1.79	.16-14.0
Ovarios	3.32	3.81	1.21	1.47	1.50	.84-11.5
Pancreas	16.6	12.7	2.70	10.8	18.8	2.1-55.6
Piel	2.69	1.22	.26	2.23	3.14	1.56-5.68
Bazo	14.9	10.9	2.3	9.6	16.5	2.4-48.9
Testículo	.13	.25	.07	.03	.04	.02-.90
Timo	.55	.82	.17	.22	.33	.04-3.50
Tiroides	.037	.044	.009	.017	.028	.002-.186
Vejiga	2.22	4.19	.89	.35	.47	.22-13.7
Utero	3.48	4.62	1.46	1.22	1.27	.69-13.6
Cabeza	.015	.016	.003	.008	.012	.001-.068
Tronco	6.94	3.18	.68	5.73	8.11	4.0-14.8
Huesos	5.24	2.76	.59	3.92	6.17	2.6-12.3
Médula	3.58	1.64	.35	3.24	4.13	1.85-7.24

Tabla C19. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 4

Estudio: TORAX		Frecuencia: 9.9 %		Tamaño de la muestra: 15		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm)	Número total de cortes			
	408 ± 32 mAs	10	17.7 ± 5.7			
		I. de camilla (mm)				
		10				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	3.02	.67	.17	2.82	3.12	1.89-4.53
G. suprarrenales	1.80	.68	.17	1.69	2.04	.62-3.36
Cerebro	.050	.045	.012	.042	.057	.008-.193
Mamas	11.0	2.5	.6	8.9	13.8	7.9-14.7
Cristalino	.053	.042	.011	.045	.051	.020-.189
Vesícula	.45	.16	.04	.41	.51	.19-.84
Estómago	.90	.32	.08	.84	1.02	.34-1.66
Intestino delgado	.057	.018	.005	.052	.063	.023-.102
Intestino grueso superior	.078	.025	.007	.072	.087	.031-.138
Intestino grueso inferior	.014	.004	.001	.013	.016	.006-.024
Corazón	13.5	3.9	1.0	12.2	16.7	6.1-21.4
Riñones	.36	.12	.03	.33	.40	.14-.64

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	1.38	.48	.12	1.28	1.54	.52-2.53
Pulmones	11.5	2.4	.63	10.9	11.9	6.7-17.8
Ovarios	.015	.005	.002	.014	.017	.009-.024
Pancreas	1.34	.48	.12	1.25	1.51	.49-2.48
Piel	1.87	.50	.13	1.75	2.08	1.02-2.99
Bazo	1.00	.33	.08	.93	1.11	.40-1.79
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	17.0	6.9	1.8	16.1	16.4	3.5-26.2
Tiroides	1.27	1.37	.35	1.01	1.37	.16-5.79
Vejiga	.0038	.0009	.0002	.0036	.0040	.0017-.0054
Utero	.011	.003	.001	.011	.013	.007-.016
Cabeza	.42	.43	.11	.34	.46	.06-1.81
Tronco	4.41	1.09	.28	4.20	4.94	2.46-6.42
Huesos	5.49	1.46	.38	5.24	6.22	3.16-8.21
Médula	2.81	.72	.19	2.68	3.17	1.63-4.09

Tabla C20. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 4

Estudio: PELVIS*						
		Frecuencia: 12.1 %		Tamaño de la muestra: 15		
PARAMETROS	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 15.3 ± 1.9 (35 ± 5)*		
DE	383 ± 33 mAs (533)*	I. de camilla (mm) 10.9 ± 1.5				
OPERACION						
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	5.48	3.72	.96	3.78	6.09	1.87-12.8
G. suprarrenales	4.00	9.27	2.39	.093	1.43	.0197-35.7
Cerebro	.0005	.0012	.0003	<10 <sup>-4</sup>	.0004	<10 <sup>-4</sup> -.005
Mamas	.14	.28	.07	.012	.097	.004-1.07
Cristalino	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Vesícula	8.68	12.3	3.18	.58	13.8	.10-41.5
Estómago	6.53	10.4	2.70	.29	7.44	.04-37.3
Intestino delgado	10.1	8.45	2.18	5.71	19.2	.71-24.9
Intestino grueso superior	9.59	9.11	2.35	3.98	18.6	.56-28.2
Intestino grueso inferior	8.62	3.07	.79	8.00	10.5	4.50-13.5
Corazón	.62	1.39	.36	.02	.32	.004-5.38
Riñones	8.84	13.1	3.37	.32	12.3	.05-44.2

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	4.97	8.81	2.27	.17	4.50	.03-32.7
Pulmones	.45	1.00	.26	.01	.24	.002-3.88
Ovarios	12.6	5.54	1.85	10.6	15.4	2.65-18.7
Pancreas	5.20	9.52	2.46	.15	3.29	.02-34.6
Piel	2.53	1.80	.47	1.57	2.89	.92-7.13
Bazo	4.80	8.55	2.21	.14	3.68	.02-31.2
Testículo	2.36	2.21	.90	1.00	1.67	.35-5.20
Timo	.099	.219	.056	.002	.061	<10 <sup>-4</sup> -.849
Tiroides	.0085	.0179	.0046	.0003	.0063	<10 <sup>-4</sup> -.0689
Vejiga	14.6	4.9	1.29	13.6	16.6	5.65-22.0
Utero	15.5	6.47	2.16	13.0	19.5	3.44-22.3
Cabeza	.0036	.0076	.0020	.0002	.002	<10 <sup>-4</sup> -.0295
Tronco	6.21	4.60	1.19	3.72	7.38	2.23-17.7
Huesos	4.35	3.44	.89	2.63	5.17	1.45-13.3
Médula	3.72	2.55	.66	2.49	4.84	1.14-9.48

\* Se incluyen los estudios de abdomen -pelvis (5.5 % del total de estudios). Los valores entre paréntesis dan los parámetros promedio para este tipo de estudios.

Tabla C21. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 4

Estudio: HIGADO		Frecuencia: 3.3 %		Tamaño de la muestra: 10		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 19.7 ± 2.0		
	383 ± 33 mAs	I. de camilla (mm) 10.2 ± 0.4				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	3.90	1.02	.32	4.25	4.39	1.86-4.78
G. suprarrenales	15.1	4.21	1.33	17.5	17.6	7.37-18.6
Cerebro	.005	.012	.004	.002	.002	.0007-.04
Mamas	.45	.18	.06	.45	.47	.18-.86
Cristalino	.003	.009	.003	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup> -.03
Vesícula	15.9	4.25	1.34	17.9	18.0	7.64-20.6
Estómago	15.4	4.04	1.28	17.2	18.0	7.9-19.1
Intestino delgado	2.73	1.87	.59	2.14	2.56	.83-7.30
Intestino grueso superior	3.69	2.19	.69	2.99	3.61	1.15-8.18
Intestino grueso inferior	.62	.50	.16	.46	.55	.18-1.92
Corazón	2.13	.66	.21	2.19	2.34	.86-2.83
Riñones	18.4	4.77	1.51	20.2	21.4	9.47-23.3

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	13.3	3.56	1.13	15.5	15.6	6.61-16.0
Pulmones	1.83	1.14	.36	1.60	1.70	.62-4.83
Ovarios	.82	.70	.31	.47	.50	.25-1.99
Pancreas	15.2	4.0	1.3	16.6	18.3	8.5-18.6
Piel	1.85	.54	.17	2.01	2.02	.81-2.52
Bazo	13.6	3.59	1.14	15.0	16.3	7.40-16.6
Testículo	.008	.003	.001	.007	.007	.003-.011
Timo	.74	1.33	.42	.35	.38	.13-4.50
Tiroides	.12	.30	.10	.03	.03	.01-.98
Vejiga	.16	.12	.04	.13	.15	.05-.49
Utero	.71	.63	.28	.39	.41	.21-1.78
Cabeza	.043	.101	.032	.012	.013	.005-.331
Tronco	4.82	1.38	.44	5.20	5.26	2.13-6.50
Huesos	3.91	1.28	.40	4.05	4.18	1.68-6.27
Médula	2.40	.74	.24	2.56	2.59	1.03-3.56

Tabla C22. RESULTADOS DEL MUESTREO DE ESTUDIOS DE CT EN EL EQUIPO Nº 5

Estudio: CRANEO		Frecuencia: 53.5 %		Tamaño de la muestra: 65		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 9.0 ± 0.1		Número total de cortes 12.1 ± 0.5		
	450 ± 16 mAs	I. de camilla (mm) 10.2 ± 0.2				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	2.52	1.08	.13	2.72	3.06	1.08-6.42
G. suprarrenales	.0048	.0028	.0003	.0045	.0066	.0013-.015
Cerebro	71.0	30.3	3.8	75.5	85.1	30.7-176.4
Mamas	.033	.015	.002	.035	.042	.011-.094
Cristalino	75.9	38.2	4.7	79.5	94.6	11.0-211.7
Vesícula	.0029	.0013	.0002	.0034	.0035	.0008-.0074
Estómago	.0031	.0014	.0002	.0032	.0038	.0010-.0088
Intestino delgado	.0001	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	.0002	.0002	<10 <sup>-4</sup> -.0003
Intestino grueso superior	.0007	.0003	<10 <sup>-4</sup>	.0007	.0008	.0002-.0018
Intestino grueso inferior	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup> -.0001
Corazón	.025	.012	.002	.025	.031	.007-.074
Riñones	.0019	.0009	.0001	.0019	.0021	.0007-.0052

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.0068	.0032	.0004	.0069	.0085	.002-.020
Pulmones	.101	.049	.006	.102	.128	.029-.295
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Pancreas	.006	.0027	.0003	.006	.007	.0023-.017
Piel	3.64	1.53	.19	3.70	4.20	1.46-9.12
Bazo	.0092	.0040	.0005	.010	.011	.0038-.024
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.069	.035	.0044	.067	.090	.019-.212
Tiroides	1.89	.95	.12	1.79	2.49	.50-5.70
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Utero	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Cabeza	56.4	24.4	3.02	61.1	68.2	23.3-147.1
Tronco	.088	.042	.005	.090	.112	.026-.258
Huesos	16.9	7.3	.9	18.0	20.4	7.0-44.1
Médula	3.66	1.59	.20	3.89	4.43	1.49-9.59

Tabla C23. RESULTADOS DEL MUESTREO DE ESTUDIOS DE CT EN EL EQUIPO N° 5

Estudio: COLUMNA LUMBAR		Frecuencia: 6.5 %		Tamaño de la muestra: 18		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub> 650 mAs	A. de corte (mm) 3.1 ± 0.1	I. de camilla (mm) 3.9 ± 0.6	Número total de cortes 11.3 ± 0.6		
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	1.96	.99	.23	1.62	2.28	.66-5.19
G. suprarrenales	2.71	4.27	1.01	1.03	1.63	.37-14.7
Cerebro	1.31	3.19	.75	.0006	.0011	<10 <sup>-4</sup> -11.2
Mamas	.12	.13	.03	.071	.105	.022-.499
Cristalino	.070	.173	.041	<10 <sup>-4</sup>	.002	<10 <sup>-4</sup> -.640
Vesícula	10.3	4.21	.99	9.98	13.5	4.05-19.7
Estómago	7.12	4.58	1.08	6.04	8.58	2.23-22.0
Intestino delgado	5.05	3.80	.89	3.35	5.93	.53-14.3
Intestino grueso superior	6.89	4.43	1.05	6.08	8.68	.73-16.5
Intestino grueso inferior	1.14	1.00	.24	.60	1.39	.12-3.68
Corazón	.55	.80	.19	.25	.37	.086-3.22
Riñones	10.6	5.97	1.41	8.59	14.1	2.75-26.9

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	4.99	3.95	.93	3.76	5.36	1.40-17.8
Pulmones	4.05	.59	.14	.18	.29	.064-2.41
Ovarios	.78	.60	.23	.61	.75	.16-1.97
Pancreas	4.45	5.49	1.29	2.32	3.63	.81-23.8
Piel	1.22	.38	.09	1.23	1.33	.39-2.17
Bazo	4.71	5.13	1.21	2.55	4.56	.78-22.2
Testículo	.020	.008	.003	.017	.023	.008-.035
Timo	.077	.105	.025	.039	.064	.009-.42
Tiroides	.016	.026	.006	.005	.007	.0001-.096
Vejiga	.23	.17	.04	.14	.27	.03-.64
Utero	.69	.59	.22	.41	.66	.11-1.89
Cabeza	1.13	2.87	.68	.003	.004	.0007-10.8
Tronco	2.86	1.10	.26	3.00	3.38	.99-5.68
Huesos	2.20	1.04	.24	2.04	2.24	.56-4.60
Médula	1.36	.50	.12	1.41	1.51	.41-2.78

Tabla C24. RESULTADOS DEL MUESTREO DE ESTUDIOS DE CT EN EL EQUIPO Nº 5						
Estudio: ABDOMEN		Frecuencia: 9.8 %		Tamaño de la muestra: 21		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 22.1 ± 2.8		
	390 mAs	I. de camilla (mm) 12.6 ± 1				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	12.7	4.49	.98	10.4	14.3	6.76-24.7
G. suprarrenales	35.0	17.6	3.83	32.4	43.5	4.88-85.7
Cerebro	.007	.004	.001	.005	.008	.002-.015
Mamas	2.63	2.86	.63	1.29	2.78	.30-10.9
Cristalino	.009	.005	.001	.010	.010	.002-.020
Vesícula	41.7	15.2	3.33	39.0	45.2	24.4-83.8
Estómago	37.8	13.6	2.98	35.9	42.3	22.0-81.8
Intestino delgado	23.8	18.0	3.94	23.7	28.6	2.52-91.3
Intestino grueso superior	26.0	16.8	3.67	23.7	29.9	3.47-89.6
Intestino grueso inferior	8.99	9.37	2.05	6.90	10.5	.56-43.5
Corazón	13.1	12.1	2.64	6.60	15.9	1.10-39.3
Riñones	43.9	16.0	3.50	37.6	49.1	27.9-92.6

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	33.3	13.1	2.85	33.5	37.5	14.8-74.9
Pulmones	8.21	6.82	1.49	4.79	11.6	.81-22.6
Ovarios	14.5	12.9	5.28	4.64	19.0	2.25-29.4
Pancreas	34.6	13.7	2.99	36.7	38.8	10.6-78.0
Piel	6.85	2.92	.64	5.96	7.85	3.92-16.9
Bazo	32.2	12.6	2.75	32.9	36.2	12.7-73.3
Testículo	.42	.69	.18	.11	.27	.023-2.18
Timo	1.51	1.26	.27	.94	2.18	.17-4.45
Tiroides	.10	.09	.02	.06	.14	.02-.30
Vejiga	5.28	9.00	1.96	1.55	4.77	.14-34.8
Utero	14.7	13.4	5.45	4.15	21.3	1.88-29.5
Cabeza	.048	.031	.007	.038	.058	.008-.11
Tronco	17.5	7.41	1.62	15.3	20.1	10.3-43.1
Huesos	13.9	5.97	1.30	11.9	16.6	7.17-32.4
Médula	9.81	4.92	1.07	9.38	10.6	4.73-27.3

TABLA C25. RESULTADOS DEL MUESTREO DE ESTUDIOS DE CT EN EL EQUIPO N° 5

Estudio: TORAX

Frecuencia: 2.5 %

Tamaño de la muestra: 18

PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub> 390 mAs	A. de corte (mm) 10 I. de camilla (mm) 11.8 ± 1.4	Número total de cortes 16.8 ± 1.4			
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	9.37	2.75	.69	8.64	10.7	5.41-17.4
G. suprarrenales	9.4	12.2	3.1	4.6	5.4	1.5-42.5
Cerebro	.30	.31	.08	.19	.27	.004-1.07
Mamas	26.2	9.9	2.5	26.6	35.0	.17-36.4
Cristalino	.31	.27	.07	.22	.32	.0001-.97
Vesícula	3.47	5.78	1.44	1.28	1.62	.49-23.9
Estómago	4.99	5.29	1.32	2.37	3.03	.78-18.5
Intestino delgado	2.93	10.8	2.69	.15	.18	.06-43.3
Intestino grueso superior	2.94	10.5	2.62	.21	.25	.08-42.2
Intestino grueso inferior	1.18	4.49	1.12	.03	.04	.01-18.0
Corazón	33.6	15.0	3.7	32.3	43.7	.5-56.6
Riñones	2.66	4.45	1.11	.91	1.13	.33-18.0

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	6.79	7.13	1.78	3.57	4.89	1.27-25.4
Pulmones	31.4	11.1	2.8	30.7	39.2	.4-44.9
Ovarios	.075	.076	.027	.026	.127	.019-.222
Pancreas	6.31	6.91	1.73	3.62	4.41	1.22-27.8
Piel	6.43	2.03	.51	5.91	6.86	3.82-12.0
Bazo	5.10	5.62	1.41	2.68	3.31	1.03-21.4
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	45.0	16.2	4.06	45.8	59.3	.09-63.6
Tiroides	14.1	26.3	6.59	4.43	6.60	.01-81.5
Vejiga	.48	1.89	.47	.07	.09	.02-7.57
Utero	.063	.052	1.83	.031	.100	.02-.16
Cabeza	3.72	6.11	1.53	1.50	2.17	.004-19.3
Tronco	14.5	3.85	.96	13.9	16.2	8.78-23.9
Huesos	17.9	5.09	1.27	18.0	20.3	10.6-30.7
Médula	9.38	2.36	.59	9.11	10.4	5.68-15.3

Tabla C26. RESULTADOS DEL MUESTREO DE ESTUDIOS DE CT EN EL EQUIPO Nº 5

Estudio: TORAX - ABDOMEN		Frecuencia: 8.9 %		Tamaño de la muestra: 7		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 9.7 ± 0.3		Número total de cortes 33.7 ± 2.7		
	390 mAs	I. de camilla (mm) 15.3 ± 1.3				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	18.5	3.50	1.32	18.3	20.4	12.1-22.0
G. suprarrenales	34.9	13.5	5.12	26.5	48.1	17.5-49.9
Cerebro	.32	.35	.13	.20	.25	.02-1.07
Mamas	23.4	10.9	4.11	20.6	27.2	3.19-37.8
Cristalino	.34	.31	.12	.23	.28	.04-.97
Vesícula	29.1	2.43	.92	27.7	28.9	26.4-32.8
Estómago	30.2	6.01	2.27	25.9	36.0	23.4-36.9
Intestino delgado	22.7	10.4	3.93	24.5	24.6	2.75-33.8
Intestino grueso superior	22.5	9.07	3.43	24.4	24.8	3.79-30.9
Intestino grueso inferior	9.35	5.12	1.94	9.26	11.6	.61-14.5
Corazón	38.4	16.3	6.2	28.3	50.7	16.4-57.3
Riñones	30.3	2.5	.9	28.5	32.6	28.0-33.4

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	29.6	8.4	3.2	24.2	37.6	19.0-39.0
Pulmones	32.9	11.7	4.4	26.1	41.0	19.4-46.8
Ovarios	26.2	5.2	3.0	20.1	28.9	20.1-29.5
Páncreas	31.0	9.3	3.5	24.4	39.8	21.3-42.4
Piel	11.0	2.3	.9	10.0	11.9	7.8-14.9
Bazo	27.6	7.8	2.9	22.2	34.0	19.1-38.4
Testículo	.20	.20	.10	.07	.26	.02-.45
Timo	37.7	15.5	5.9	35.4	37.5	18.5-61.6
Tiroides	15.8	29.2	11.0	4.8	6.1	.48-81.5
Vejiga	4.52	3.16	1.20	3.38	5.81	.15-8.56
Utero	27.2	3.5	2.1	23.1	29.0	23.1-29.5
Cabeza	4.14	6.77	2.56	1.60	2.00	.17-19.3
Tronco	26.1	4.1	1.6	24.6	27.3	19.4-31.5
Huesos	26.9	5.9	2.2	26.8	28.0	17.2-35.9
Médula	16.3	2.8	1.1	14.4	18.2	11.8-19.2

Tabla C27. RESULTADOS DEL MUESTREO DE ESTUDIOS DE CT EN EL EQUIPO Nº 5

Estudio: OIDO		Frecuencia: 4.0 %		Tamaño de la muestra: 12		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 3		Número total de cortes 14.8 ± 1.2		
	800 mAs	I. de camilla (mm) 1.95 ± .05				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	.73	.26	.07	.63	.77	.48-1.24
G. suprarrenales	.018	.004	.001	.015	.017	.014-.025
Cerebro	5.55	2.13	.61	4.88	5.92	3.48-9.92
Mamas	.044	.016	.005	.038	.047	.028-.077
Cristalino	4.44	1.79	.52	3.96	4.70	2.71-8.18
Vesícula	.003	.0005	.0001	.0022	.0023	.0022-.0034
Estómago	.0043	.0012	.0003	.0036	.0043	.0033-.0069
Intestino delgado	.0003	.0002	<10 <sup>-4</sup>	.0002	.0003	.0001-.0009
Intestino grueso superior	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Intestino grueso inferior	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Corazón	.055	.019	.006	.047	.058	.037-.093
Riñones	.0037	.0016	.0005	.0033	.0037	.0021-.0070

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.012	.004	.001	.010	.013	.008-.020
Pulmones	.22	.074	.021	.18	.23	.15-.36
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Pancreas	.013	.003	.0009	.011	.013	.011-.020
Piel	2.03	.73	.21	1.75	2.14	1.32-3.48
Bazo	.008	.004	.001	.007	.007	.003-.017
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.19	.058	.017	.16	.20	.14-.31
Tiroides	6.10	2.08	.60	5.19	6.39	4.07-10.2
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Utero	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Cabeza	31.6	11.3	3.28	27.3	33.3	20.5-54.1
Tronco	.18	.060	.017	.15	.18	.12-.29
Huesos	8.45	3.07	.88	7.32	8.94	5.46-14.6
Médula	2.15	.78	.22	1.86	2.28	1.39-3.70

Tabla C28. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 6

Estudio: CRANEO

Frecuencia: 59.6 %

Tamaño de la muestra: 28

PARAMETROS DE OPERACION	133 kV <sub>p</sub> 456 ± 8 mAs	A. de corte (mm) 7.0 ± .2 I. de camilla (mm) 7.41 ± .15	Número total de cortes 16.1 ± 1.1			
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	1.62	.98	.19	1.26	1.86	.26-4.24
G. suprarrenales	.0041	.002	.0004	.0032	.0042	.0016-.0087
Cerebro	41.5	30.0	5.47	35.7	52.0	8.9-113.8
Mamas	.028	.015	.003	.023	.031	.008-.070
Cristalino	60.5	49.4	9.3	49.3	95.7	3.1-214.1
Vesícula	.0015	.0014	.0003	.0016	.0022	<10 <sup>-4</sup> -.0045
Estómago	.0048	.0026	.0005	.0041	.0053	.0017-.0118
Intestino delgado	.0004	.0003	<10 <sup>-4</sup>	.0004	.0005	<10 <sup>-4</sup> -.0012
Intestino grueso superior	.0008	.0007	.0001	.0008	.0014	.0002-.0025
Intestino grueso inferior	.0002	.0002	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	.0003	<10 <sup>-4</sup> -.0007
Corazón	.024	.020	.002	.021	.026	.007-.058
Riñones	.0022	.0013	.0003	.0022	.0029	.0004-.0059

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.0073	.0039	.0007	.0073	.0086	.0019-.0187
Pulmones	.096	.051	.010	.088	.111	.026-.241
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Pancreas	.0055	.0032	.0006	.0048	.0061	.0022-.0127
Piel	2.85	1.64	.31	2.19	3.19	1.20-7.38
Bazo	.0092	.0053	.0010	.0092	.0111	.0019-.0252
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.073	.040	.008	.059	.085	.019-.193
Tiroides	1.79	1.03	.19	1.80	2.21	.41-4.86
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Utero	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup> -.0001
Cabeza	37.5	20.0	3.8	30.5	39.1	18.4-93.6
Tronco	.080	.042	.008	.071	.090	.023-.198
Huesos	11.1	5.9	1.1	9.0	11.5	5.5-27.8
Médula	2.79	1.47	.28	2.29	2.87	1.42-6.95

Tabla C29. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 6

Estudio: ABDOMEN		Frecuencia: 2.47 %		Tamaño de la muestra: 12		
PARAMETROS DE OPERACION	133 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 7.79 ± .14		Número total de cortes 28.2 ± 2.6		
	365 ± 31 mAs	I. de camilla (mm) 8.45 ± .70				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	13.7	4.1	1.2	11.8	14.8	8.7-21.5
G. suprarrenales	36.7	14.3	4.1	34.8	37.6	20.7-63.1
Cerebro	.0081	.0037	.0011	.0060	.0097	.0039-.0172
Mamas	2.00	1.03	.30	1.37	2.20	.91-4.21
Cristalino	.0094	.0025	.0007	.0079	.0114	.0072-.0147
Vesícula	44.5	14.6	4.2	39.5	53.0	28.7-69.1
Estómago	48.4	16.7	4.8	46.0	53.5	30.2-78.8
Intestino delgado	20.3	12.3	3.5	18.9	25.3	5.8-50.1
Intestino grueso superior	24.2	12.5	3.6	22.6	28.5	7.9-53.0
Intestino grueso inferior	6.60	4.87	1.41	6.01	9.32	1.42-18.0
Corazón	9.96	6.66	1.92	5.90	11.4	3.71-26.4
Riñones	51.6	18.0	5.2	49.5	60.0	31.7-82.7

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	45.9	16.1	4.6	43.3	47.7	29.4-76.4
Pulmones	7.89	4.95	1.43	4.94	9.33	2.95-20.3
Ovarios	4.70	3.59	1.60	2.88	3.24	1.3-10.5
Pancreas	40.9	14.5	4.2	37.0	43.7	25.0-67.0
Piel	8.52	2.74	.79	7.78	9.06	5.97-15.4
Bazo	50.3	18.3	5.3	45.3	53.5	30.8-83.6
Testículo	.16	.13	.05	.10	.16	.03-.37
Timo	1.66	.81	.23	1.19	1.90	.74-3.59
Tiroides	.17	.09	.02	.13	.21	.06-.38
Vejiga	1.54	1.20	.35	1.18	1.87	.37-4.19
Utero	3.90	2.64	1.18	2.60	2.86	1.24-8.07
Cabeza	.063	.026	.008	.047	.076	.030-.130
Tronco	19.4	6.2	1.8	17.6	20.6	13.6-34.8
Huesos	15.5	5.3	1.5	14.6	16.4	10.5-28.7
Médula	9.34	3.52	1.02	8.70	10.1	6.28-18.7

Tabla C30. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 6

Estudio: TORAX		Frecuencia: 16.3%		Tamaño de la muestra: 12		
PARAMETROS DE OPERACION	133 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 8.33 ± 2.2		Número total de cortes 26.7 ± 2.0		
	226 ± 9 mAs	I. de camilla (mm) 8.33 ± 2.2				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	7.50	1.85	.53	7.78	8.47	3.80-9.15
G. suprarrenales	4.59	2.08	.60	4.17	5.28	1.32-7.77
Cerebro	.20	.09	.03	.17	.25	.05-.32
Mamas	29.7	4.9	1.4	31.6	31.9	19.3-32.3
Cristalino	.21	.10	.03	.19	.27	.07-.35
Vesícula	1.27	.51	.15	1.20	1.44	.41-1.97
Estómago	2.64	1.16	.33	2.42	3.02	.78-4.37
Intestino delgado	.18	.07	.02	.18	.21	.06-.28
Intestino grueso superior	.25	.10	.03	.24	.29	.08-.37
Intestino grueso inferior	.043	.018	.005	.041	.051	.014-.066
Corazón	24.0	7.0	2.0	25.9	27.9	9.9-29.4
Riñones	1.07	.44	.13	1.00	1.24	.33-1.68

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	4.05	1.92	.55	3.61	4.46	1.17-7.19
Pulmones	28.0	7.2	2.1	29.6	32.1	13.5-33.5
Ovarios	.039	.018	.007	.029	.042	.014-.058
Páncreas	3.65	1.51	.44	3.46	4.24	1.13-5.71
Piel	5.60	1.60	.46	5.71	6.47	2.51-7.19
Bazo	3.14	1.40	.40	2.88	3.58	.93-5.27
Testículo	.0008	.0005	.0002	.0006	.0012	<10 <sup>-4</sup> -.0013
Timo	30.8	5.4	1.5	32.7	33.4	19.4-33.8
Tiroides	3.63	1.61	.47	3.24	4.51	1.05-5.78
Vejiga	.013	.005	.002	.013	.016	.004-.020
Utero	.030	.010	.004	.029	.033	.011-.039
Cabeza	1.32	.58	.17	1.17	1.65	.39-2.10
Tronco	11.6	3.3	1.0	11.9	13.4	5.2-14.8
Huesos	15.3	4.3	1.2	15.6	17.7	6.9-19.3
Médula	7.64	2.13	.62	7.79	8.91	3.47-9.57

Tabla C31. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 6

Estudio: ABDOMEN-PELVIS						
		Frecuencia: 4.67 %		Tamaño de la muestra: 12		
PARAMETROS DE OPERACION	133 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 8.0		Número total de cortes 31.9 ± 1.5		
	247 ± 9 mAs	I. de camilla (mm) 15.1 ± 1.3				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	10.6	3.7	1.1	10.0	10.8	6.7-21.4
G. suprarrenales	17.9	10.9	3.1	18.5	19.2	2.7-45.9
Cerebro	.0034	.0021	.0006	.0034	.0036	.0008-.0093
Mamas	.79	.49	.14	.79	.82	.21-2.15
Cristalino	.0052	.0021	.0006	.0047	.0058	.0030-.0111
Vesícula	26.0	8.8	2.5	22.7	26.1	20.0-52.9
Estómago	26.4	11.1	3.2	24.2	26.8	13.5-52.6
Intestino delgado	17.6	5.6	1.6	14.4	17.8	11.4-26.8
Intestino grueso superior	19.4	5.7	1.6	16.1	19.8	12.6-29.7
Intestino grueso inferior	13.2	3.4	1.0	11.5	13.4	9.2-22.0
Corazón	3.43	2.46	.71	3.32	3.53	.68-10.4
Riñones	29.5	10.7	3.1	25.7	30.0	19.7-62.0

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	24.1	11.3	3.2	23.0	23.9	9.7-55.7
Pulmones	2.79	2.05	.59	2.69	2.90	.53-8.65
Ovarios	12.2	.15	.07	12.2	12.2	12.0-12.4
Pancreas	21.1	10.9	3.14	20.1	22.1	5.7-50.4
Piel	6.76	2.21	.64	6.04	6.42	5.3-13.6
Bazo	26.2	13.1	3.8	24.8	27.1	7.9-62.0
Testículo	2.74	3.60	1.36	1.31	1.81	.67-10.8
Timo	.66	.43	.12	.67	.69	.12-1.84
Tiroides	.069	.049	.014	.071	.073	.099-.205
Vejiga	13.5	3.15	.91	12.3	13.8	10.3-22.8
Utero	12.3	.33	.15	12.1	12.2	12.0-12.8
Cabeza	.026	.016	.005	.027	.027	.006-.071
Tronco	14.9	4.6	1.3	13.3	14.3	11.7-21.1
Huesos	11.3	4.0	1.1	10.2	10.8	8.4-23.5
Médula	7.94	2.38	.69	7.00	8.03	5.73-15.1

Tabla C32. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 6

Estudio: C.CERVICAL		Frecuencia: 4.95 %		Tamaño de la muestra: 11		
PARAMETROS DE OPERACION	133 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 4.18 ± .42		Número total de cortes 16.9 ± 1.4		
	441 ± 18 mAs	I. de camilla (mm) 4.21 ± .43				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	2.73	1.57	.47	2.23	2.24	1.84-7.34
G. suprarrenales	.039	.022	.007	.033	.034	.020-.100
Cerebro	2.71	1.54	.47	2.76	3.94	.67-4.60
Mamas	.13	.06	.02	.11	.12	.08-.30
Cristalino	2.03	1.21	.37	1.91	3.00	.45-3.60
Vesícula	.0087	.0039	.0012	.0085	.0085	.0049-.0196
Estómago	.022	.011	.003	.020	.020	.013-.054
Intestino delgado	.0024	.0014	.0004	.0020	.0020	.0017-.0063
Intestino grueso superior	.0029	.0016	.0005	.0025	.0025	.0018-.0074
Intestino grueso inferior	.0005	.0003	.0001	.0004	.0004	.0003-.0015
Corazón	.19	.10	.03	.16	.17	.13-.49
Riñones	.012	.007	.002	.011	.012	.007-.030

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.045	.024	.007	.039	.040	.029-.114
Pulmones	.71	.39	.12	.60	.61	.46-1.85
Ovarios	.0007	.0011	.0004	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup> -.0027
Pancreas	.034	.017	.005	.030	.031	.019-.083
Piel	2.41	.94	.28	2.55	2.71	1.20-4.50
Bazo	.046	.026	.008	.038	.038	.031-.121
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.60	.34	.10	.50	.51	.40-1.58
Tiroides	45.6	29.1	8.8	34.5	38.0	27.0-130
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Utero	.0007	.0007	.0003	.0003	.0003	<10 <sup>-4</sup> -.0021
Cabeza	27.5	11.0	3.3	30.8	33.1	12.0-45.8
Tronco	.57	.33	.10	.47	.48	.37-1.52
Huesos	6.33	2.69	.81	7.41	8.02	2.41-9.54
Médula	2.06	.84	.25	2.31	2.48	.87-3.43

Tabla C33. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 6

Estudio: TOR-ABD		Frecuencia: 3.90 %		Tamaño de la muestra: 10		
PARAMETROS DE OPERACION	133 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 8.0		Número total de cortes 40.3 ± 2.4		
	288 ± 14 mAs	I. de camilla (mm) 12.7 ± 1.1				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	17.0	9.5	3.0	12.4	15.9	10.8-42.3
G. suprarrenales	31.8	21.3	6.7	25.0	35.6	7.6-83.0
Cerebro	.16	.13	.04	.11	.18	.006-464
Mamas	30.7	20.3	6.4	17.2	35.6	1.3-61.5
Cristalino	.18	.14	.04	.15	.21	.007-.499
Vesícula	33.8	23.2	7.3	27.1	37.4	2.7-92.1
Estómago	38.1	25.3	8.0	30.2	44.3	5.7-99.7
Intestino delgado	14.7	21.6	6.8	8.2	10.9	.39-74.9
Intestino grueso superior	17.1	22.4	7.1	11.2	13.5	.54-79.3
Intestino grueso inferior	4.82	7.92	2.50	2.09	3.27	.095-26.9
Corazón	31.2	19.8	6.3	18.5	32.2	5.6-70.4
Riñones	39.0	25.6	8.1	31.0	44.7	2.3-100.6

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	37.7	25.2	8.0	29.7	41.8	8.4-99.7
Pulmones	31.9	17.9	5.7	20.0	43.6	4.5-60.3
Ovarios	6.3	11.0	4.9	1.37	1.82	.11-25.9
Pancreas	33.5	22.0	7.0	26.4	39.4	8.0-86.1
Piel	11.2	5.8	1.8	9.1	11.9	5.8-26.4
Bazo	40.2	26.4	8.3	31.8	48.3	6.7-102.0
Testículo	.06	.04	.02	.03	.06	.02-.12
Timo	28.7	21.4	6.8	17.9	33.9	1.1-62.7
Tiroides	3.31	2.79	.88	2.08	3.38	.13-8.46
Vejiga	1.13	1.84	.58	.46	.66	.03-6.26
Utero	5.2	8.9	4.0	1.3	1.6	.07-21.1
Cabeza	1.14	.92	.29	.76	1.24	.04-3.09
Tronco	24.5	13.0	4.1	19.3	25.2	13.3-58.7
Huesos	24.7	11.5	3.6	19.2	27.0	10.9-50.7
Médula	13.6	7.2	2.3	10.9	14.1	5.9-31.9

Tabla C34. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 6

Estudio: TOR-ABD-PELV		Frecuencia: 5.45 %		Tamaño de la muestra: 14		
PARAMETROS DE OPERACION	133 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 8.0		Número total de cortes 52.1 ± 2.1		
	240 mAs	I. de camilla (mm) 11.5 ± .8				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	16.4	2.8	.7	15.2	17.5	12.6-30.0
G. suprarrenales	28.4	6.0	1.6	27.9	31.0	14.5-35.2
Cerebro	.059	.044	.012	.043	.090	.015-.158
Mamas	19.2	5.4	1.4	17.4	17.5	11.6-29.6
Cristalino	.070	.049	.013	.060	.097	.012-.177
Vesícula	31.6	6.6	1.8	30.7	36.7	15.8-31.7
Estómago	34.9	7.5	2.0	33.2	40.4	17.1-43.1
Intestino delgado	22.3	5.5	1.5	18.9	26.8	14.1-30.2
Intestino grueso superior	24.0	5.7	1.5	21.3	28.8	13.9-31.8
Intestino grueso inferior	13.8	3.9	1.0	13.0	14.2	8.8-24.8
Corazón	21.9	4.7	1.3	20.1	23.6	13.7-29.0
Riñones	35.7	8.0	2.1	32.3	42.5	17.0-44.5

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	34.2	7.2	1.9	33.4	38.3	17.3-42.1
Pulmones	19.7	2.2	.6	20.5	20.7	15.6-23.2
Ovarios	15.9	6.5	2.6	14.5	14.6	8.5-28.1
Pancreas	30.4	6.5	1.7	28.9	35.5	15.0-37.2
Piel	10.7	1.6	.4	10.1	11.9	8.4-13.6
Bazo	36.4	8.1	2.2	34.0	42.6	17.5-45.3
Testículo	1.55	3.89	.49	.41	2.62	.21-3.70
Timo	12.7	5.9	1.6	16.5	17.5	3.6-17.9
Tiroides	1.12	.81	.22	.85	1.72	.31-2.90
Vejiga	11.3	7.2	1.9	12.5	14.8	2.0-27.3
Utero	15.7	7.1	2.9	14.55	14.6	6.9-28.7
Cabeza	.41	.29	.08	.31	.62	.11-1.05
Tronco	23.3	3.5	.9	22.4	26.1	18.2-29.7
Huesos	20.9	3.0	.8	20.0	23.5	16.6-25.3
Médula	13.2	1.9	.5	12.8	14.4	10.4-16.9

Tabla C35. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 7

Estudio: CRANEO		Frecuencia: 44.4 %		Tamaño de la muestra: 44		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub> 576 mAs	A. de corte (mm) 9.81 ± .09	Número total de cortes 13.4 ± .7			
		I. de camilla (mm) 9.81 ± .09				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	.92	.30	.05	.85	.87	.43-2.20
G. suprarrenales	.0011	.0007	.0001	.0012	.0012	.0004-.0036
Cerebro	25.7	8.8	1.3	24.0	24.1	9.1-64.5
Mamas	.009	.003	.0005	.008	.009	.006-.021
Cristalino	20.8	8.1	1.2	18.1	18.5	9.8-52.5
Vesícula	.0018	.0007	.0001	.0016	.0017	.0002-.0049
Estómago	.0009	.0003	.0001	.0008	.0009	.0005-.0022
Intestino delgado	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup> -.0002
Intestino grueso superior	.0001	.0001	<10 <sup>-4</sup>	.0001	.0002	<10 <sup>-4</sup> -.0001
Intestino grueso inferior	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup> -.0001
Corazón	.010	.004	.0006	.009	.011	.005-.025
Riñones	.0005	.0002	<10 <sup>-4</sup>	.0004	.0005	.0003-.0011

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.0019	.0008	.0001	.0016	.0022	.001-.005
Pulmones	.035	.014	.002	.031	.038	.018-.090
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Pancreas	.0010	.0003	<10 <sup>-4</sup>	.0009	.0009	.0007-.0021
Piel	1.39	.46	.07	1.29	1.38	.59-3.37
Bazo	.0026	.0010	.0002	.0023	.0027	.0010-.0069
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.022	.009	.001	.019	.024	.013-.058
Tiroides	.69	.32	.05	.59	.80	.34-1.99
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Utero	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Cabeza	20.6	5.6	1.0	18.9	19.5	12.3-46.2
Tronco	.03	.012	.002	.026	.033	.017-.076
Huesos	6.23	1.96	.29	5.75	5.89	3.83-13.85
Médula	1.35	.42	.06	1.24	1.28	.86-2.97

Tabla C36. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 7

Estudio: COLUMNA LUMBAR						
		Frecuencia: 14.1 %		Tamaño de la muestra: 14		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 5.0		Número total de cortes 21.2 ± 1.0		
	737 mAs	I. de camilla (mm) 5.0				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	2.42	.74	.20	2.52	2.60	1.03-3.65
G. suprarrenales	.82	.41	.11	.87	1.02	.19-1.53
Cerebro	.0003	.0001	<10 <sup>-4</sup>	.0004	.0004	<10 <sup>-4</sup> -.0005
Mamas	.059	.027	.007	.062	.073	.015-.101
Cristalino	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Vesícula	8.38	4.44	1.19	8.99	10.5	1.4-15.8
Estómago	4.18	2.35	.63	4.46	5.23	.66-8.29
Intestino delgado	15.9	3.26	.87	17.0	17.8	7.7-19.3
Intestino grueso superior	15.4	4.12	1.10	17.6	18.7	5.93-18.9
Intestino grueso inferior	4.12	1.07	.29	4.56	4.72	1.82-5.35
Corazón	.19	.09	.02	.20	.23	.04-4.99
Riñones	6.44	3.99	1.07	6.63	8.01	.83-13.8

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	2.52	1.41	.38	2.71	3.15	.40-4.99
Pulmones	.14	.07	.02	.15	.17	.03-.26
Ovarios	3.57	.90	.34	3.60	4.04	1.62-4.21
Pancreas	1.76	.87	.23	1.86	2.14	.35-3.30
Piel	1.62	.57	.15	1.83	2.09	.53-2.27
Bazo	1.60	.86	.23	1.69	1.93	.32-3.25
Testículo	.088	.018	.007	.087	.103	.063-.104
Timo	.035	.015	.004	.028	.043	.007-.065
Tiroides	.0033	.0029	.0008	.0049	.0049	.0001-.008
Vejiga	.97	.21	.06	.97	1.01	.41-1.24
Utero	3.19	.77	.29	3.28	3.56	1.48-3.70
Cabeza	.0011	.0005	.0002	.0013	.0015	.0003-.0020
Tronco	4.26	1.35	.36	4.69	5.37	1.49-5.81
Huesos	2.95	.84	.22	3.17	3.68	1.10-3.81
Médula	2.71	.69	.19	2.86	3.23	1.07-3.41

Tabla C37. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 7

Estudio: ABDOMEN		Frecuencia: 20.2 %		Tamaño de la muestra: 20		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub> 576 mAs	A. de corte (mm) 10 I. de camilla (mm) 11.0 ± .7	Número total de cortes 22.5 ± 2.1			
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	6.36	2.49	.56	5.71	7.56	2.32-12.5
G. suprarrenales	20.0	5.88	1.31	19.2	22.2	8.48-40.0
Cerebro	.0028	.0019	.0003	.0023	.0036	.0008-.005
Mamas	.68	.31	.07	.53	.95	.23-1.17
Cristalino	.0027	.0046	.0010	<10 <sup>-4</sup>	.0019	<10 <sup>-4</sup> -.010
Vesícula	21.2	9.43	2.11	23.1	24.7	2.99-47.1
Estómago	19.8	7.14	1.60	20.2	22.4	7.47-42.2
Intestino delgado	13.1	7.81	1.74	12.3	20.4	.34-26.5
Intestino grueso superior	14.4	8.04	1.80	14.6	20.2	.45-31.5
Intestino grueso inferior	4.14	2.88	.64	3.24	6.95	.07-8.48
Corazón	4.40	3.08	.68	2.66	5.89	1.05-9.74
Riñones	22.7	9.74	2.18	24.7	25.8	3.31-50.1

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	17.6	5.81	1.30	17.1	20.2	8.29-36.6
Pulmones	2.97	1.87	.42	1.90	4.24	.76-6.1
Ovarios	6.66	4.73	1.67	5.54	10.7	.54-11.1
Pancreas	19.3	5.73	1.28	18.8	21.0	9.49-39.1
Piel	3.34	1.38	.31	3.10	4.35	.95-6.50
Bazo	17.0	5.37	1.20	16.8	18.8	8.43-35.1
Testículo	.07	.06	.02	.05	.11	.0004-.16
Timo	.55	.27	.06	.42	.79	.16-.95
Tiroides	.045	.022	.005	.033	.060	.010-.078
Vejiga	2.20	3.84	.86	.67	2.23	.02-13.2
Utero	6.49	5.17	1.83	4.73	8.67	.45-13.2
Cabeza	.019	.008	.002	.015	.025	.006-.03
Tronco	8.64	3.55	.79	8.05	11.3	2.52-16.9
Huesos	6.63	2.74	.61	5.97	9.11	2.40-12.6
Médula	4.75	2.16	.48	4.24	6.74	1.32-8.64

Tabla C38. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 7

Estudio: TORAX		Frecuencia: 14.1 %		Tamaño de la muestra: 14		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 28.6 ± 2.2		
	576 mAs	I. de camilla (mm) 9.9 ± .1				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	7.19	3.11	.83	6.18	7.04	4.08-15.17
G. suprarrenales	6.71	5.40	1.45	5.97	6.74	1.87-23.34
Cerebro	.163	.083	.022	.131	.214	.044-.329
Mamas	21.0	9.73	2.60	17.1	17.2	10.2-46.3
Cristalino	.163	.071	.019	.175	.202	.063-.286
Vesícula	1.93	2.69	.72	1.31	1.56	.51-11.1
Estómago	3.52	3.80	1.02	2.79	3.20	.99-16.1
Intestino delgado	.22	.27	.07	.16	.20	.06-1.11
Intestino grueso superior	.30	.36	.01	.21	.27	.09-1.53
Intestino grueso inferior	.051	.058	.015	.037	.048	.017-.25
Corazón	29.9	13.8	3.69	25.7	26.5	17.0-66.1
Riñones	1.89	3.47	.93	1.03	1.24	.40-13.8

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	5.08	4.04	1.08	4.77	5.09	1.52-17.6
Pulmones	26.3	12.4	3.30	22.0	23.2	14.5-58.7
Ovarios	.060	.087	.029	.019	.031	.012-.284
Pancreas	4.81	4.61	1.23	3.82	4.73	1.46-19.9
Piel	4.68	2.07	.55	4.29	4.69	2.66-10.0
Bazo	3.82	4.01	1.07	3.00	3.54	1.13-17.1
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	39.2	17.5	4.67	31.3	31.5	23.6-84.7
Tiroides	4.46	2.98	.80	3.56	5.20	1.02-12.3
Vejiga	.015	.018	.005	.010	.013	.004-.074
Utero	.049	.068	.023	.022	.023	.012-.225
Cabeza	1.42	.83	.22	1.12	1.75	.35-3.26
Tronco	11.1	4.88	1.30	10.0	10.9	6.51-23.9
Huesos	13.8	6.17	1.65	12.5	12.8	8.26-30.8
Médula	7.12	3.15	.84	6.33	6.70	4.24-15.4

Tabla C39. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 7

Estudio: TOR-ABD		Frecuencia: 7.1 %		Tamaño de la muestra: 17		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 35.0 ± 1.9		
	576 mAs	I. de camilla (mm) 12.9 ± 1.8				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	10.0	1.66	.40	9.56	10.1	7.85-14.4
G. suprarrenales	24.6	3.49	.84	23.5	24.3	21.3-37.0
Cerebro	.11	.07	.02	.10	.04	.04-.33
Mamas	16.5	4.16	1.01	17.4	17.5	10.6-27.9
Cristalino	.12	.07	.02	.09	.13	.05-.34
Vesícula	19.6	5.73	1.39	20.3	24.2	6.53-25.8
Estómago	20.8	3.26	.79	21.4	22.4	12.7-24.9
Intestino delgado	7.16	7.32	1.78	2.61	12.4	.69-19.8
Intestino grueso superior	8.18	7.36	1.78	3.66	15.3	.92-19.6
Intestino grueso inferior	1.84	2.06	.50	.56	2.96	.15-5.61
Corazón	27.4	5.21	1.26	27.4	28.0	21.5-44.3
Riñones	21.7	5.31	1.29	22.7	25.6	8.0-26.7

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	20.5	2.92	.71	20.3	20.8	13.7-27.2
Pulmones	22.7	5.44	1.32	22.7	24.0	15.9-39.0
Ovarios	1.64	1.74	.55	.52	2.53	.23-5.55
Pancreas	22.3	2.56	.62	21.6	21.9	19.9-31.1
Piel	5.98	1.35	.33	5.60	5.91	4.41-9.27
Bazo	19.2	2.34	.57	19.0	19.2	15.0-26.4
Testículo	.04	.05	.01	.009	.01	.003-.11
Timo	30.4	6.00	1.45	30.7	31.2	23.8-50.3
Tiroides	2.67	1.75	.42	2.44	2.48	.89-8.42
Vejiga	.45	.51	.12	.15	.60	.05-1.44
Utero	1.41	1.57	.50	.44	2.13	.15-5.01
Cabeza	.89	.57	.14	.79	.84	.31-2.75
Tronco	14.9	3.12	.76	14.3	14.7	11.3-21.8
Huesos	15.6	3.35	.81	14.3	15.6	12.0-25.1
Médula	8.80	1.97	.48	8.26	8.48	6.69-13.1

Tabla C40. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 8

Estudio: ABDOMEN

Frecuencia: 8.4 %

Tamaño de la muestra: 37

PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub> 300 mAs	A. de corte (mm) 10 I. de camilla (mm) 11.0 ± 0.3	Número total de cortes 30.2 ± 1.4			
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	12.2	3.8	.6	12.1	14.1	6.3-20.0
G. suprarrenales	39.7	16.3	2.7	35.9	51.3	7.5-67.3
Cerebro	.0051	.0021	.0003	.0048	.0064	.0016-.0098
Mamas	1.22	.530	8.63	1.08	1.47	.38-2.42
Cristalino	.009	.005	.001	.010	.014	.0004-.016
Vesícula	51.6	15.5	2.6	51.1	62.8	17.7-85.5
Estómago	44.7	13.2	2.2	45.5	56.8	21.0-63.3
Intestino delgado	18.9	7.8	1.3	18.0	23.1	5.7-34.2
Intestino grueso superior	23.8	10.2	1.7	22.0	27.3	8.6-48.7
Intestino grueso inferior	4.78	2.19	.36	4.39	5.74	1.14-9.41
Corazón	6.27	3.20	.53	5.77	7.63	1.55-15.5
Riñones	54.6	17.1	2.8	55.3	67.5	17.4-88.6

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	37.9	12.0	2.0	38.7	47.5	18.1-56.8
Pulmones	4.56	2.35	.39	4.04	5.71	1.12-10.9
Ovarios	6.16	5.41	1.31	3.67	4.55	1.31-17.3
Páncreas	39.7	12.6	2.1	42.1	50.6	15.8-58.5
Piel	6.18	1.94	.32	6.20	7.26	2.87-9.83
Bazo	36.9	12.1	2.0	39.1	47.3	18.0-54.4
Testículo	.09	.04	.01	.10	.11	.03-.19
Timo	.90	.41	.07	.82	1.12	.20-1.83
Tiroides	.063	.026	.004	.061	.074	.011-.122
Vejiga	1.22	.84	.14	.91	1.36	.29-3.84
Utero	6.20	5.96	1.45	3.19	3.93	1.04-18.5
Cabeza	.035	.015	.003	.031	.043	.011-.068
Tronco	16.1	4.8	.8	16.1	18.5	8.0-25.4
Huesos	12.1	3.8	.63	12.4	14.2	5.3-20.2
Médula	8.01	2.53	.42	7.68	9.33	3.61-13.7

Tabla C41. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 8

Estudio: TORAX		Frecuencia: 12.4 %		Tamaño de la muestra: 36		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 9.8 ± 0.1		Número total de cortes 24.7 ± 1.8		
	240 mAs	I. de camilla (mm) 9.5 ± 0.4				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	5.47	2.53	.42	4.57	6.89	1.14-11.3
G. suprarrenales	3.33	2.29	.38	3.27	5.04	.19-9.64
Cerebro	.23	.18	.03	.13	.38	.05-.67
Mamas	14.8	10.7	1.8	19.3	20.6	.59-39.3
Cristalino	.24	.17	.03	.17	.36	.06-.72
Vesícula	.90	.56	.09	.89	1.34	.07-2.13
Estómago	1.67	1.10	.18	1.60	2.57	.10-4.19
Intestino delgado	.10	.06	.01	.10	.16	.01-.23
Intestino grueso superior	.14	.09	.01	.14	.21	.01-.30
Intestino grueso inferior	.023	.014	.002	.024	.035	.002-.050
Corazón	19.5	12.6	2.1	16.5	28.8	1.1-45.6
Riñones	.65	.45	.07	.61	.98	.05-2.09

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	2.58	1.66	.28	2.46	3.85	.18-5.70
Pulmones	19.8	10.1	1.7	17.9	26.3	4.3-41.2
Ovarios	.015	.013	.003	.011	.025	.003-.042
Páncreas	2.51	1.66	.28	2.42	3.88	.16-6.78
Piel	3.95	1.79	.30	3.98	4.91	1.18-9.92
Bazo	1.88	1.21	.20	1.82	2.84	.13-4.72
Testículo	.0003	.0006	.0001	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup> -.0015
Timo	29.4	16.5	2.7	33.5	36.0	5.8-68.5
Tiroides	8.7	11.6	1.9	3.5	9.2	1.1-47.7
Vejiga	.0051	.0034	.0006	.0049	.0083	.0002-.012
Utero	.017	.015	.004	.009	.029	.001-.048
Cabeza	2.46	2.71	.45	1.21	3.07	.37-11.3
Tronco	8.97	4.01	.67	8.97	11.06	2.98-21.35
Huesos	11.6	5.1	.9	11.3	14.0	3.9-27.8
Médula	5.84	2.56	.43	5.73	7.10	1.98-13.9

Tabla C42. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 8

Estudio: PELVIS		Frecuencia: 1.7 %		Tamaño de la muestra: 8		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 16.3 ± 0.8		
	300 mAs	I. de camilla (mm) 6.2 ± 0.8				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	7.11	1.84	.65	5.85	8.00	5.76-10.3
G. suprarrenales	.062	.021	.008	.052	.086	.038-.086
Cerebro	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Mamas	.016	.005	.002	.018	.019	.007-.02
Cristalino	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Vesícula	.59	.17	.06	.52	.77	.38-.77
Estómago	.26	.08	.03	.24	.34	.14-.34
Intestino delgado	4.19	1.23	.44	3.71	5.44	2.56-5.49
Intestino grueso superior	3.45	1.09	.38	3.01	4.57	2.03-4.59
Intestino grueso inferior	18.0	3.8	1.3	17.5	17.6	13.2-24.0
Corazón	.016	.005	.002	.013	.022	.012-.022
Riñones	.27	.08	.03	.24	.35	.17-.36

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.16	.05	.02	.14	.20	.09-.22
Pulmones	.012	.005	.002	.012	.015	.007-.018
Ovarios	12.7	3.0	1.4	10.2	12.7	9.9-17.4
Páncreas	.14	.04	.01	.12	.176	.09-.18
Piel	3.54	.84	.30	3.60	3.66	2.32-4.71
Bazo	.12	.03	.01	.11	.15	.08-.16
Testículo	2.56	.02	.01	2.55	2.55	2.55-2.59
Timo	.0010	.0007	.0002	.0012	.0015	.0001-.0016
Tiroides	.0012	.0008	.0003	.0010	.0018	<10 <sup>-4</sup> -.0019
Vejiga	48.9	9.0	3.2	48.0	53.8	35.3-60.2
Utero	20.4	4.4	2.0	17.5	18.9	17.2-28.0
Cabeza	.0002	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	.0001	.0002	<10 <sup>-4</sup> -.0019
Tronco	8.11	1.74	.62	8.52	8.55	5.45-10.4
Huesos	4.72	1.09	.38	4.94	4.97	3.13-6.23
Médula	4.00	.91	.32	4.43	4.45	2.58-5.05

Tabla C43. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 8

Estudio: ABD-PELV		Frecuencia: 6.8 %		Tamaño de la muestra: 59		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 37.1 ± 1.5		
	300 mAs	I. de camilla (mm) 12.6 ± 0.4				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	15.2	5.8	.7	14.7	18.6	3.7-31.1
G. suprarrenales	26.7	21.0	2.7	21.2	27.3	1.14-88.3
Cerebro	.005	.005	.001	.003	.005	.0002-.036
Mamas	1.58	3.61	.47	.70	1.26	.09-25.8
Cristalino	.0079	.0087	.0011	.0070	.0080	.0001-.0623
Vesícula	38.5	18.4	2.4	34.6	45.0	11.1-93.8
Estómago	32.8	17.9	2.3	29.8	33.6	5.8-85.1
Intestino delgado	30.0	13.4	1.8	24.9	33.6	5.08-74.5
Intestino grueso superior	30.4	12.3	1.6	25.9	35.3	7.0-70.0
Intestino grueso inferior	19.3	10.3	1.3	17.3	22.0	1.1-43.4
Corazón	6.42	7.46	.97	3.22	8.13	.29-40.6
Riñones	40.1	20.1	2.6	35.9	47.7	7.4-98.2

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	27.3	17.0	2.2	23.3	30.1	3.5-76.3
Pulmones	4.46	5.07	.66	2.37	4.96	.22-29.4
Ovarios	23.3	14.1	2.7	20.9	30.1	1.4-54.5
Páncreas	28.5	17.7	2.3	26.1	30.2	2.7-76.3
Piel	7.96	2.76	.36	7.39	9.82	2.47-13.8
Bazo	26.8	16.4	2.1	24.4	28.1	2.4-71.7
Testículo	3.07	3.61	.65	1.83	3.20	.07-16.1
Timo	1.27	3.97	.52	.49	.96	.05-30.7
Tiroides	.065	.105	.014	.036	.063	.003-.78
Vejiga	26.5	17.7	2.3	25.1	34.2	.27-63.9
Utero	27.9	17.3	3.3	24.7	35.1	1.0-63.1
Cabeza	.032	.040	.005	.020	.036	.002-.28
Tronco	20.0	6.7	.9	18.5	24.1	6.8-35.4
Huesos	14.8	5.2	.7	13.0	18.5	4.7-28.0
Médula	11.5	3.8	.5	10.4	12.8	4.5-21.0

Tabla C44. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 8

Estudio: HIGADO		Frecuencia: 2.6 %		Tamaño de la muestra: 15		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 9.7 ± 0.3		Número total de cortes 23.5 ± 2.3		
	300 mAs	I. de camilla (mm) 10.1 ± 0.5				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	11.6	4.6	1.2	11.8	15.1	4.2-17.8
G. suprarrenales	55.1	29.3	7.6	48.3	73.5	8.9-102.7
Cerebro	.007	.003	.001	.005	.008	.002-.013
Mamas	1.59	.87	.22	1.21	2.10	.34-2.97
Cristalino	.014	.007	.002	.014	.020	.001-.024
Vesícula	39.0	12.2	3.1	40.2	48.0	15.3-52.4
Estómago	45.0	16.2	4.2	48.5	59.2	18.0-63.5
Intestino delgado	4.70	1.39	.36	5.16	5.57	1.48-6.04
Intestino grueso superior	6.55	1.96	.51	7.13	7.70	2.03-8.57
Intestino grueso inferior	1.02	.30	.08	1.14	1.21	.32-1.32
Corazón	8.52	5.06	1.31	5.92	11.73	1.58-16.4
Riñones	45.9	14.3	3.7	46.5	56.8	22.0-65.1

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	43.3	18.1	4.7	42.0	56.3	14.4-69.5
Pulmones	6.27	3.74	.97	4.52	8.76	1.13-12.3
Ovarios	1.19	.43	.14	1.31	1.48	.46-1.60
Páncreas	48.9	20.6	5.3	48.3	64.2	17.9-77.9
Piel	5.19	2.00	.52	5.21	6.82	1.73-7.78
Bazo	44.2	17.3	4.5	45.0	57.4	16.8-66.9
Testículo	.038	.006	.003	.037	.040	.030-.044
Timo	1.22	.71	.18	.88	1.66	.21-2.31
Tiroides	.08	.04	.01	.05	.10	.01-.15
Vejiga	.25	.08	.02	.29	.30	.07-.33
Utero	.85	.31	.10	.91	1.06	.33-1.17
Cabeza	.047	.025	.007	.036	.061	.010-.087
Tronco	13.6	5.3	1.4	13.6	17.7	4.6-20.5
Huesos	11.5	4.9	1.3	10.8	15.1	3.8-18.3
Médula	6.75	2.74	.71	6.52	8.85	2.28-10.4

Tabla C45. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 8

Estudio: TOR-ABD		Frecuencia: 10.2 %		Tamaño de la muestra: 48		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 9.9 ± 0.1		Número total de cortes 43.6 ± 2.0		
	280 ± 4 mAs	I. de camilla (mm) 12.5 ± 0.6				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	15.1	5.6	.8	14.6	17.6	3.8-27.1
G. suprarrenales	38.4	15.6	2.2	35.7	46.6	10.6-72.5
Cerebro	.11	.10	.01	.06	.17	.01-.47
Mamas	20.7	7.6	1.1	23.1	26.1	6.3-40.2
Cristalino	.13	.09	.01	.10	.21	.01-.42
Vesícula	36.1	20.9	3.0	31.2	46.8	4.5-89.2
Estómago	35.2	17.4	2.5	31.8	43.0	8.7-78.5
Intestino delgado	14.0	9.2	1.3	14.4	19.6	.5-34.4
Intestino grueso superior	17.3	10.7	1.5	15.0	26.5	.69-48.9
Intestino grueso inferior	5.04	5.49	.79	2.92	5.89	.12-21.3
Corazón	35.6	12.4	1.8	36.9	39.9	11.8-62.7
Riñones	38.0	22.2	3.2	32.7	50.5	3.8-93.4

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	33.4	15.0	2.2	31.6	38.1	8.4-70.2
Pulmones	27.7	10.1	1.5	27.6	32.7	8.4-52.4
Ovarios	4.91	8.46	1.99	1.50	3.37	.13-35.6
Páncreas	34.3	14.8	2.1	32.0	38.2	9.6-70.5
Piel	8.7	3.3	.5	8.3	10.2	2.0-15.3
Bazo	31.1	14.4	2.1	29.2	36.5	7.4-64.9
Testículo	.53	.94	.17	.08	.16	.01-3.01
Timo	29.4	12.9	1.9	28.3	38.4	3.3-66.2
Tiroides	4.69	7.28	1.05	1.37	4.06	.21-30.4
Vejiga	3.84	7.77	1.12	.70	1.95	.03-34.8
Utero	5.02	10.86	2.56	1.25	2.92	.10-46.9
Cabeza	1.29	1.76	.25	.48	1.37	.09-8.40
Tronco	21.5	8.1	1.2	20.9	24.1	5.3-38.5
Huesos	20.7	7.4	1.1	20.1	24.8	5.2-37.0
Médula	12.2	4.3	.6	11.8	14.3	3.1-20.8

Tabla C46. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 8

Estudio: TOR-ABD-PELV							Frecuencia: 2.2 %							Tamaño de la muestra: 9						
PARAMETROS DE OPERACION							120 kV <sub>p</sub>		A. de corte (mm) 10			Número total de cortes 54.8 ± 6.7								
							244 ± 4 mAs		I. de camilla (mm) 12.4 ± 0.6											
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE							Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo								
D. efectiva (mSv)							19.3	8.4	2.8	16.0	20.7	8.5 -31.4								
G. suprarrenales							28.1	8.5	2.8	28.1	29.0	19.4-47.4								
Cerebro							.040	.017	.006	.032	.048	.016-.064								
Mamas							18.9	3.8	1.3	20.9	21.0	13.6-23.2								
Cristalino							.06	.02	.01	.05	.08	.03-.09								
Vesícula							30.0	12.1	4.0	20.9	30.4	20.1-54.6								
Estómago							27.8	9.8	3.3	23.0	28.3	18.8-49.5								
Intestino delgado							27.7	10.0	3.3	18.3	35.6	16.9-40.7								
Intestino grueso superior							27.0	9.9	3.3	18.2	30.3	17.0-41.8								
Intestino grueso inferior							22.1	13.5	4.5	10.3	30.4	6.2-41.5								
Corazón							29.7	6.3	2.1	31.9	31.9	20.7-40.1								
Riñones							30.3	12.0	4.0	21.9	30.5	20.4-56.3								

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)							Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado							25.7	8.1	2.7	23.3	26.4	17.6-43.7
Pulmones							23.0	5.1	1.7	25.9	26.5	14.6-27.0
Ovarios							36.8	18.5	10.7	15.5	47.4	15.5-47.5
Páncreas							26.0	8.3	2.8	24.6	26.6	17.8-45.1
Piel							10.6	3.7	1.2	8.1	12.7	5.3-15.0
Bazo							23.7	7.9	2.6	22.2	24.2	16.2-41.9
Testículo							4.33	6.29	2.57	.71	2.25	.17-16.5
Timo							27.4	8.6	2.9	24.2	33.8	14.5-34.9
Tiroides							.93	.40	.13	.78	1.10	.37-1.45
Vejiga							33.6	23.6	7.9	13.4	50.1	2.1-64.5
Utero							46.6	24.8	14.3	18.0	60.5	18.0-61.3
Cabeza							.32	.14	.05	.26	.38	.13-.50
Tronco							25.8	8.7	2.9	20.0	30.7	13.1-35.3
Huesos							22.4	6.7	2.2	19.5	26.7	12.0-29.9
Médula							15.4	5.1	1.7	12.3	18.6	8.1-21.3

Tabla C47. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 9

Estudio: CRANEO		Frecuencia: 40.9%		Tamaño de la muestra: 122		
PARAMETROS DE OPERACION	125 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 7.27 ± 0.09		Número total de cortes 14.9 ± 0.4		
	415 ± 3 mAs	I. de camilla (mm) 7.07 ± 0.11				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	.617	.154	.014	.590	.680	.07-.97
G. suprarrenales	.0020	.0016	.0001	.0013	.0029	.0005-.007
Cerebro	16.6	4.5	.4	16.3	17.5	1.61-27.6
Mamas	.0101	.0047	.0004	.0086	.0116	.0002-.025
Cristalino	12.2	8.9	.8	9.8	20.4	.09-29.6
Vesícula	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup> -.0004
Estómago	.0011	.0001	<10 <sup>-4</sup>	.0007	.0015	<10 <sup>-4</sup> -.003
Intestino delgado	.0001	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	.0001	.0002	<10 <sup>-4</sup> -.0003
Intestino grueso superior	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup> -.0003
Intestino grueso inferior	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Corazón	.0074	.0046	.0004	.0058	.0085	.0025-.0234
Riñones	.0005	.0004	<10 <sup>-4</sup>	.0003	.0008	.0001-.0017

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.0022	.0013	.0001	.0016	.0027	.0001-.0061
Pulmones	.028	.018	.002	.019	.032	.001-.086
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Páncreas	.0023	.0013	.0001	.0017	.0032	.0001-.0057
Piel	1.15	.23	.02	1.09	1.24	.33-1.89
Bazo	.0022	.0010	<10 <sup>-4</sup>	.0008	.0013	<10 <sup>-4</sup> -.0041
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.021	.014	.001	.015	.022	.0004-.072
Tiroides	.54	.46	.04	.33	.61	.02-2.08
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Utero	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Cabeza	14.1	3.4	.3	13.1	16.5	2.1-22.1
Tronco	.023	.014	.001	.017	.027	.001-.070
Huesos	4.25	1.00	.09	4.05	4.75	.73-6.51
Médula	.99	.23	.02	.95	1.14	.17-1.49

Tabla C48. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 9

Estudio: COLUMNA LUMBAR		Frecuencia: 6.6 %		Tamaño de la muestra: 50		
PARAMETROS DE OPERACION	125 kV <sub>p</sub> 550 mAs	A. de corte (mm) 3.9 ± 0.4	I. de camilla (mm) 3.9 ± 0.4	Número total de cortes 18.3 ± 0.7		
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	2.38	.82	.12	2.51	2.73	.62-4.65
G. suprarrenales	1.59	.80	.11	1.69	1.94	.25-4.24
Cerebro	.0005	.0003	<10 <sup>-4</sup>	.0006	.0007	<10 <sup>-4</sup> -.0012
Mamas	.11	.05	.01	.12	.13	.02-.27
Cristalino	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Vesícula	11.7	4.3	.6	12.5	12.9	1.9-22.5
Estómago	8.16	3.72	.53	8.91	9.74	1.16-19.3
Intestino delgado	7.74	2.11	1.30	6.94	8.19	4.5-12.4
Intestino grueso superior	11.0	2.5	.4	10.3	11.8	6.9-16.9
Intestino grueso inferior	1.93	.55	.08	1.73	1.99	1.11-3.22
Corazón	.37	.18	.03	.40	.45	.062-.96
Riñones	12.2	5.7	.80	13.5	14.7	1.4-28.7

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	5.81	2.83	.40	6.44	7.11	.78-14.4
Pulmones	.29	.15	.02	.33	.36	.05-.78
Ovarios	1.52	.38	.08	1.36	1.58	1.00-2.26
Páncreas	3.36	1.67	.24	3.56	4.05	.54-8.89
Piel	1.85	.53	.07	1.94	2.14	.71-3.17
Bazo	4.89	3.12	.44	4.86	6.50	.58-15.5
Testículo	.030	.010	.002	.027	.034	.015-.052
Timo	.068	.028	.004	.073	.076	.020-.161
Tiroides	.008	.004	.001	.010	.010	.002-.022
Vejiga	.39	.10	.01	.36	.44	.21-.60
Utero	1.38	.34	.07	1.23	1.46	.93-2.03
Cabeza	.0032	.0015	.0002	.0036	.0040	.0005-.0079
Tronco	4.05	1.07	.15	4.15	4.57	1.50-6.80
Huesos	2.46	.67	.10	2.55	2.75	.90-4.27
Médula	1.50	.39	.05	1.46	1.76	.58-2.33

Tabla C49. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 9

Estudio: C. CERVICAL		Frecuencia: 4.1 %		Tamaño de la muestra: 25		
PARAMETROS DE OPERACION	125 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 2.4 ± 0.2		Número total de cortes 20.4 ± 1.4		
	525 ± 12 mAs	I. de camilla (mm) 2.4 ± 0.2				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	.97	.41	.08	1.00	1.06	.17-1.81
G. suprarrenales	.011	.004	.001	.011	.013	.003-.018
Cerebro	.80	.28	.06	.82	.86	.18-1.31
Mamas	.041	.012	.002	.043	.046	.011-.060
Cristalino	.57	.18	.04	.59	.61	.15-.88
Vesícula	.005	.003	.001	.004	.005	.002-.012
Estómago	.010	.003	.001	.010	.011	.002-.013
Intestino delgado	.0006	.0002	<10 <sup>-4</sup>	.0006	.0007	.0002-.0008
Intestino grueso superior	.0009	.0003	.0001	.0009	.0011	.0002-.0016
Intestino grueso inferior	.0001	.0001	<10 <sup>-4</sup>	.0001	.0001	<10 <sup>-4</sup> -.0004
Corazón	.063	.020	.004	.065	.070	.014-.093
Riñones	.0034	.0013	.0003	.0033	.0037	.0008-.006

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.014	.004	.001	.014	.015	.004-.02
Pulmones	.24	.08	.02	.24	.26	.06-.37
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Páncreas	.010	.003	.001	.011	.012	.003-.014
Piel	.95	.25	.05	.99	1.09	.24-1.27
Bazo	.014	.004	.001	.015	.016	.002-.019
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.23	.07	.01	.24	.26	.06-.37
Tiroides	16.2	7.3	1.5	16.6	17.5	2.5-31.4
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	.0001	<10 <sup>-4</sup> -.0002
Utero	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Cabeza	10.9	3.3	.7	10.9	12.0	2.9-16.1
Tronco	.19	.06	.01	.20	.21	.05-.30
Huesos	2.55	.72	.14	2.53	2.81	.73-3.65
Médula	.77	.21	.04	.77	.85	.21-1.07

Tabla C50. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 9

Estudio: OIDO						
Frecuencia: 4.1 %						
Tamaño de la muestra: 11						
PARAMETROS	125 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 2.7 ± 0.3		Número total de cortes 9.2 ± 0.5		
DE	499 ± 21 mAs	I. de camilla (mm) 2.7 ± 0.3				
OPERACION						
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	.16	.02	.01	.15	.16	.14-.21
G. suprarrenales	.0026	.0004	.0001	.0026	.0026	.0022-.0035
Cerebro	2.62	.600	.18	2.45	2.62	2.08-4.24
Mamas	.0068	.0011	.0003	.0061	.0068	.0058-.01
Cristalino	9.70	5.94	1.79	7.48	13.6	3.98-23.5
Vesícula	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Estómago	.0012	.0002	<10 <sup>-4</sup>	.0011	.0012	.0010-.0018
Intestino delgado	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Intestino grueso superior	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Intestino grueso inferior	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Corazón	.0053	.0010	.0003	.0046	.0056	.0046-.0080
Riñones	.0009	.0001	<10 <sup>-4</sup>	.0009	.0010	.0007-.0012

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.0020	.0003	<10 <sup>-4</sup>	.0019	.0021	.0017-.0028
Pulmones	.024	.004	.001	.023	.025	.019-.034
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Páncreas	.0029	.0003	<10 <sup>-4</sup>	.0028	.0030	.0002-.0036
Piel	.37	.05	.01	.32	.36	.31-.47
Bazo	.0008	.0002	<10 <sup>-4</sup>	.0007	.0009	.0007-.0014
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.011	.002	.001	.011	.011	.009-.017
Tiroides	.49	.10	.03	.47	.50	.39-.74
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Utero	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Cabeza	5.34	.72	.22	4.81	5.35	4.78-6.91
Tronco	.019	.003	.001	.018	.019	.016-.027
Huesos	1.61	.21	.06	1.45	1.62	1.42-2.04
Médula	.39	.05	.02	.35	.39	.34-.50

Tabla C51. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 11

Estudio: CRANEO		Frecuencia: 74.0 %		Tamaño de la muestra: 20		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm)	Número total de cortes			
	392 ± 10 mAs	10	12.0 ± 0.6			
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	I. camilla (mm)	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
	10	Media				
D. efectiva (mSv)	.661	.157	.035	.642	.661	.41-1.22
G. suprarrenales	.0011	.0004	<10 <sup>-4</sup>	.0009	.0011	.0007-.0021
Cerebro	18.3	4.9	1.1	17.8	18.1	7.4-34.4
Mamas	.007	.002	.0005	.007	.007	.005-.013
Cristalino	14.5	3.3	.7	13.6	13.7	10.8-27.2
Vesícula	.0013	.0003	<10 <sup>-4</sup>	.0013	.0013	.0007-.0026
Estómago	.0008	.0003	<10 <sup>-4</sup>	.0007	.0007	.0005-.0018
Intestino delgado	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup> -.0002
Intestino grueso superior	.0001	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	.0001	.0001	<10 <sup>-4</sup> -.0003
Intestino grueso inferior	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Corazón	.0085	.0026	.0006	.0078	.0080	.006-.016
Riñones	.0004	.0002	<10 <sup>-4</sup>	.0004	.0004	.0003-.0010

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.0016	.0006	.0001	.0014	.0014	.0011-.0039
Pulmones	.029	.010	.002	.027	.027	.021-.063
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Pancreas	.0008	.0004	<10 <sup>-4</sup>	.0007	.0007	.0005-.0023
Piel	.868	.213	.048	.840	.957	.52-1.48
Bazo	.0022	.0006	.0001	.0020	.0021	.0016-.0041
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.020	.010	.002	.017	.017	.013-.059
Tiroides	.608	.304	.068	.526	.534	.41-1.78
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Utero	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Cabeza	14.8	3.3	.7	14.4	15.1	9.9-27.0
Tronco	.025	.008	.002	.023	.024	.018-.051
Huesos	4.43	1.01	.23	4.37	4.57	2.91-8.02
Médula	.964	.215	.048	.948	.986	.63-1.74

Tabla C52. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 11

Estudio: ABDOMEN      Frecuencia: 7.5 %      Tamaño de la muestra: 17						
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 23.8 ± 0.7		
	438 mAs	I. de camilla (mm) 19.5 ± .3				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	5.27	1.05	.25	5.10	5.73	3.60-6.69
G. suprarrenales	11.1	3.5	.8	9.9	10.0	9.7-20.4
Cerebro	.0057	.0026	.0006	.0045	.0081	.0027-.0092
Mamas	4.67	2.41	.58	4.87	6.72	.71-6.80
Cristalino	.011	.004	.001	.012	.014	.004-.015
Vesícula	11.7	3.7	.9	10.4	10.4	10.3-21.6
Estómago	10.9	3.8	.9	9.6	9.6	9.5-21.2
Intestino delgado	9.30	.20	.05	9.28	9.48	8.95-9.50
Intestino grueso superior	9.23	.22	.05	9.27	9.30	8.88-9.54
Intestino grueso inferior	4.49	1.15	.28	4.25	5.49	2.51-5.82
Corazón	9.23	1.99	.48	9.59	10.7	4.9-10.9
Riñones	12.4	4.7	1.1	10.7	10.7	10.7-24.9

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	10.0	3.14	.76	8.92	8.93	8.7-18.3
Pulmones	5.93	1.58	.38	5.61	7.33	3.29-7.72
Ovarios	7.03	2.14	.81	6.85	8.37	2.58-8.37
Pancreas	10.7	4.1	1.0	9.3	9.3	9.1-21.5
Piel	2.84	.36	.09	2.99	3.12	2.25-3.24
Bazo	9.36	3.59	.87	8.13	8.14	8.0-18.9
Testículo	.28	.19	.06	.18	.36	.05-.55
Timo	3.96	3.13	.76	1.59	6.83	.57-8.49
Tiroides	.12	.06	.01	.09	.17	.05-.19
Vejiga	5.03	3.42	.83	3.43	8.17	.64-9.29
Utero	8.10	2.87	1.08	7.86	9.95	2.3-9.95
Cabeza	.044	.020	.005	.034	.062	.019-.072
Tronco	7.18	.87	.21	7.51	7.80	5.8-8.1
Huesos	6.10	.76	.18	6.21	6.71	4.9-7.0
Médula	4.29	.47	.11	4.18	4.69	3.6-4.9

Tabla C53. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 11

Estudio: TORAX		Frecuencia: 6.8 %		Tamaño de la muestra: 15		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 15.3 ± 1.3		
	192 mAs	I. de camilla (mm) 16.7 ± 1.3				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	1.29	.41	.11	1.06	1.62	.76-1.98
G. suprarrenales	.92	.45	.12	.79	1.08	.28-2.13
Cerebro	.030	.012	.003	.027	.035	.010-.051
Mamas	3.97	1.34	.35	3.07	5.69	2.95-5.89
Cristalino	.029	.012	.003	.029	.037	.010-.048
Vesícula	.21	.08	.02	.20	.24	.08-.35
Estómago	.44	.19	.05	.39	.50	.15-.86
Intestino delgado	.026	.010	.002	.024	.028	.010-.042
Intestino grueso superior	.036	.013	.003	.032	.039	.014-.057
Intestino grueso inferior	.006	.002	.001	.005	.007	.003-.010
Corazón	5.36	1.81	.47	4.53	6.36	2.7-8.66
Riñones	.17	.06	.02	.15	.19	.06-.28

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.69	.30	.08	.59	.86	.23-1.40
Pulmones	4.88	1.61	.42	4.04	6.14	2.81-7.65
Ovarios	.0063	.0020	.0007	.0060	.0063	.0033-.0100
Pancreas	.63	.24	.06	.57	.69	.22-1.04
Piel	.85	.27	.07	.72	1.00	.45-1.32
Bazo	.49	.20	.05	.42	.54	.17-.94
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	7.26	2.45	.63	5.62	10.4	5.4-10.8
Tiroides	.85	.68	.18	.67	.86	.22-3.10
Vejiga	.0016	.0006	.0002	.0014	.0018	.0006-.0026
Utero	.005	.002	.001	.005	.005	.003-.008
Cabeza	.26	.15	.04	.22	.28	.08-.73
Tronco	2.01	.64	.17	1.70	2.40	1.07-3.15
Huesos	2.52	.81	.21	2.14	3.04	1.35-3.97
Médula	1.29	.42	.11	1.09	1.56	.69-2.03

Tabla C54. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 11

Estudio: ABDOMEN-PELVIS		Frecuencia: 1.2 %		Tamaño de la muestra: 24		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kv <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 25.7 ± 0.5		
	317 ± 11 mAs	I. de camilla (mm) 16.6 ± 0.4				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	4.49	1.18	.24	4.57	5.14	2.71-7.26
G. suprarrenales	8.62	2.53	.52	7.49	8.88	5.23-14.7
Cerebro	.0016	.0014	.0003	.0011	.0014	.0006-.0081
Mamas	.65	1.32	.27	.32	.41	.15-6.63
Cristalino	.0023	.0029	.0006	.0017	.0033	<10 <sup>-4</sup> -.0138
Vesícula	10.4	3.8	.8	8.2	12.2	6.6-22.1
Estómago	9.31	3.34	.78	7.41	10.6	5.8-18.9
Intestino delgado	7.55	1.39	.28	7.25	8.23	5.1-10.9
Intestino grueso superior	7.75	1.19	.24	7.34	8.10	6.2-11.3
Intestino grueso inferior	5.08	1.17	.24	4.95	5.30	2.81-8.15
Corazón	2.78	2.11	.43	2.06	3.06	.72-10.8
Riñones	11.1	4.5	.9	8.4	13.8	6.9-24.7

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	8.07	2.56	.52	6.76	8.76	4.8-15.0
Pulmones	1.85	1.36	.29	1.44	1.95	.52-7.34
Ovarios	7.82	1.49	.43	7.46	7.67	5.9-11.5
Pancreas	8.74	3.10	.63	7.03	9.27	5.3-16.6
Piel	2.25	.42	.09	2.06	2.54	1.67-3.15
Bazo	7.80	2.82	.58	6.21	8.52	4.73-15.4
Testículo	.48	.22	.06	.45	.51	.14-.93
Timo	.56	1.34	.27	.25	.31	.12-6.84
Tiroides	.029	.031	.006	.020	.026	.009-.169
Vejiga	8.04	2.08	.42	8.25	8.89	2.80-11.4
Utero	9.45	1.67	.48	9.04	9.37	6.98-13.7
Cabeza	.011	.011	.002	.009	.011	.004-.062
Tronco	5.66	1.03	.21	5.24	6.29	4.13-8.11
Huesos	4.30	.88	.18	3.88	4.73	3.00-6.41
Médula	3.26	.59	.12	3.02	3.53	2.40-4.51

Tabla C55. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 11

Estudio: HIGADO		Frecuencia: 6.1 %		Tamaño de la muestra: 14		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 10		Número total de cortes 13.4 ± 2.0		
	424 ± 14 mAs	I. de camilla (mm) 10				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	3.53	1.97	.53	3.25	3.30	1.7-10.0
G. suprarrenales	14.2	8.3	2.2	13.5	13.5	4.6-40.9
Cerebro	.0014	.0010	.0001	.0012	.0012	.0005-.0044
Mamas	.37	.23	.06	.34	.34	.15-1.12
Cristalino	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Vesícula	14.6	8.2	2.2	13.6	13.6	7.0-41.6
Estómago	14.6	8.1	2.1	13.6	13.6	7.2-41.3
Intestino delgado	1.78	1.16	.31	1.61	1.61	.68-5.46
Intestino grueso superior	2.50	1.64	.44	2.26	2.26	.94-7.69
Intestino grueso inferior	.39	.25	.07	.35	.35	.15-1.18
Corazón	1.85	1.22	.33	1.65	1.65	.68-1.71
Riñones	17.4	9.5	2.5	16.1	16.1	8.5-48.9

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	12.6	7.1	1.9	11.6	11.6	6.1-36.0
Pulmones	1.34	.88	.24	1.20	1.20	.51-4.81
Ovarios	.38	.06	.03	.38	.38	.30-.49
Pancreas	14.9	8.0	2.1	13.8	13.8	7.4-41.8
Piel	1.59	.93	.25	1.46	1.46	.75-4.63
Bazo	13.3	7.1	1.9	12.3	12.3	6.6-37.2
Testículo	.007	.007	.002	.005	.005	.001-.023
Tímo	.29	.19	.05	.27	.27	.10-.90
Tiroides	.021	.013	.004	.019	.019	.009-.064
Vejiga	.11	.07	.02	.10	.10	.05-.32
Utero	.31	.05	.02	.31	.31	.24-.40
Cabeza	.010	.007	.002	.009	.009	.004-.031
Tronco	4.15	2.42	.65	3.83	3.83	1.97-12.1
Huesos	3.30	1.91	.51	3.05	3.05	1.56-9.56
Médula	2.01	1.17	.31	1.87	1.87	.95-5.84

Tabla C56. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 12

Estudio: CRANEO		Frecuencia: 37.6%		Tamaño de la muestra: 65		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm)	Número total de cortes			
	297 ± 4 mAs	9.4 ± 0.2	14.5 ± 0.7			
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	1.21	.32	.04	1.08	1.14	.86-2.35
G. suprarrenales	.0024	.0022	.0003	.0023	.0023	.0008-.0134
Cerebro	31.9	8.8	1.1	29.3	30.0	11.2-60.5
Mamas	.018	.008	.001	.015	.018	.001-.042
Cristalino	39.3	15.8	2.0	33.9	34.6	18.5-82.5
Vesícula	.002	.002	.0002	.002	.003	<10 <sup>-4</sup> -.008
Estómago	.0026	.0012	.0001	.0023	.0028	.0018-.0077
Intestino delgado	.0003	.0001	<10 <sup>-4</sup>	.0002	.0002	10 <sup>-4</sup> -.0007
Intestino grueso superior	.0003	.0002	<10 <sup>-4</sup>	.0003	.0003	.0002-.0009
Intestino grueso inferior	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Corazón	.015	.008	.001	.011	.014	.008-.048
Riñones	.0016	.0005	<10 <sup>-4</sup>	.0014	.0015	.0001-.0032

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.0042	.0020	.0002	.0034	.0040	.0023-.0115
Pulmones	.059	.031	.004	.045	.057	.028-.184
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Páncreas	.0024	.0015	.0002	.0017	.0023	.0012-.0082
Piel	2.17	.59	.07	1.94	2.09	1.64-4.35
Bazo	.0038	.0022	.0003	.0028	.0039	.0017-.0120
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.039	.026	.003	.033	.035	.020-.164
Tiroides	1.14	.88	.11	.80	1.08	.46-5.34
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Utero	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup> -.0002
Cabeza	28.3	8.0	1.0	25.7	27.4	20.1-57.1
Tronco	.051	.026	.003	.039	.049	.025-.149
Huesos	8.60	2.44	.30	7.64	8.33	6.1-17.3
Médula	1.96	.56	.07	1.80	1.90	1.38-3.96

Tabla C57. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 12

Estudio: COLUMNA LUMBAR		Frecuencia: 10.7 %		Tamaño de la muestra: 32		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 5.0		Número total de cortes 13.4 ± 0.6		
	845 mAs	I. de camilla (mm) 5.0				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	4.98	1.41	.25	4.34	5.31	3.7-10.0
G. suprarrenales	2.81	3.27	.58	1.98	2.36	.9-20.1
Cerebro	.0006	.0004	<10 <sup>-4</sup>	.0005	.0005	.0002-.0027
Mamas	.18	.09	.02	.15	.17	.08-.60
Cristalino	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup> -.0015
Vesícula	23.6	8.5	1.5	21.4	25.2	8.4-44.9
Estómago	12.9	5.6	1.0	11.1	13.0	4.3-27.4
Intestino delgado	26.1	4.9	.9	25.0	26.6	19.3-42.2
Intestino grueso superior	31.4	6.2	1.9	30.4	33.4	21.1-48.1
Intestino grueso inferior	7.08	1.48	.26	6.70	6.97	5.45-12.2
Corazón	.59	.43	.08	.47	.53	.24-2.72
Riñones	18.8	8.7	1.5	15.9	19.3	5.2-39.8

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	8.36	4.10	.73	7.02	8.21	2.7-23.0
Pulmones	.45	.32	.06	.36	.41	.18-2.01
Ovarios	5.55	1.54	.45	5.03	5.92	4.2-9.7
Páncreas	5.50	4.60	.81	4.27	4.89	2.1-28.7
Piel	3.63	.73	.13	3.49	3.74	2.7-6.2
Bazo	5.59	4.15	.73	4.29	5.00	2.1-25.0
Testículo	.115	.022	.005	.111	.112	.091-.191
Timo	.090	.056	.010	.073	.078	.035-.353
Tiroides	.0062	.0044	.0008	.0045	.0050	.0036-.0234
Vejiga	1.26	.35	.06	1.17	1.24	.93-2.51
Utero	4.86	1.36	.39	4.39	5.21	3.66-8.50
Cabeza	.0048	.0026	.0005	.0041	.0044	.0022-.0169
Tronco	8.99	1.83	.32	8.61	9.22	6.77-15.4
Huesos	5.28	1.22	.22	4.95	5.23	3.9-9.5
Médula	4.18	.99	.18	3.90	4.38	3.12-7.86

Tabla C58. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 12

Estudio: ABDOMEN

Frecuencia: 4.4 %

Tamaño de la muestra: 21

PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub> 356 mAs	A. de corte (mm) 10 I. de camilla (mm) 10	Número total de cortes 26.6 ± 2.5			
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	11.1	3.7	.8	9.9	13.7	6.1-16.8
G. suprarrenales	35.8	13.7	3.0	35.3	45.0	12.6-55.0
Cerebro	.006	.003	.001	.005	.008	.002-.012
Mamas	1.28	.65	.14	.99	1.70	.43-2.46
Cristalino	.007	.004	.001	.006	.008	.001-.013
Vesícula	42.4	13.5	2.95	36.0	56.0	23.2-60.6
Estómago	43.0	13.8	3.0	42.2	54.2	24.1-59.1
Intestino delgado	13.3	8.3	1.8	10.2	15.2	3.2-32.8
Intestino grueso superior	18.3	10.5	2.3	15.7	20.3	4.4-40.8
Intestino grueso inferior	3.19	2.20	.48	2.22	3.89	.74-8.65
Corazón	6.64	4.01	.87	4.58	8.78	1.90-14.7
Riñones	49.4	15.2	3.3	48.2	64.0	28.5-67.1

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	37.8	13.1	2.9	36.4	45.6	18.7-55.2
Pulmones	5.15	3.19	.70	3.46	6.96	1.42-11.4
Ovarios	3.27	2.12	.75	2.49	3.82	.70-6.82
Páncreas	37.5	12.3	2.7	40.6	46.0	19.5-51.8
Piel	5.73	2.00	.44	4.68	7.67	2.86-8.93
Bazo	39.7	13.0	2.8	42.7	48.5	20.4-54.7
Testículo	.076	.031	.009	.070	.082	.029-.130
Timo	.93	.52	.11	.67	1.25	.26-1.92
Tiroides	.080	.042	.009	.057	.107	.022-.159
Vejiga	.68	.40	.09	.48	.74	.19-1.66
Utero	2.92	1.88	.66	2.23	3.37	.67-6.11
Cabeza	.037	.018	.004	.029	.049	.013-.069
Tronco	14.4	5.0	1.1	11.8	19.2	7.3-22.5
Huesos	10.8	3.9	.8	8.7	13.3	5.5-16.3
Médula	6.82	2.44	.53	5.83	8.69	3.5-10.9

Tabla C59. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 12

Estudio: TORAX		Frecuencia: 4.5 %		Tamaño de la muestra: 17		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 8.8 ± 0.7		Número total de cortes 24.2 ± 3.3		
	279 ± 5 mAs	I. de camilla (mm) 8.8 ± 0.7				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	7.08	3.24	.79	6.78	9.77	1.1-11.1
G. suprarrenales	10.1	8.3	2.0	4.8	19.0	1.7-21.2
Cerebro	.11	.06	.02	.11	.12	.03-.21
Mamas	18.3	6.8	1.7	21.0	21.2	1.7-23.4
Cristalino	.14	.08	.02	.14	.15	.09-.28
Vesícula	7.65	8.36	2.03	1.26	16.8	.41-18.9
Estómago	9.00	8.87	2.15	2.51	18.8	.9-20.2
Intestino delgado	1.46	2.00	.49	1.64	2.45	.05-7.51
Intestino grueso superior	2.02	2.84	.69	2.17	2.45	.06-7.52
Intestino grueso inferior	.33	.46	.11	.03	.55	.01-1.76
Corazón	23.2	6.42	1.56	23.5	25.6	10.2-34.8
Riñones	8.62	9.75	2.37	.98	19.5	.34-20.9

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	9.46	8.27	2.00	3.83	18.4	1.3-20.3
Pulmones	22.6	7.6	1.8	24.5	26.4	5.8-31.4
Ovarios	.25	.29	.09	.03	.53	.01-.64
Páncreas	8.99	7.91	1.92	3.60	17.5	1.3-19.2
Piel	4.44	1.94	.47	4.65	5.85	.73-6.73
Bazo	8.86	8.36	2.03	2.92	18.1	1.0-19.4
Testículo	.012	.016	.006	.001	.021	.0002-.040
Timo	26.1	11.7	2.8	31.0	31.4	1.1-32.3
Tiroides	2.54	1.40	.34	2.63	2.85	.08-4.71
Vejiga	.08	.10	.02	.01	.14	.003-.35
Utero	.23	.27	.09	.02	.50	.01-.60
Cabeza	.84	.47	.11	.85	.93	.03-1.60
Tronco	10.4	4.7	1.1	10.6	14.0	1.7-16.0
Huesos	11.9	5.0	1.2	13.3	15.1	1.8-17.3
Médula	6.33	2.70	.66	6.91	8.21	.92-9.39

Tabla C60. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 12

Estudio: ABD-PELV		Frecuencia: 20.2 %		Tamaño de la muestra: 12		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub> 356 mAs	A. de corte (mm) 10 I. de camilla (mm) 13.1 ± 0.6	Número total de cortes 34.5 ± 2.5			
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	15.0	3.8	1.1	12.2	18.8	11.4-21.2
G. suprarrenales	14.4	5.5	1.6	15.8	18.8	4.5-21.3
Cerebro	.004	.006	.002	.002	.004	.001-.024
Mamas	1.93	4.85	1.40	.52	.81	.27-17.3
Cristalino	.005	.006	.002	.004	.004	.001-.024
Vesícula	22.9	2.3	.7	21.9	22.7	20.7-28.1
Estómago	20.4	1.5	.4	20.2	21.4	17.6-22.9
Intestino delgado	25.4	3.8	1.1	24.9	27.4	20.8-33.5
Intestino grueso superior	25.5	3.7	1.1	25.2	26.1	21.2-33.8
Intestino grueso inferior	23.7	5.2	1.5	24.6	27.7	15.3-29.3
Corazón	4.20	6.00	1.73	2.26	4.12	.97-22.9
Riñones	24.5	2.2	.6	23.5	24.1	22.5-29.7

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estándar. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	17.0	2.9	.8	17.1	19.5	12.7-21.7
Pulmones	3.36	4.97	1.44	1.72	3.33	.74-18.8
Ovarios	29.9	8.8	3.3	26.7	36.6	19.3-42.0
Páncreas	16.0	3.2	.9	16.7	18.2	9.5-20.3
Piel	7.57	1.86	.54	7.67	7.91	5.15-12.4
Bazo	17.2	2.6	.8	17.7	19.1	12.2-20.8
Testículo	9.41	9.89	4.42	3.93	4.27	3.8-26.8
Timo	1.85	5.18	1.50	.33	.57	.13-18.3
Tiroides	.08	.15	.04	.03	.05	.01-.56
Vejiga	33.3	10.0	2.9	32.2	42.8	19.0-42.8
Utero	33.1	10.9	4.1	28.4	41.7	20.6-48.2
Cabeza	.03	.05	.01	.01	.02	.007-.19
Tronco	17.8	3.4	1.0	18.5	19.0	12.6-25.0
Huesos	13.1	3.7	1.1	13.3	13.4	8.9-23.4
Médula	10.8	2.1	.6	11.4	11.4	7.5-15.3

Tabla C61. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO N° 12

Estudio: C. CERVICAL		Frecuencia: 1.4 %		Tamaño de la muestra: 23		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 5		Número total de cortes 17.8 ± 1.1		
	251 ± 18 mAs	I. de camilla (mm) 6.0 ± 1.2				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	1.53	.60	.12	1.42	1.65	.39-3.13
G. suprarrenales	.020	.007	.001	.019	.022	.005-.039
Cerebro	1.29	.54	.11	1.11	1.52	.39-2.60
Mamas	.059	.023	.005	.052	.068	.015-.118
Cristalino	.96	.42	.09	.79	1.17	.31-1.92
Vesícula	.0047	.0018	.0004	.0044	.0055	.001-.009
Estómago	.011	.004	.001	.010	.013	.003-.023
Intestino delgado	.0011	.0004	<10 <sup>-4</sup>	.0010	.0012	.0003-.0021
Intestino grueso superior	.0014	.0005	.0001	.0014	.0015	.0004-.0028
Intestino grueso inferior	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup> -.0001
Corazón	.09	.04	.01	.08	.10	.001-.096
Riñones	.005	.002	.0004	.004	.006	.001-.010

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.020	.008	.002	.018	.023	.005-.040
Pulmones	.36	.14	.03	.32	.42	.09-.73
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Páncreas	.015	.006	.001	.013	.018	.004-.031
Piel	1.28	.48	.10	1.11	1.49	.32-2.50
Bazo	.019	.007	.002	.017	.021	.005-.037
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.31	.12	.03	.28	.36	.08-.63
Tiroides	26.0	10.2	2.1	24.3	27.9	6.6-53.5
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Utero	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Cabeza	14.5	5.4	1.1	13.1	15.6	3.8-29.0
Tronco	.31	.13	.03	.26	.38	.08-.60
Huesos	3.38	1.25	.26	3.03	6.70	.90-6.71
Médula	1.02	.38	.08	.91	1.11	.27-2.02

Tabla C62. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 12

Estudio: TOR-ABD

Frecuencia: 5.2 %

Tamaño de la muestra: 18

PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm)	Número total de cortes			
	305 ± 5 mAs	9.5 ± 0.3	33.9 ± 1.9			
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
	D. efectiva (mSv)	11.0	2.7	.6	10.7	11.4
G. suprarrenales	24.1	8.1	1.9	25.1	25.9	7.0-45.3
Cerebro	.11	.07	.02	.09	.12	.07-.27
Mamas	20.6	4.8	1.1	21.5	21.8	1.7-24.2
Cristalino	.14	.10	.02	.13	.14	.06-.36
Vesícula	20.3	9.6	2.3	22.2	25.5	2.1-37.8
Estómago	23.7	8.8	2.1	25.3	26.9	6.1-44.0
Intestino delgado	5.21	5.10	1.20	2.96	4.93	.28-14.2
Intestino grueso superior	7.12	6.82	1.61	4.03	7.39	.37-18.9
Intestino grueso inferior	1.24	1.27	.30	.68	1.04	.06-3.51
Corazón	26.7	4.3	1.0	28.3	28.8	14.6-32.8
Riñones	24.2	10.3	2.4	26.5	29.0	1.9-44.7

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
	Hígado	23.3	7.7	1.8	23.4	25.9
Pulmones	26.0	4.7	1.1	26.8	28.4	9.7-31.4
Ovarios	1.42	.73	.33	.91	1.03	.82-2.54
Páncreas	22.7	7.6	1.8	23.4	24.6	6.7-41.9
Piel	6.51	1.86	.44	6.05	6.46	1.76-9.55
Bazo	23.5	7.8	1.8	24.1	25.9	7.0-43.6
Testículo	.027	.027	.008	.011	.027	.004-.076
Timo	29.8	7.4	1.7	30.7	31.7	1.6-39.7
Tiroides	2.53	1.58	.37	2.14	2.72	.13-6.16
Vejiga	.27	.24	.06	.17	.26	.02-.68
Utero	1.29	.66	.29	.83	.92	.76-2.28
Cabeza	.85	.54	.13	.70	.89	.04-2.08
Tronco	15.6	4.4	1.0	14.6	15.6	4.4-23.1
Huesos	16.1	4.0	.94	15.2	16.4	4.7-22.4
Médula	8.91	2.30	.54	8.32	8.94	2.56-12.6

Tabla C63. RESULTADOS DEL MUESTREO EN EL EQUIPO Nº 12

Estudio: OIDO		Frecuencia: 14.0 %		Tamaño de la muestra: 41		
PARAMETROS DE OPERACION	120 kV <sub>p</sub>	A. de corte (mm) 2.5 ± 0.2		Número total de cortes 16.5 ± 0.7		
	685 ± 16 mAs	I. de camilla (mm) 2.5 ± 0.2				
DOSIS EFECTIVA (mSv) Y ABSORBIDA EN ORGANOS (mGy) DEL PACIENTE	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
D. efectiva (mSv)	.84	.40	.06	.79	.85	.47-2.65
G. suprarrenales	.0039	.0007	.0001	.0038	.0038	.0024-.0075
Cerebro	17.3	9.3	1.4	16.1	17.7	8.0-58.5
Mamas	.024	.011	.002	.021	.022	.015-.077
Cristalino	73.1	22.6	3.5	79.0	83.4	32.0-152.4
Vesícula	.0065	.0017	.0003	.0062	.0062	.0039-.0123
Estómago	.0022	.0023	.0004	.0017	.0019	.0011-.0131
Intestino delgado	.0003	.0002	<10 <sup>-4</sup>	.0003	.0003	.0002-.0010
Intestino grueso superior	.0004	.0001	<10 <sup>-4</sup>	.0005	.0005	.0002-.0009
Intestino grueso inferior	.0003	.0002	<10 <sup>-4</sup>	.0004	.0004	<10 <sup>-4</sup> -.0009
Corazón	.021	.010	.002	.019	.020	.012-.072
Riñones	.0017	.0007	10 <sup>-4</sup>	.0017	.0017	.0011-.0051

DOSIS ABSORBIDA EN ORGANOS DEL PACIENTE (mGy) (continuación)	Media	Desv. típica muestra	Error estánd. media	Mediana	Percentil 75	Intervalo máximo
Hígado	.0062	.0026	.0004	.0060	.0063	.0037-.0181
Pulmones	.089	.039	.006	.084	.087	.056-.276
Ovarios	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Pancreas	.0043	.0020	.0005	.0042	.0043	.0021-.0120
Piel	1.57	.66	.10	1.46	1.54	.98-4.51
Bazo	.0066	.0030	.0005	.0062	.0063	.0040-.0198
Testículo	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Timo	.048	.031	.005	.042	.043	.027-.215
Tiroides	1.88	.91	.14	1.73	1.78	1.15-6.32
Vejiga	<10 <sup>-4</sup>					<10 <sup>-4</sup>
Utero	.0003	<10 <sup>-4</sup>	<10 <sup>-4</sup>	.0003	.0003	.0002-.0005
Cabeza	25.0	10.1	5.6	23.6	24.9	15.8-71.0
Tronco	.076	.033	.005	.071	.074	.048-.232
Huesos	7.58	2.88	.45	7.21	7.59	4.85-20.6
Médula	1.77	.68	.11	1.68	1.76	1.14-4.86

## APENDICE D.

### DISTRIBUCIONES DE EDAD Y SEXO POR TIPO DE ESTUDIO

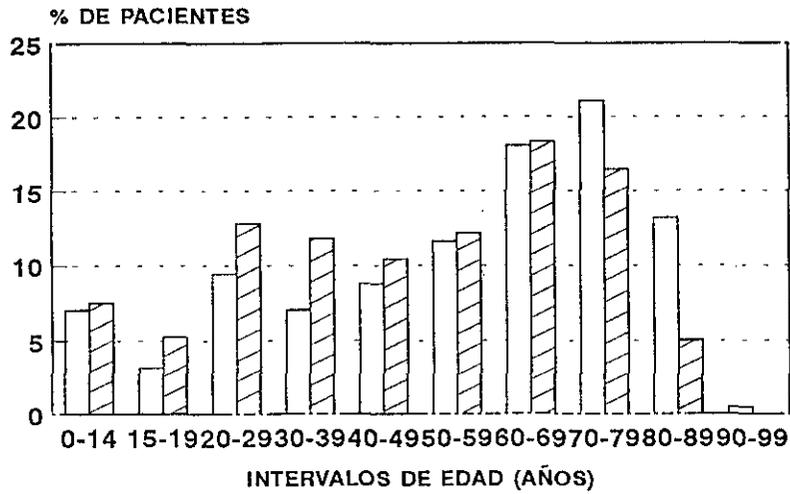
#### RELACIÓN DE FIGURAS

- D1: Cráneo
- D2: Tórax
- D3: Abdomen
- D4: Hígado
- D5: Tórax-Abdomen
- D6: Pelvis
- D7: Abdomen-Pelvis
- D8: Tórax-Abdomen-Pelvis
- D9: Columna lumbar
- D10: Columna cervical
- D11: Oído

Figura D1

**ESTUDIOS DE CRANEO  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

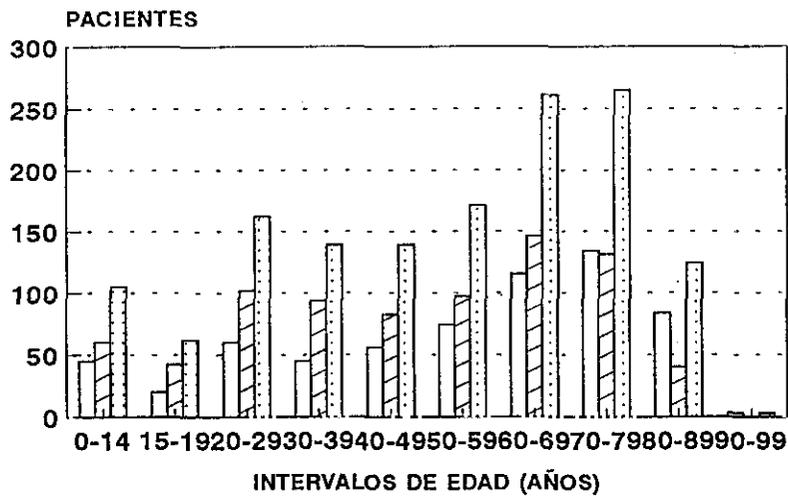
□ MUJERES (44.4%) ▨ HOMBRES (55.6%)



MUESTRA: 1431 PACIENTES

**ESTUDIOS DE CRANEO  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

□ MUJERES (44.4%) ▨ HOMBRES (55.6%) ▤ TOTAL

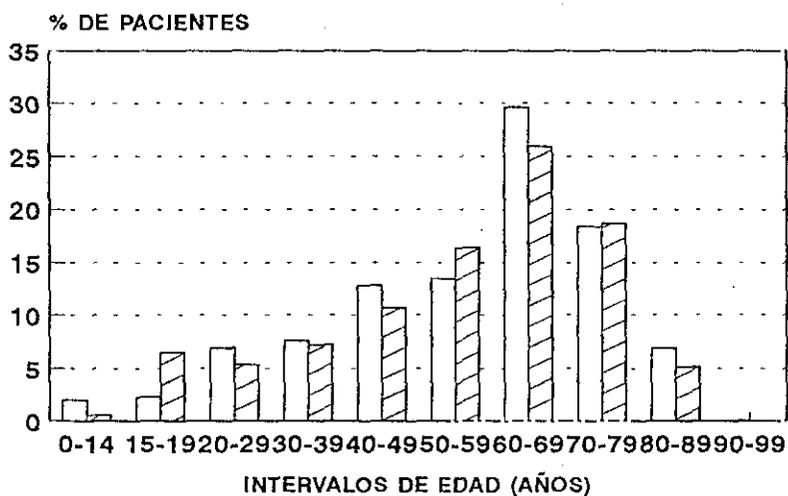


MUESTRA: 1431 PACIENTES

Figura D2

**ESTUDIOS DE TORAX  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

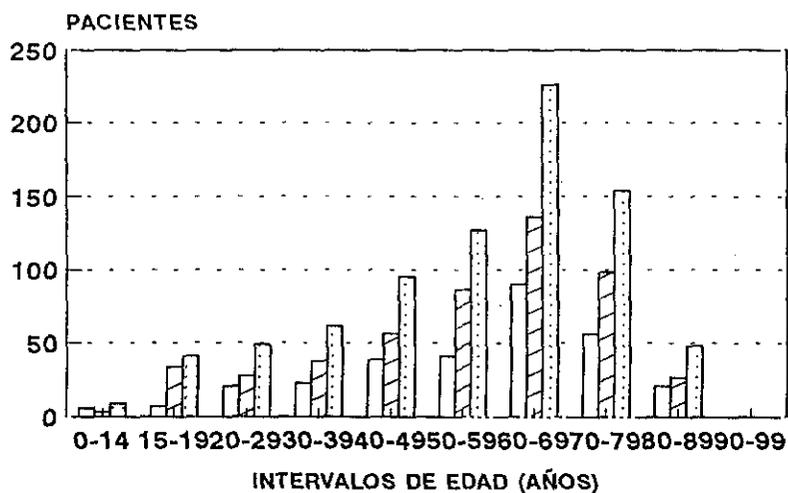
□ MUJERES (36.7%) ▨ HOMBRES (63.3%)



MUESTRA: 828 PACIENTES

**ESTUDIOS DE TORAX  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

□ MUJERES (36.7%) ▨ HOMBRES (63.3%) ▤ TOTAL

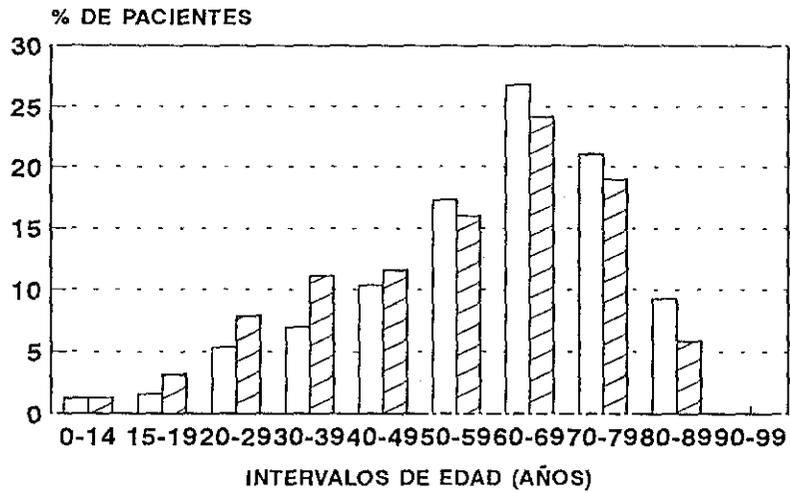


MUESTRA: 828 PACIENTES

Figura D3

### ESTUDIOS DE ABDOMEN DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO

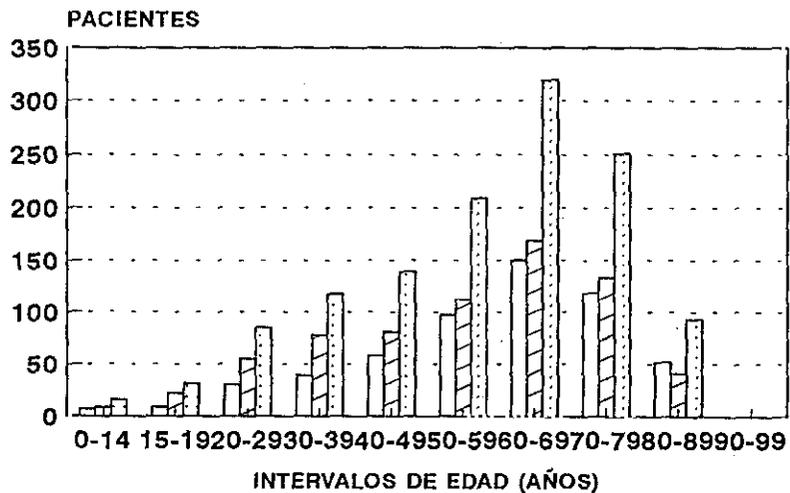
□ MUJERES (44.4%) ▨ HOMBRES (55.6%)



MUESTRA: 1260 PACIENTES

### ESTUDIOS DE ABDOMEN DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO

□ MUJERES (44.4%) ▨ HOMBRES (55.6%) ▩ TOTAL

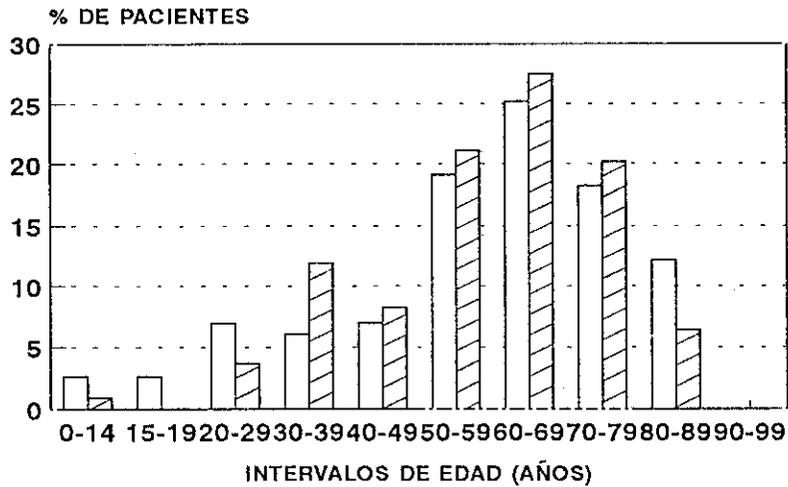


MUESTRA: 1260 PACIENTES

Figura D4

**ESTUDIOS DE HIGADO  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

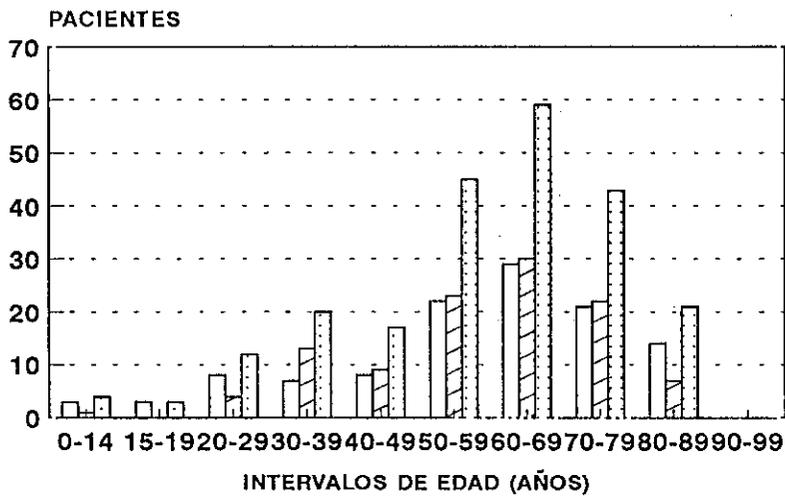
□ MUJERES (51.3%) ▨ HOMBRES (48.7%)



MUESTRA: 224 PACIENTES

**ESTUDIOS DE HIGADO  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

□ MUJERES (51.3%) ▨ HOMBRES (48.7%) ▩ TOTAL

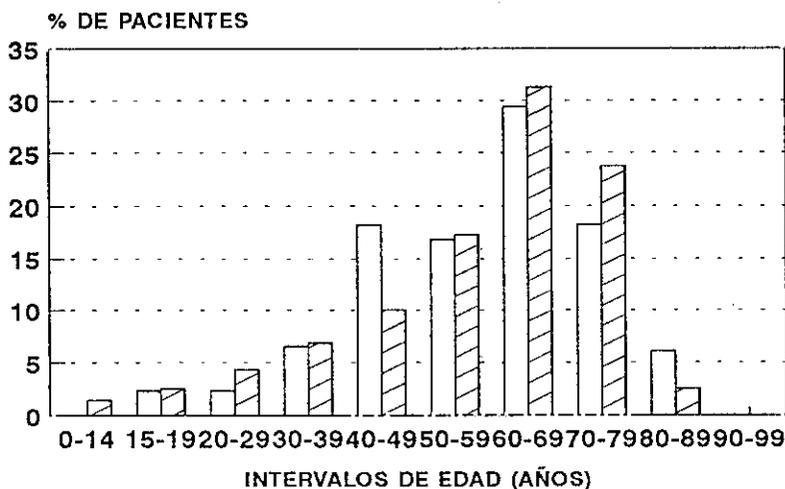


MUESTRA: 224 PACIENTES

Figura D5

**ESTUDIOS DE TORAX-ABDOMEN  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

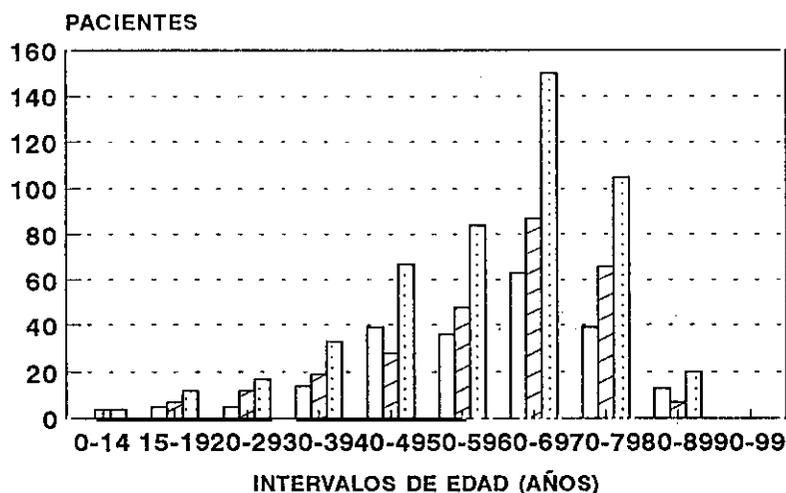
□ MUJERES (43.5%) ▨ HOMBRES (56.5%)



MUESTRA: 492 PACIENTES

**ESTUDIOS DE TORAX-ABDOMEN  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

□ MUJERES (43.5%) ▨ HOMBRES (56.5%) ▩ TOTAL

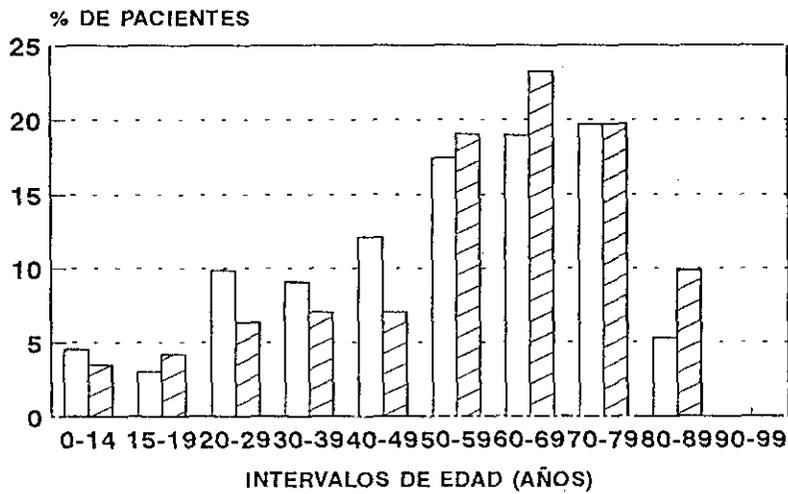


MUESTRA: 492 PACIENTES

Figura D6

**ESTUDIOS DE PELVIS  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

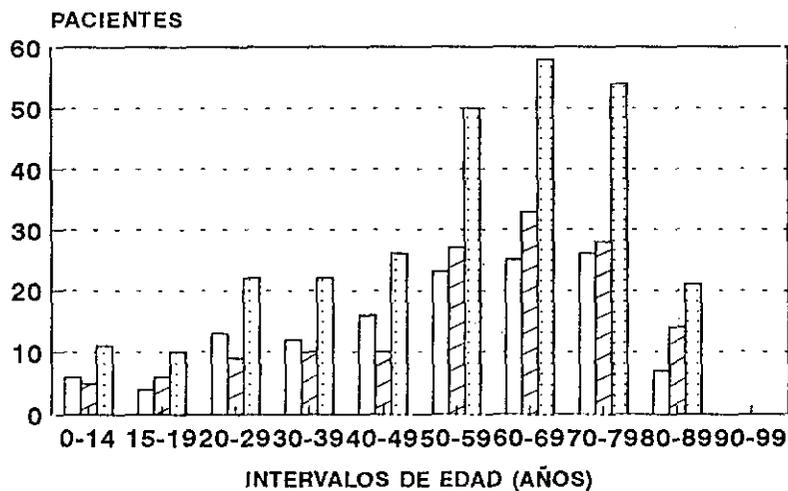
□ MUJERES (48.2%) ▨ HOMBRES (51.8%)



MUESTRA: 274 PACIENTES

**ESTUDIOS DE PELVIS  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

□ MUJERES (48.2%) ▨ HOMBRES (51.8%) ▩ TOTAL

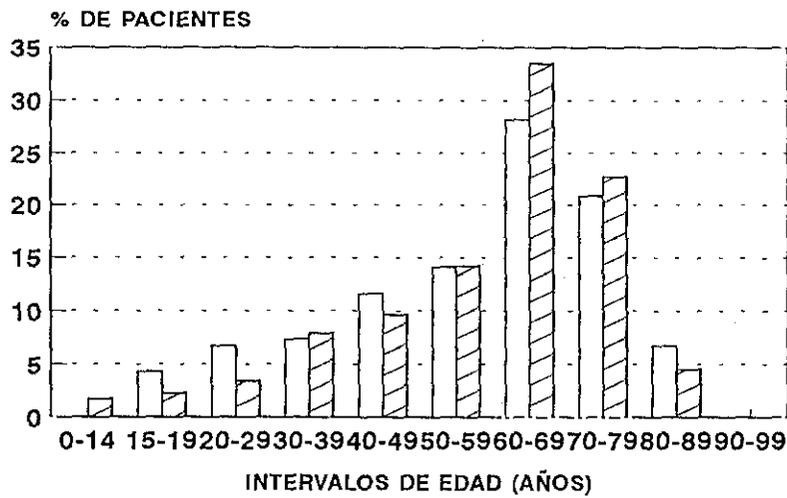


MUESTRA: 274 PACIENTES

Figura D7

### ESTUDIOS DE ABDOMEN-PELVIS DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO

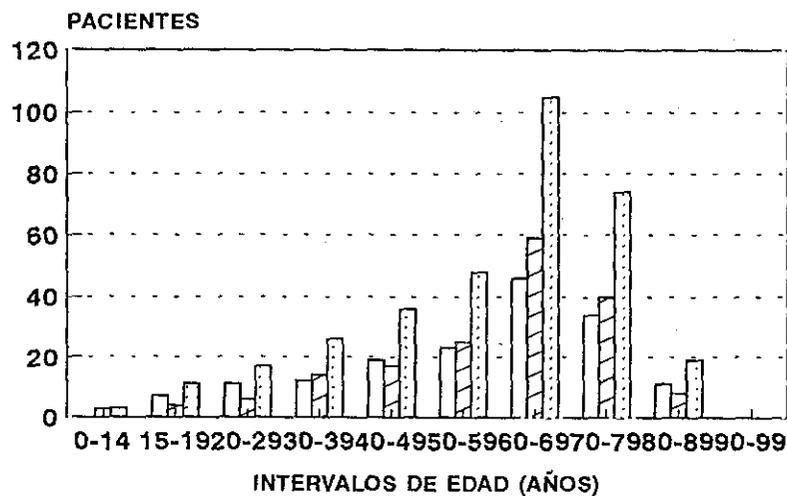
□ MUJERES (48.1%) ▨ HOMBRES (51.9%)



MUESTRA: 339 PACIENTES

### ESTUDIOS DE ABDOMEN-PELVIS DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO

□ MUJERES (48.1%) ▨ HOMBRES (51.9%) ▩ TOTAL

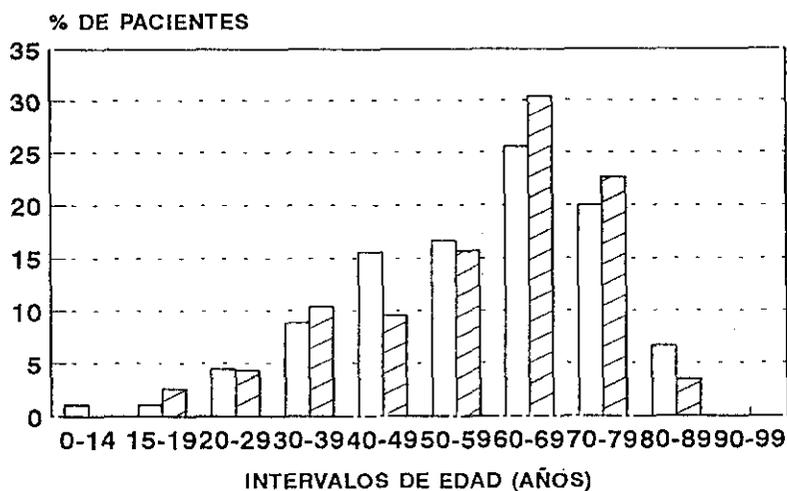


MUESTRA: 339 PACIENTES

Figura D8

**ESTUDIOS DE TORAX-ABDOMEN-PELVIS  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

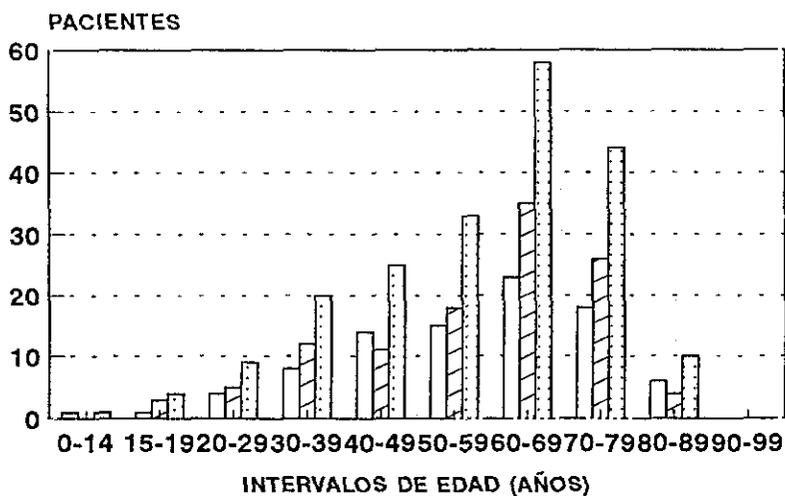
□ MUJERES (43.9%) ▨ HOMBRES (56.1%)



MUESTRA: 205 PACIENTES

**ESTUDIOS DE TORAX-ABDOMEN-PELVIS  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

□ MUJERES (43.9%) ▨ HOMBRES (56.1%) ▤ TOTAL

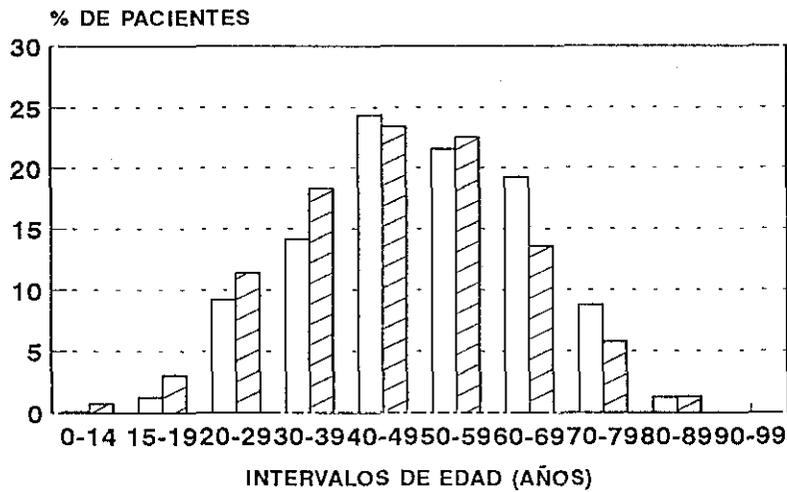


MUESTRA: 205 PACIENTES

Figura D9

**ESTUDIOS DE COLUMNA LUMBAR  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

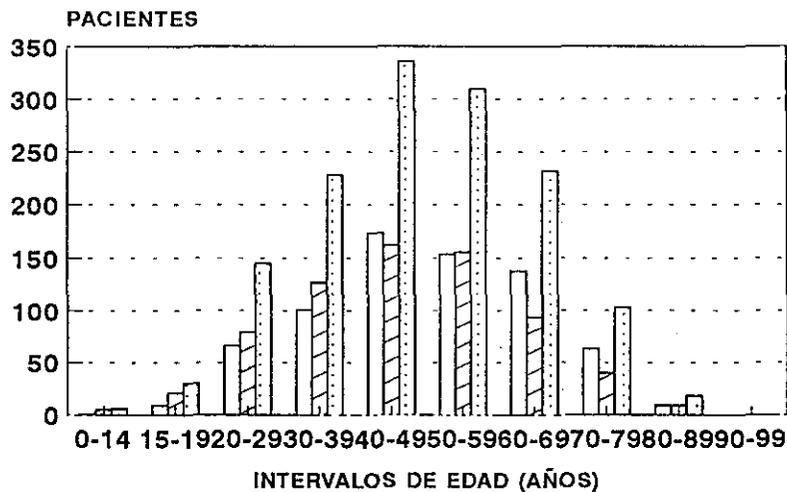
□ MUJERES (50.8%) ▨ HOMBRES (49.2%)



MUESTRA: 1408 PACIENTES

**ESTUDIOS DE COLUMNA LUMBAR  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

□ MUJERES (50.8%) ▨ HOMBRES (49.2%) ▤ TOTAL

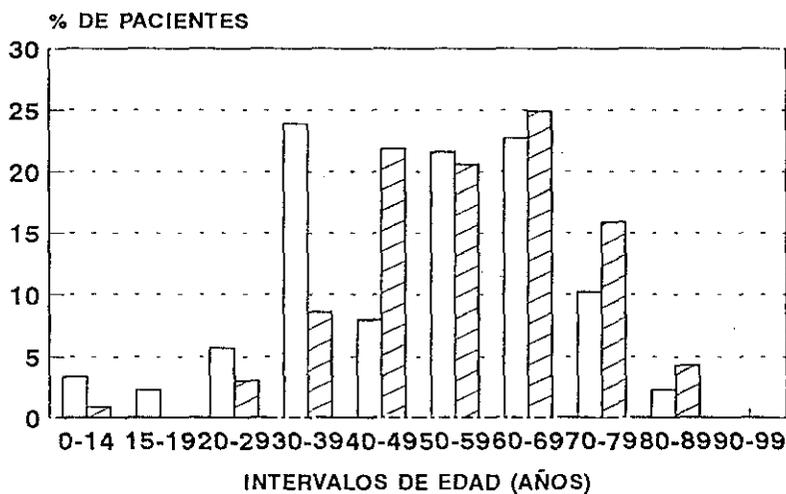


MUESTRA: 1408 PACIENTES

Figura D10

**ESTUDIOS DE COLUMNA CERVICAL  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

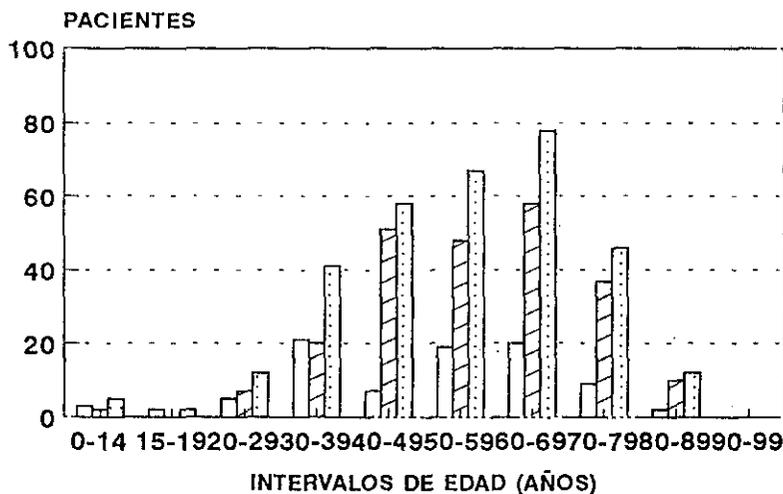
□ MUJERES (27.4%) ▨ HOMBRES (72.6%)



MUESTRA: 321 PACIENTES

**ESTUDIOS DE COLUMNA CERVICAL  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

□ MUJERES (27.4%) ▨ HOMBRES (72.6%) ▩ TOTAL

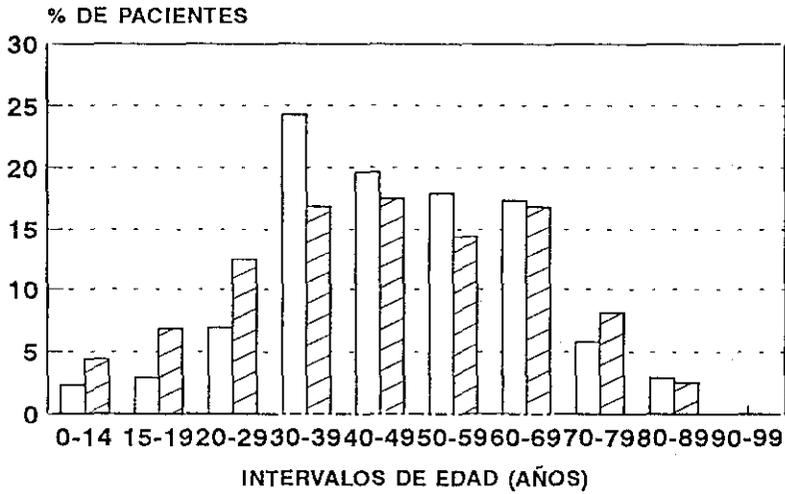


MUESTRA: 321 PACIENTES

Figura D11

**ESTUDIOS DE OIDO  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

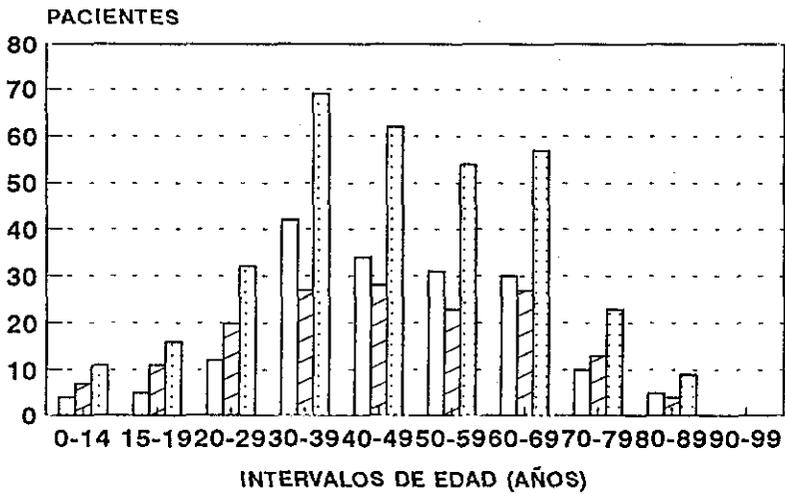
□ MUJERES (52%) ▨ HOMBRES (48%)



MUESTRA: 333 PACIENTES

**ESTUDIOS DE OIDO  
DISTRIBUCION POR EDADES Y SEXO**

□ MUJERES (48%) ▨ HOMBRES (52%) ▤ TOTAL



MUESTRA: 333 PACIENTES

## APENDICE E

### LISTADO DEL PROGRAMA UTILIZADO PARA LA TOMA DE DATOS EN UNO DE LOS CENTROS PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO

```

10 REM ***** PROGRAMA DE ASIGNACION DE DATOS A PACIENTES EN TC *****
12 REM ***** VERSION HOSPITAL "DOCE DE OCTUBRE" *****
20 REM ***** DATOS DE EQUIPO, ESTUDIO Y PACIENTE *****
25 V$=DATE$:VCLAVEHOSPI$="DO":VCLAVESALA$="1"
30 DIM VFICH$(10),VNTC(10),VICAM(10),VMAS(10),VCTDIN(10),VCORG1(10),VCORG2(10),VNS(10),VKVP(10)
40 INPUT "NUMERO DE REGISTRO"; GNUMREG
45 GOTO 52
50 GNUMREG=GNUMREG+1
52 FOR I=1 TO 10
53 VNSW(I)=0:VFICH$(I)="0":VNTC(I)=0:VICAM(I)=0:VMAS(I)=0:VCTDIN(I)=0:VCORG1(I)=0:VCORG2(I)=0:VNS(I)=0
54 NEXT I
55 INPUT "INICIALES NOMBRE PACIENTE";VNAME$
57 GOSUB 400
60 INPUT "TIPO DE EXAMEN"; VCLAVESTUDI$
70 INPUT "EDAD DEL PACIENTE (AOS)";VEDAD
80 INPUT "TALLA DEL PACIENTE (cm)"; VTALLA
90 INPUT "PESO DEL PACIENTE (kg)";VPESO
100 INPUT "SEXO DEL PACIENTE (V O M MAYUSCULAS!!!!)";VSEXO$
110 REM ***** DATOS DE OPERACION *****
115 INPUT "NUMERO DE SERIE=";NS
118 VNS(NS)=NS
120 INPUT "VALOR DE KILOVOLTAJE";VKVP
130 INPUT "ANCHURA DE CORTE (mm)";VNSW(NS)
140 INPUT "INCREMENTO DE LA CAMILLA (mm)";VICAM(NS)
152 INPUT "FILTRO (HEAD 0 /BODY 1,2,3) =";VFILTRO
170 GOSUB 500
175 GOSUB 750
180 INPUT "mAs=";VMAS(NS)
190 GOSUB 1000
200 REM INPUT "CTDI NORMALIZADO (mGy/mAs)=";VCTDIN(NS)
210 GOSUB 1500
220 INPUT "N DE ORGANO DE REFERENCIA INICIAL (VARIOS 10 ESPECIAL)=";VCORG1(NS)
230 IF VCORG1(NS)=10 THEN INPUT " COORDENADA INICIAL EN CASO ESPECIAL=";VCORG1(NS)
240 GOSUB 1500
250 INPUT "N DE ORGANO DE REFERENCIA FINAL (VARIOS 10 ESPECIAL)=";VCORG2(NS)
260 IF VCORG2(NS)=10 THEN INPUT " COORDENADA FINAL EN CASO ESPECIAL=";VCORG2(NS)
270 INPUT "N TOTAL DE CORTES=";VNTC(NS)
280 INPUT "DESEA CONTINUAR?(S/N)";CO$
290 IF CO$="N" THEN GOTO 362
300 INPUT "ES EL MISMO PACIENTE?(S/N)";PAT$
310 IF PAT$="N" THEN GOTO 330
320 IF PAT$="S" THEN GOTO 110
330 INPUT "NUMERO TOTAL DE SERIES";VNSETT
340 GOSUB 2500
350 GOSUB 3000
360 GOTO 50
362 INPUT "NUMERO TOTAL DE SERIES";VNSETT
365 GOSUB 2500
368 GOSUB 3000
370 END
400 REM ***** SUBPROGRAMA LISTADO CLAVES DE ESTUDIOS *****
410 PRINT ***** LISTADO DE CLAVES DE CODIFICACION ESTUDIOS CT *****
420 PRINT "ABD: abdomen      CERV: cervicales  CLUMB: c. lumbar      CRBRO: cerebro      "
430 PRINT "CRN: cráneo        CDR: caderas    HIG : hígado        OIDO                "

```

```

440 PRINT "PELV: pelvis      SILLA: S. turca    TIR : tiroides      TOR: tórax          "
450 PRINT "SENOS          ORB: órbitas      CAR-C: cara-cuello  A-P : abd+pelvis"
460 PRINT "CRVLM cer+lumb  T-A tórax+abdom    C-CRV: cráneo+cerv  CTA: crn+tor+abd"
470 PRINT "T-A-P : tor+abd+pelvis      CV-T : cervicales+tórax
475 PRINT
480 RETURN
500 REM ***** ASIGNACION DE FICHEROS (FACTORES MC) *****
510 IF VCLAVEHOSPI$="DO" AND VKVP=120 THEN VFICH$(NS)="MCSET08.DAT":RETURN
520 IF VCLAVEHOSPI$="DO" AND VKVP=140 THEN VFICH$(NS)="MCSET09.DAT":RETURN
700 RETURN
750 REM ***** ASIGNACION DE MAS EN EL HOSPITAL "DOCE DE OCTUBRE" *****      RUN
986 PRINT "
                                mA
                                "
987 PRINT " TIEMPO DE "
988 PRINT " EXPLORACION          40    60    80    140    170    200  "
989 PRINT
990 PRINT "      2.0                    80   120   160   280   340   400  "
993 PRINT "      3.0                    120  180   240   420   510   600  "
994 PRINT "      5.0                    200  300   400   700   850  1000"
995 RETURN
1000 REM ***** ASIGNACION DEL CTDI NORMALIZADO *****
1010 IF VNSW(NS)=10 AND VFILTRO=2 AND VKVP=120 THEN VCTDIN(NS)=.232 :RETURN
1012 IF VNSW(NS)=5 AND VFILTRO=2 AND VKVP=120 THEN VCTDIN(NS)=.244 :RETURN
1020 IF VNSW(NS)=1.5 AND VFILTRO=0 AND VKVP=120 THEN VCTDIN(NS)=.261:RETURN
1030 IF VNSW(NS)=10 AND VFILTRO=0 AND VKVP=120 THEN VCTDIN(NS)=.246 :RETURN
1040 IF VNSW(NS)=5 AND VFILTRO=0 AND VKVP=120 THEN VCTDIN(NS)=.255 :RETURN
1050 IF VNSW(NS)=10 AND VFILTRO=0 AND VKVP=140 THEN VCTDIN(NS)=.294 :RETURN
1055 IF VNSW(NS)=1.5 AND VFILTRO=0 AND VKVP=140 THEN VCTDIN(NS)=.312:RETURN
1060 IF VNSW(NS)=3 AND (VFILTRO=0 OR VFILTRO=2) AND VKVP=140 THEN VCTDIN(NS)=.299:RETURN
1065 IF VNSW(NS)=3 AND (VFILTRO=0 OR VFILTRO=2) AND VKVP=120 THEN VCTDIN(NS)=.250:RETURN
1400 RETURN
1500 PRINT "----- ORGANOS DE REFERENCIA GEOMETRICA INICIAL -----"
1505 PRINT "
1510 PRINT "      1. PELVIS                    16. COLON DESCENDENTE "
1520 PRINT "      2. COLUMNA SUPERIOR          17. COLON SIGMOIDE   "
1530 PRINT "      3. COLUMNA MEDIA              18. CORAZON          "
1540 PRINT "      4. COLUMNA INFERIOR           19. RIONES           "
1550 PRINT "      5. CRANEO                     20. PULMONES         "
1560 PRINT "      6. CARA                       21. OVARIOS          "
1570 PRINT "      7. CLAVICULAS                 22. PANCREAS         "
1580 PRINT "      8. ESCAPULAS                  23. BAZO             "
1590 PRINT "      9. CEREBRO                    24. TESTICULOS      "
1600 PRINT "     10. VARIOS(ESPECIAL)           25. TIROIDES        "
1610 PRINT "     11. VESICULA                   26. UTERO            "
1620 PRINT "     12. ESTOMAGO E HIGADO           27. VEJIGA           "
1630 PRINT "     13. INTESTINO DELGADO           28. TRONCO           "
1640 PRINT "     14. COLON ASCENDENTE            29. CABEZA TOTAL     "
1650 PRINT "     15. ABDOMEN                    "
1785 RETURN
2500 REM ***** SUBROUTINA DE GRABACION DE DATOS CENTRO Y PACIENTE *****
2510 OPEN "DATDO.TXT" FOR APPEND AS #1
2520 WRITE #1,GNUMREG,VNAME$,V$,VCLAVEHOSPI$,VCLAVESALA$,VCLAVESTUDI$,VEDAD,VTALLA,VPESO,VSEXO$,VNSETT
2530 CLOSE #1
2540 RETURN
3000 REM ***** SUBROUTINA DE GRABACION DE DATOS DEL ESTUDIO *****
3010 OPEN "DATDO.TXT" FOR APPEND AS #1
3015 FOR I=1 TO VNSETT
3020 WRITE #1,VNSW(I),VFICH$(I),VNTC(I),VICAM(I),VMAS(I),VCTDIN(I),VCORG1(I),VCORG2(I),VNS(I)
3025 NEXT I
3030 CLOSE #1
3040 RETURN

```

## APENDICE F

### DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA DE CÁLCULO DE DOSIS

Dada la extensión del programa de cálculo de dosis, se ha optado por presentar en lugar de su listado el diagrama de flujo del mismo. Éste se muestra en las dos páginas siguientes, en la primera aparece el diagrama del programa y, en la segunda el subprograma de cálculo de dosis en órganos.

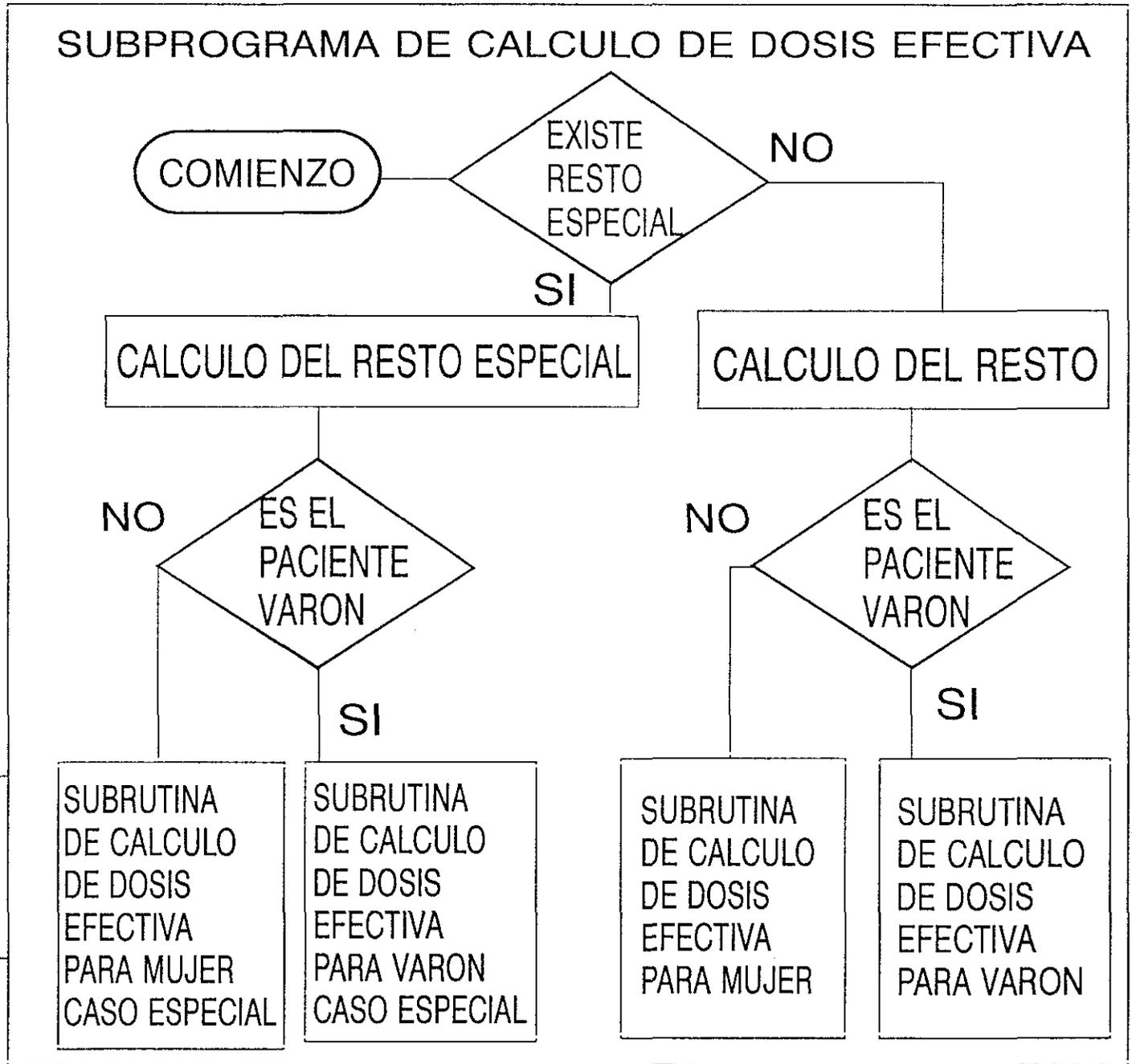
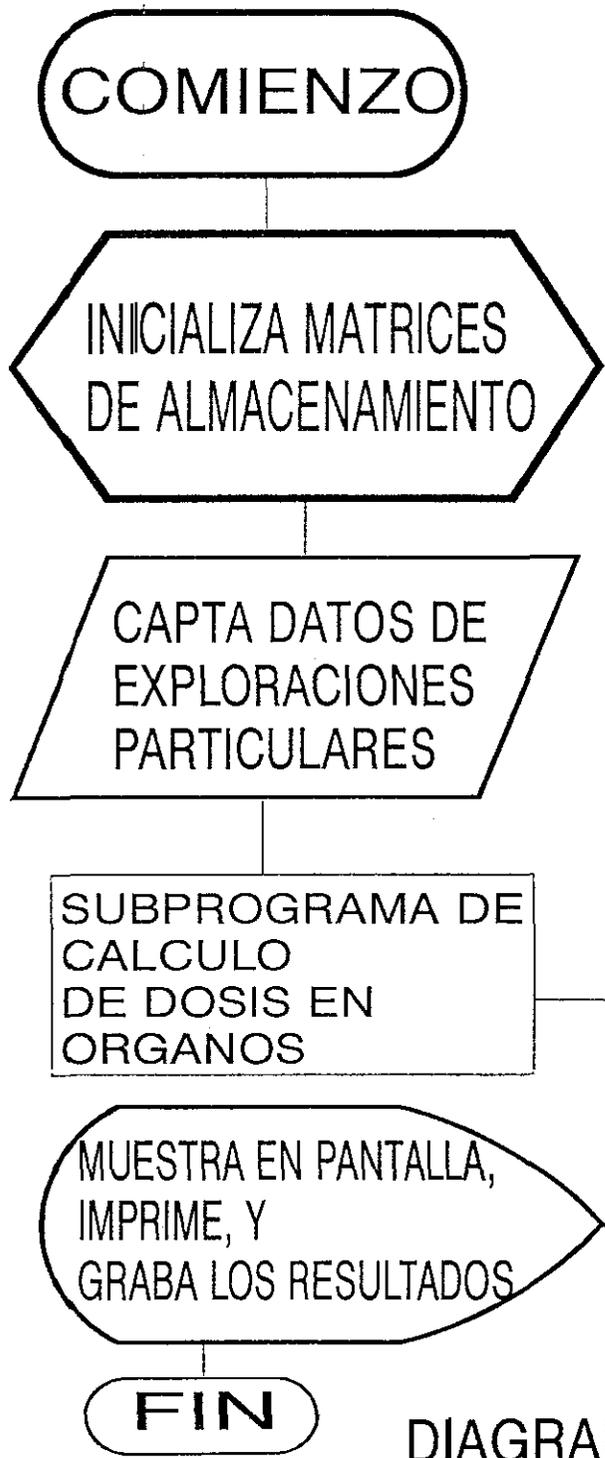
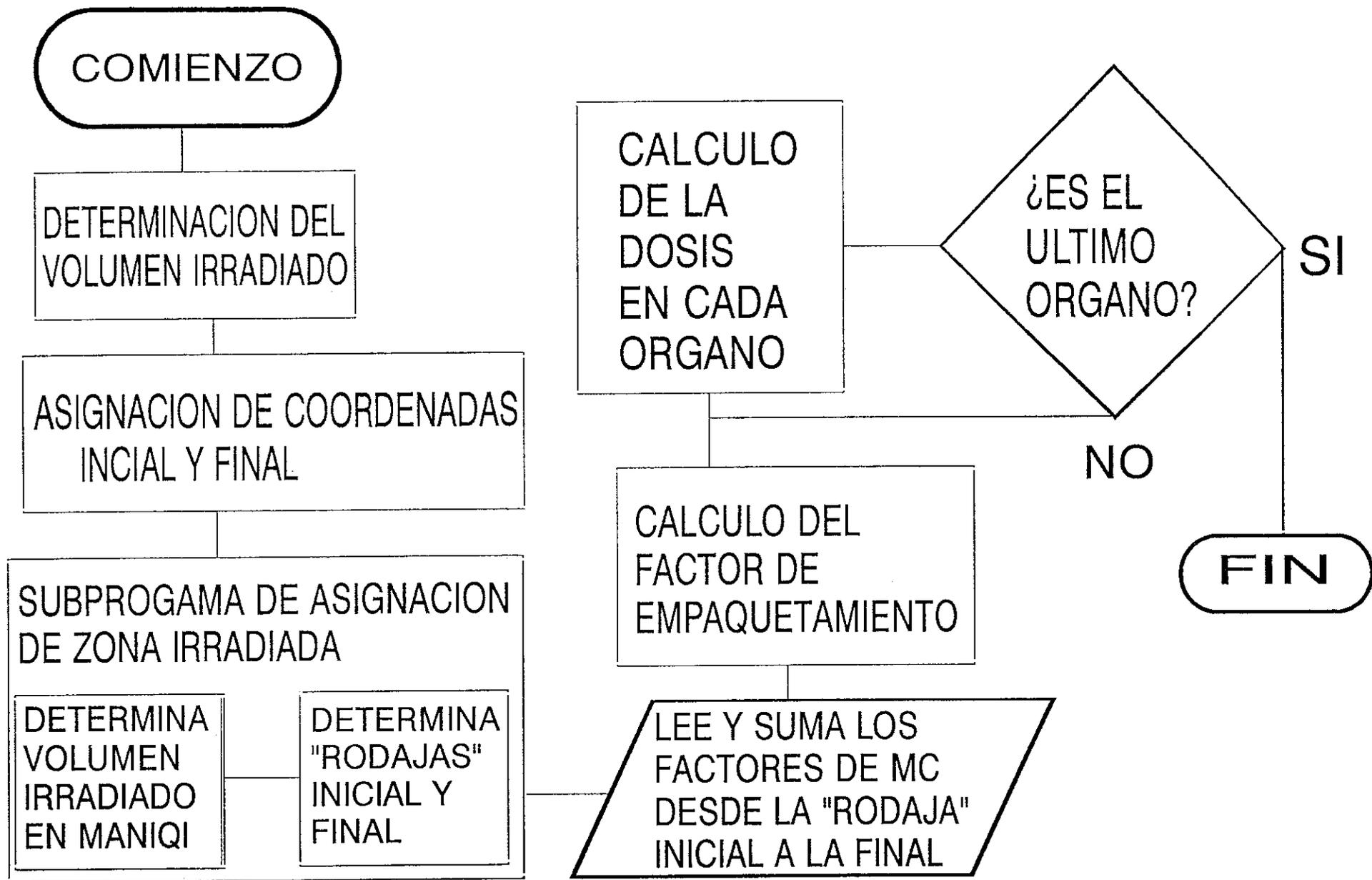


DIAGRAMA DEL PROGRAMA DE CALCULO DE DOSIS



SUBPROGRAMA DE CALCULO DE DOSIS EN ORGANOS