

La dosimetría de los
trabajadores expuestos
en España durante
el año 2003

Estudio sectorial

Colección Documentos
Nº 15.2005

Colección Documentos CSN 15.2005

La dosimetría de los
trabajadores expuestos
en España durante
el año 2003

Estudio sectorial

CSN

Colección
Documentos
15.2005

La dosimetría de los trabajadores expuestos en España durante el año 2003

Estudio sectorial

Milagros Guerra Martínez, Isabel Villanueva Delgado, Ana Martín Alvariño,
Teresa Labarta Mancho, Ignacio Amor Calvo, Manuel Rodríguez Martí

Colección: Documentos CSN

Referencia: Doc. 07.08

© Consejo de Seguridad Nuclear, 2005

Edita y distribuye:
Consejo de Seguridad Nuclear
Justo Dorado, 11
28040 - Madrid - España
<http://www.csn.es>
peticiones@csn.es

Maquetación: Digrafic, C.B.

Impreso por: Neografis, S. L.
Pol. Ind. San José de Valderas I
C/ Vidrio, 12-14. 28918 Madrid

Depósito Legal: M - 17.439 - 2005

Índice

Introducción.....	5
I. Resumen de los datos de dosimetría personal	9
I.1. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas	11
I.1.1. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas médicas.....	12
I.1.1.1. Radiodiagnóstico.....	12
I.1.1.2. Radioterapia.....	13
I.1.1.3. Medicina nuclear	13
I.1.1.4. Odontología	13
I.1.1.5. Otros	14
I.1.2. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas industriales	14
I.1.2.1. Radiología industrial.....	15
I.1.2.2. Gammagrafía.....	15
I.1.2.3. Control de procesos	15
I.1.2.4. Medidas de densidad y humedad.....	16
I.1.2.5. Comercialización-asistencia.....	16
I.1.2.6. Otros	16
I.2. Resultados dosimétricos en centrales nucleares	18
I.2.1. Central nuclear José Cabrera.....	21
I.2.2. Central nuclear Santa María de Garoña	21
I.2.3. Central nuclear de Almaraz. Unidades I y II	21
I.2.4. Central nuclear de Ascó. Unidades I y II.....	22
I.2.5. Central nuclear de Cofrentes	22
I.2.6. Central nuclear Vandellós II	23
I.2.7. Central nuclear de Trillo.....	23
I.3. Resultados dosimétricos en el ciclo de combustible, residuos y centrales nucleares en desmantelamiento	24
I.3.1. Fábrica de Juzbado (Enusa).....	26
I.3.2. Concentrados: planta Quercus (Enusa)	26
I.3.3. Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa)	27

I.3.4. Central nuclear Vandellós I (operaciones de clausura)...	27
I.4. Resultados dosimétricos en otro tipo de instalaciones.....	28
I.4.1. Centros de investigación y/o docencia	28
I.4.2. Entidades de transporte	29
I.4.3. Consejo de Seguridad Nuclear.....	29
I.5. Datos dosimétricos globales del país.....	29
II. Resumen y conclusiones.....	31
III. Tendencias en la exposición a radiaciones	43
IV. Anexo I. Estudio dosimétrico sectorial. Evolución temporal (1999-2003).....	51
V. Anexo II. Estudio dosimétrico sectorial. Evolución temporal (2002-2003).....	57

Introducción

Introducción

El presente informe contiene la información elaborada por la Subdirección de Protección Radiológica Operacional, Área de Protección Radiológica de los Trabajadores, en relación con la vigilancia y control dosimétrico llevada a cabo sobre las personas expuestas en nuestro país a lo largo del año 2003.

Dicha información es de carácter sectorial y tiene por objetivo realizar un seguimiento de la distribución de dosis anual en los distintos tipos de trabajo que implican exposición a las radiaciones ionizantes.

La información contenida en el presente informe viene a cerrar el ejercicio dosimétrico correspondiente al año 2003 y actualiza datos previamente presentados a este respecto ⁽¹⁾.

En este informe se han utilizado los datos obtenidos del Banco Dosimétrico Nacional (BDN), a partir de las dosis individualizadas asociadas al tipo instalación y trabajo en los cuales los trabajadores expuestos han recibido dichas dosis.

Se han considerado los cuatro ámbitos de trabajo característicos del BDN: instalaciones radiactivas, centrales nucleares, ciclo de combustible y residuos y otras instalaciones.

En el ámbito de instalaciones radiactivas se han considerado distintos tipos de trabajo agrupados bajo la clasificación más generalizada de instalaciones radiactivas médicas e instalaciones radiactivas industriales. Para el ámbito de centrales nucleares se presentan los datos distinguiendo entre el personal de plantilla y de contrata. En el ámbito de otras instalaciones se han considerado los centros de investigación y/o docencia, las entidades de transporte y el personal expuesto perteneciente al Consejo de Seguridad Nuclear.

La información aportada incluye datos de dosimetría externa, correspondientes a cada uno de los sectores citados con anterioridad, y de dosimetría interna, correspondientes a los sectores de centrales nucleares y ciclo de combustible, residuos y centrales nucleares en desmantelamiento.

Dentro de las conclusiones de este informe se ha incluido la comparación de los resultados dosimétricos correspondientes al año 2003 con los relativos al periodo comprendido entre los años 1999 y 2003 a fin de evaluar la tendencia experimentada a lo largo del tiempo en relación con la vigilancia y control dosimétrico de los trabajadores expuestos (TE) en España.

En el análisis de los datos incluidos en este estudio sectorial hay que tener en cuenta que

1. En el *Informe del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados y al Senado. Año 2003* se incluyó un avance de los resultados dosimétricos correspondientes al año 2003.

en el cálculo de la dosis colectiva no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite de dosis.

Los intervalos de dosis establecidos para la elaboración de este informe son los siguientes:

- Dosis significativas: superiores al nivel de registro (0,1 mSv/mes).
- 5 mSv: valor de límite de dosis para miembros del público establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes anterior al Real Decreto 783/01, de 6 de julio de 2001, en el que se establecen nuevos límites que entraron en vigor el 1 de enero de 2002.
- 20 mSv: límite de dosis anual para TE recomendado en publicación nº 60 de ICRP
- 50 mSv: límite de dosis anual establecido en el anterior Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes y que coincide con la dosis efectiva máxima anual a recibir por un TE en cualquier año oficial del periodo de cinco años oficialmente consecutivos en los que el límite de dosis efectiva será de 100 mSv de acuerdo con lo establecido en el actual Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes publicado en el año 2001.

I. Resumen de los datos de dosimetría personal

I. Resumen de los datos de dosimetría personal

I.1. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas

Durante el año 2003 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el campo de las instalaciones radiactivas (IIRR) y que fueron controlados por estos centros se cifra en 76.167 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 29.078 mSv. persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 2003 se puede concluir que, de los 76.167 trabajadores controlados:

- 45.405 trabajadores (59,61% del total) no han recibido dosis significativas.
- 29.856 trabajadores (39,20% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 842 trabajadores (1,11% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 52 trabajadores (0,07% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.

En cuanto a los 12 trabajadores restantes, un 0,02% del total, constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis es-

tablecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes al haberse registrado valores de dosis superiores a 50 mSv/año. Los casos de potencial sobreexposición citados se distribuyen en los tipos de instalación que se indican a continuación:

- Instalaciones radiactivas médicas: ocho casos de potencial sobreexposición, de los cuales cinco corresponden a instalaciones de radiodiagnóstico, uno a instalaciones de odontología y dos a otras instalaciones.
- Instalaciones radiactivas industriales: cuatro casos de potencial sobreexposición que corresponden; uno en instalaciones de gammagrafía, otro en instalaciones de comercialización y asistencia y dos a otras instalaciones.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media en el colectivo de trabajadores correspondiente a instalaciones radiactivas resulta ser de 0,95 mSv/año.

A continuación se desglosan en detalle los resultados dosimétricos obtenidos dentro de cada uno de los sectores considerados dentro de las instalaciones radiactivas: instalaciones radiactivas médicas e instalaciones radiactivas industriales.

I.1.1 Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas médicas

Durante el año 2003 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el campo de las instalaciones radiactivas médicas y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 70.271 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 25.276 mSv.persona.

La distribución estadística del número de trabajadores controlados a lo largo del año 2003 en este colectivo permite concluir que:

- 42.620 trabajadores (60,65% del total) no han recibido dosis significativas.
- 26.897 trabajadores (38,28% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 709 trabajadores (1,01% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 37 trabajadores (0,05% del total) han recibido dosis comprendida entre 20 y 50 mSv.
- Los ocho trabajadores restantes (0,01% del total) constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,91 mSv/año.

A continuación, se desglosan estos datos globales en cada una de las distintas clasificaciones establecidas en el ámbito de instalaciones radiactivas médicas, tales como; radiodiagnóstico, radioterapia, medicina nuclear, odontología y otros.

I.1.1.1. Radiodiagnóstico

El número de personas controladas fue de 41.251 a las que corresponde una dosis colectiva de 9.693 mSv.persona .

A modo de resumen cabe señalar que:

- 27.486 trabajadores (66,63% del total) no han recibido dosis significativas.
- 13.553 trabajadores (32,85% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 197 trabajadores (0,48% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 10 trabajadores (0,02 del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Los cinco trabajadores restantes (0,01% del total) constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,70 mSv/año.

I.1.1.2. Radioterapia

El número de personas controladas fue de 2.296 contabilizando una dosis colectiva de 434 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.547 trabajadores (67,38% del total), no han recibido dosis significativas.
- 739 trabajadores (32,19% del total), han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 10 trabajadores (0,44% del total), han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,58 mSv/año.

I.1.1.3. Medicina nuclear

El número de personas controladas fue de 1.921 a las que corresponde una dosis colectiva de 2.300 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 648 trabajadores (33,73% del total) no han recibido dosis significativas.
- 1.167 trabajadores (60,75% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.

- 104 trabajadores (5,41% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Dos trabajadores (0,10 del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 50 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media de este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,81 mSv/año.

I.1.1.4. Odontología

El número de personas controladas fue de 12.910 a las que corresponde una dosis colectiva de 10.265 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 4.939 trabajadores (38,26% del total) no han recibido dosis significativas.
- 7.605 trabajadores (58,91% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 345 trabajadores (2,67% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 20 trabajadores (0,15% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Un trabajador (0,01% del total) constituye un caso de potencial superación del límite anual de dosis.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen el caso de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,29 mSv/año.

I.1.1.5. Otros

El número de personas controladas fue de 12.990 a las que corresponde una dosis colectiva de 2.584 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 8.900 trabajadores (68,51% del total) no han recibido dosis significativas.
- 4.037 trabajadores (31,08% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 47 trabajadores (0,36% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Cuatro trabajadores (0,03% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto a los dos trabajadores restantes (0,02% del total) han recibido dosis superiores a los límites anuales.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los dos casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,63 mSv/año.

I.1.2. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas industriales

Durante el año 2003 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el campo de las instalaciones radiactivas industriales y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 5.896 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 3.802 mSv.persona.

La distribución estadística del número de trabajadores controlados a lo largo del año 2003 en este colectivo permite concluir que:

- 2.785 trabajadores (47,24% del total) no han recibido dosis significativas.
- 2.959 trabajadores (50,19% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 133 trabajadores (2,26% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 15 trabajadores (0,25% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Cuatro trabajadores (0,07% del total), constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media de este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,22 mSv/año.

A continuación, se desglosan estos datos globales en cada una de las distintas clasificaciones establecidas en el ámbito de instalaciones radiactivas industriales, tales como; radiología, gammagrafía, control de procesos, medidas de densidad y humedad del suelo, comercialización-asistencia y otros.

I.1.2.1. Radiología industrial

El número de personas controladas fue de 673, a las que corresponde una dosis colectiva de 357 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 219 trabajadores (32,54% del total) no han recibido dosis significativas.
- 445 trabajadores (66,12% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- Siete trabajadores (1,04% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Dos trabajadores (0,30% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,79 mSv/año.

I.1.2.2. Gammagrafía

El número de personas controladas fue de 656 a las que corresponde una dosis colectiva de 998 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 215 trabajadores (32,77% del total) no han recibido dosis significativas.
- 375 trabajadores (57,16% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 64 trabajadores (9,76% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,15% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- El trabajador restante (0,15% del total) ha recibido dosis superior a 50 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluye el caso de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 2,27 mSv/año.

I.1.2.3. Control de procesos

El número de personas controladas fue de 1.323 a las que corresponde una dosis colectiva de 442 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 904 trabajadores (68,33% del total) no han recibido dosis significativas.
- 405 trabajadores (30,61% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- Ocho trabajadores (0,60% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.

- Seis trabajadores (0,45% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 50 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,06 mSv/año.

I.1.2.4. Medidas de densidad y humedad

El número de personas controladas fue de 728 a las que corresponde una dosis colectiva de 281 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 381 trabajadores (52,34% del total) no han recibido dosis significativas.
- 339 trabajadores (46,57% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- Siete trabajadores (0,96% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Un trabajador ha recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 50 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,81 mSv/año.

I.1.2.5. Comercialización-asistencia

El número de personas controladas fue de 1.246 a las que corresponde una dosis colectiva de 816 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 483 trabajadores (38,76% del total) no han recibido dosis significativas.
- 735 trabajadores (58,99% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 25 trabajadores (2,01% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Dos trabajadores (0,16%) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Un trabajador (0,08%) ha recibido dosis superiores a 50 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluye el caso de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,07 mSv/año.

I.1.2.6. Otros

El número de personas controladas fue de 1.568 a las que corresponde una dosis colectiva de 908 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 787 trabajadores (50,19% del total) no han recibido dosis significativas.

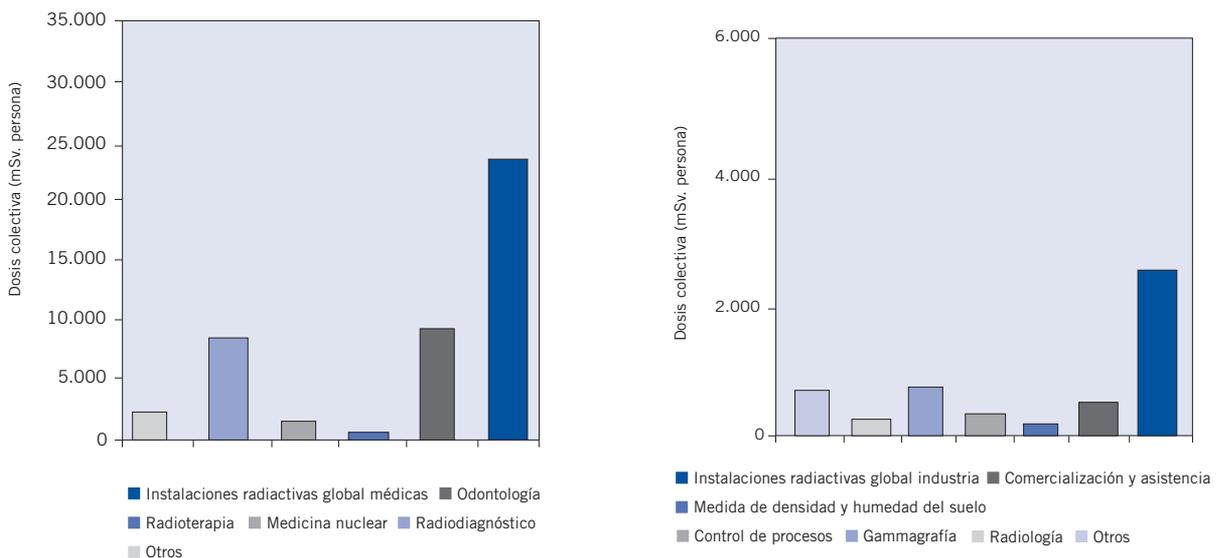
- 762 trabajadores (48,60% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 15 trabajadores (0,96% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Dos trabajadores (0,13% del total) ha recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Dos trabajadores (0,13% del total) han recibido dosis superiores a 50 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los dos casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,17 mSv/año.

A modo de resumen de los datos aportados en relación con las instalaciones radiactivas, y de forma comparativa, se presenta en las siguientes figuras:

- La figura 1 representa la dosis colectiva correspondiente a cada una de las clasificaciones establecidas en el ámbito de las instalaciones radiactivas, tanto médicas como industriales, así como al valor global.
- La figura 2 representa el número de trabajadores correspondiente a cada una de las clasificaciones establecidas en el ámbito de las instalaciones radiactivas, tanto médicas como industriales.
- La figura 3 representa la dosis individual media correspondiente a cada una de las clasificaciones establecidas en el ámbito de las instalaciones radiactivas, tanto médicas como industriales, así como el valor global.
- La figura 4 representa la distribución estadística del número de usuarios por intervalo de dosis considerado, diferenciándose

Figura 1. Dosis colectiva en instalaciones radiactivas médicas e industriales (2003)



entre instalaciones radiactivas médicas e industriales.

1.2. Resultados dosimétricos en centrales nucleares

Durante el año 2003 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el campo de las centrales nucleares en operación y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 7.302 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 7.334 mSv. persona, de la cual un 13%, aproximadamente, corresponde a personal de plantilla y un 87%, aproximadamente, a personal de contrata.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 2003,

elaborada considerando conjuntamente la operación normal y las operaciones de recarga⁽²⁾, se deduce que:

a) Personal de plantilla:

- Se han controlado un total de 2.094 trabajadores.
- 1.365 trabajadores (65,19% del total) no han recibido dosis significativas.
- 700 trabajadores (33,43% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.

2. Todos los valores corresponden a las dosis registradas mediante dosimetría oficial, extraídos de la información existente en el BDN. Con lo que se deberá tener en cuenta el hecho de que los trabajadores de contrata desarrollan trabajos en más de una central nuclear. Esto motiva que el número total de trabajadores en el sector nuclear y su distribución por intervalos de dosis no se corresponda con la suma del número de trabajadores en cada central.

Figura 2. Número de trabajadores en instalaciones radiactivas médicas e industriales (2003)

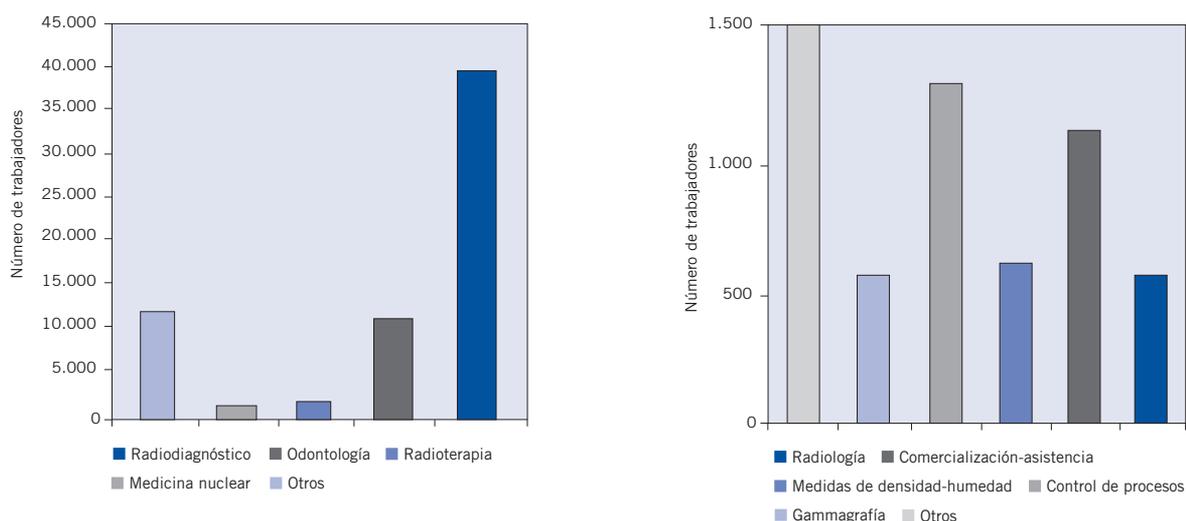


Figura 3. Dosis individual media en instalaciones radiactivas médicas e industriales (2003)

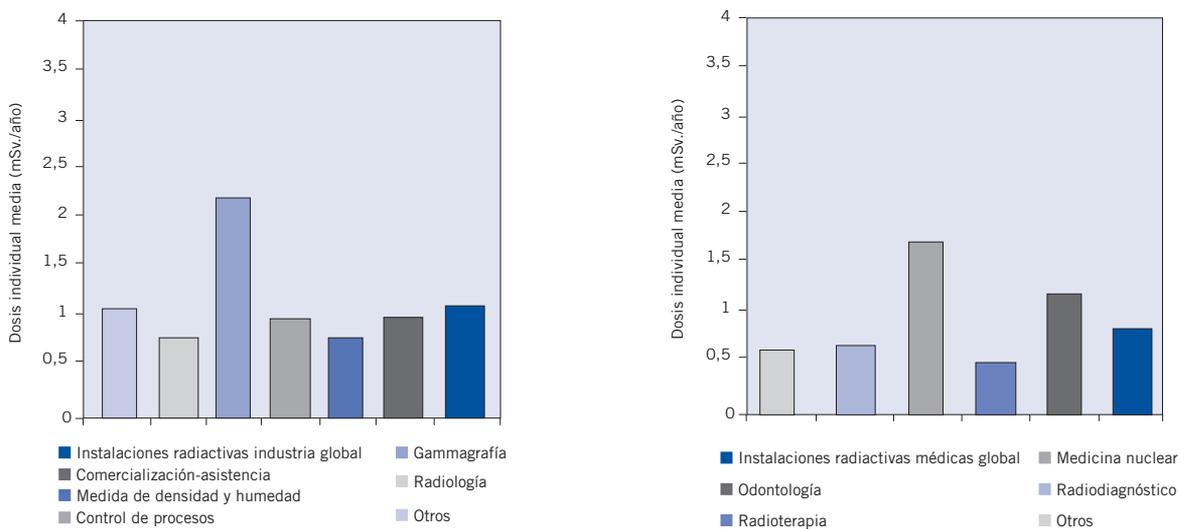
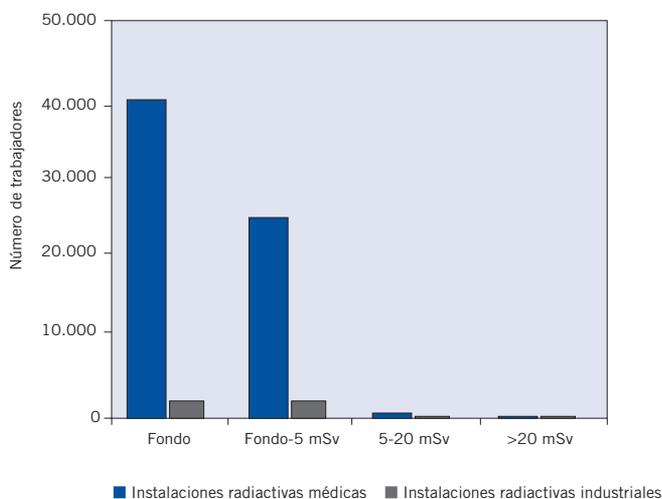


Figura 4. Número de trabajadores por intervalo de dosis en instalaciones radiactivas médicas e industriales (2003)



- 29 trabajadores (1,38% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,26 mSv/año.

b) Personal de contrata:

- Se han controlado un total de 5.264 trabajadores.
- 2.194 trabajadores (41,68% del total) no han recibido dosis significativas.
- 2.714 trabajadores (51,56% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 352 trabajadores (6,69% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Cuatro trabajadores (0,08% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 50 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 2,09 mSv/año.

c) Datos Globales:

- Se han controlado un total de 7.302 trabajadores.
- 3.525 trabajadores (48,27% del total) no han recibido dosis significativas.
- 3.388 trabajadores (46,40% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 385 trabajadores (5,27% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.

- Cuatro trabajadores (0,05% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 50 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,94 mSv/año.

Estos resultados hacen que la dosis colectiva media por reactor a lo largo del año 2003 sea de 815 mSv.persona⁽³⁾.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, se han realizado controles, mediante medida directa de la radiactividad corporal, a todos los trabajadores con riesgo significativo de incorporación de radionúcleidos⁽⁴⁾. En ninguno de los controles efectuados, mediante medida directa de la radiactividad corporal, se han detectado casos de contaminación interna superior al nivel de registro establecido, establecido en 1 mSv/año.

3. En el cálculo de la dosis colectiva por reactor se han tenido en cuenta las condiciones operativas de los reactores nucleares en España para el año 2003, estando en funcionamiento en ese momento dos reactores tipo BWR y siete reactores tipo PWR.

4. El número de trabajadores controlados en cada instalación se refleja en los apartados correspondientes a cada una de las centrales nucleares. No se aporta un valor global al no ser sumatorios los correspondientes a cada una de las instalaciones consideradas debido a que algunos trabajadores de contrata han sido controlados a lo largo del año 2003 en varias instalaciones.

A continuación, se resumen los aspectos más relevantes en relación con cada una de las centrales nucleares.

1.2.1. Central nuclear José Cabrera

El número de personas controladas fue de 557 a las que corresponde una dosis colectiva de 652 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 19% entre el personal de plantilla y un 81% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 205 trabajadores (36,80% del total) no han recibido dosis significativas.
- 325 trabajadores (58,35% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 27 trabajadores (4,85% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas la dosis individual media en este colectivo de trabajadores, resulta ser de 1,85 mSv/año para la totalidad del personal, 1,38 mSv/año para el personal de plantilla y 2,01 mSv/año para el personal de contrata.

Durante este año tuvo lugar la operación de recarga de esta central nuclear.

1.2.2. Central nuclear Santa M^a de Garoña

El número de personas controladas fue de 1.502 a las que corresponde una dosis colectiva de 1.239 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 12% entre el personal de plantilla y un 88% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 607 trabajadores (40,41% del total) no han recibido dosis significativas.
- 864 trabajadores (57,52% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 31 trabajadores (2,06% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,38 mSv/año para la totalidad del personal, 1,00 mSv/año para el personal de plantilla y 1,46 mSv/año para el personal de contrata.

Durante este año tuvo lugar la operación de recarga de esta central nuclear.

1.2.3. Central nuclear de Almaraz. Unidades I y II

El número de personas controladas fue de 1.775 a las que corresponde una dosis colecti-

va de 817 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 8% entre el personal de plantilla y un 92% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que

- 945 trabajadores (53,24% del total) no han recibido dosis significativas.
- 813 trabajadores (45,80% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv
- 17 trabajadores (0,96% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,98 mSv/año para la totalidad del personal, 0,53 mSv/año para el personal de plantilla y 1,06 mSv/año para el personal de contrata.

Durante este año tuvo lugar la operación de recarga de las unidades I y II.

1.2.4. Central nuclear de Ascó. Unidades I y II

El número de personas controladas fue de 1.515 a las que corresponde una dosis colectiva de 708 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 3% entre el personal de plantilla y un 97% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 924 trabajadores (60,99% del total) no han recibido dosis significativas.
- 572 trabajadores (37,76% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv
- 19 trabajadores (1,25% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,20 mSv/año para la totalidad del personal, 0,33 mSv/año para el personal de plantilla y 1,30 mSv/año para el personal de contrata.

Durante este año tuvo lugar la operación de recarga de la unidad I.

1.2.5. Central nuclear de Cofrentes

El número de personas controladas fue de 1.655 a las que corresponde una dosis colectiva de 3.085 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 16% entre el personal de plantilla y un 84% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 538 trabajadores (32,51% del total) no han recibido dosis significativas.
- 906 trabajadores (54,74% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv

- 211 trabajadores (12,75% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 2,76 mSv/año para la totalidad del personal, 2,59 mSv/año para el personal de plantilla y 2,80 mSv/año para el personal de contrata.

Durante este año tuvo lugar la operación de recarga de esta central nuclear.

1.2.6. Central nuclear Vandellós II

El número de personas controladas fue de 1.229 a las que corresponde una dosis colectiva de 584 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 5% entre el personal de plantilla y un 95% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 664 trabajadores (54,03% del total) no han recibido dosis significativas.
- 546 trabajadores (44,43% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 19 trabajadores (1,55% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,03 mSv/año para la totalidad del personal, 0,44 mSv/año para el personal de plantilla y 1,11 mSv/año para el personal de contrata.

Durante este año tuvo lugar la operación de recarga de esta central nuclear.

1.2.7. Central nuclear de Trillo

El número de personas controladas fue de 1.012 a las que corresponde una dosis colectiva de 249 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 10% entre el personal de plantilla y un 90% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 622 trabajadores (61,46% del total) no han recibido dosis significativas.
- 389 trabajadores (38,44% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- Un trabajador (0,10% del total) ha recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,64 mSv/año para la totalidad del personal, 0,49 mSv/año para el per-

sonal de plantilla y 0,66 mSv/año para el personal de contrata.

Durante este año tuvo lugar la operación de recarga de esta central nuclear.

A modo de resumen de los datos aportados en relación con las centrales nucleares, y de forma comparativa, se presenta en las siguientes figuras:

- La figura 5 representa la dosis colectiva correspondiente a cada una de las centrales nucleares diferenciándose entre plantilla, contrata y global.
- La figura 6 representa la dosis individual media correspondiente a cada una de las centrales nucleares diferenciándose entre plantilla, contrata y global.
- La figura 7 representa la dosis colectiva correspondiente a cada una de las centrales

nucleares junto con el número de trabajadores perteneciente a cada una de ellas.

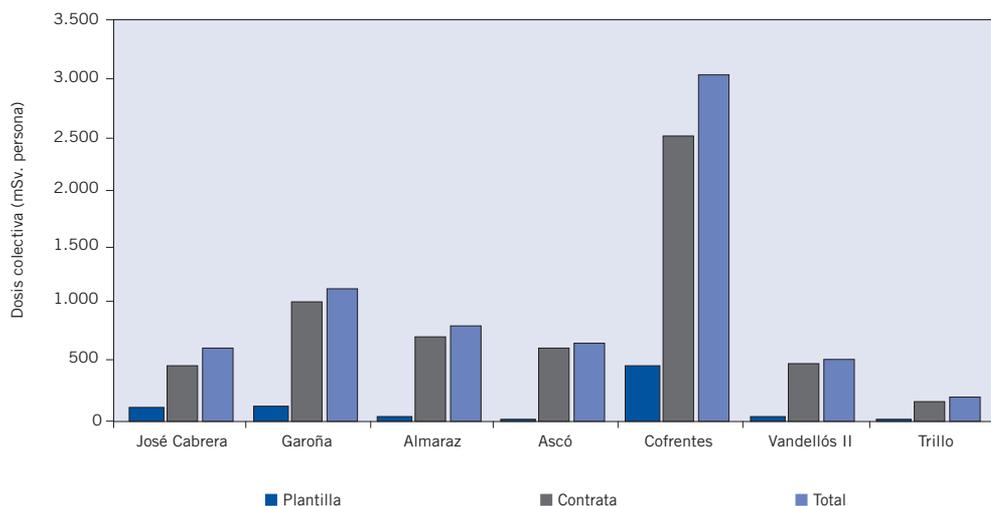
- La figura 8 representa, para el conjunto de centrales nucleares, la distribución de dosis en los intervalos considerados diferenciándose entre plantilla y contrata.

1.3. Resultados dosimétricos en el ciclo del combustible, residuos y centrales nucleares en desmantelamiento

Durante el año 2003 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el campo de las instalaciones del ciclo de combustible, residuos y central nuclear Vandellós I (operaciones de clausura) y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 903 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 113 mSv. persona.

En cuanto a la distribución estadística del

Figura 5. Dosis colectiva de trabajadores en centrales nucleares españolas (2003)



número de usuarios a lo largo del año 2003 se deduce que:

- 722 trabajadores (79,96% del total) no han recibido dosis significativas.
- 181 trabajadores (20,04% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.

- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 5 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,63 mSv/año

Figura 6. Dosis individual media para trabajadores en centrales nucleares españolas (2003)

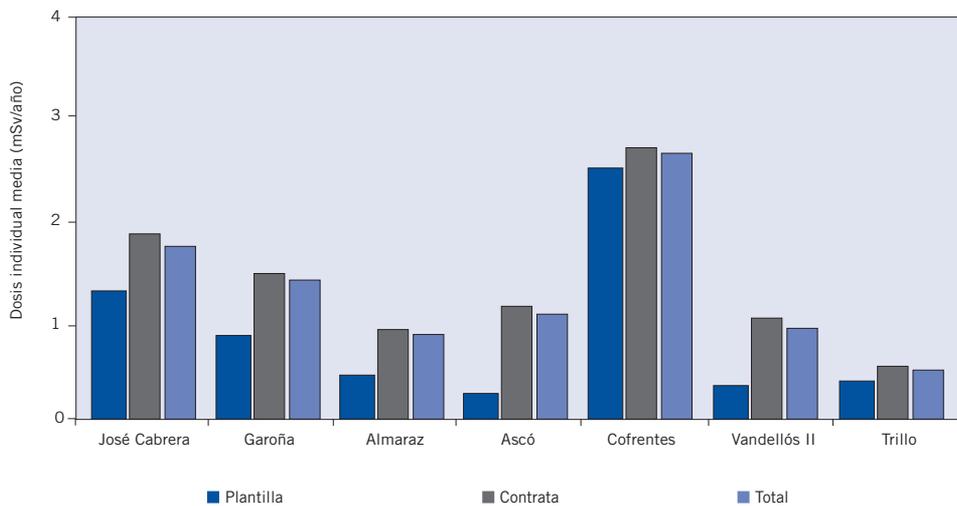


Figura 7. Dosis colectiva y número de trabajadores en centrales nucleares españolas (2003)

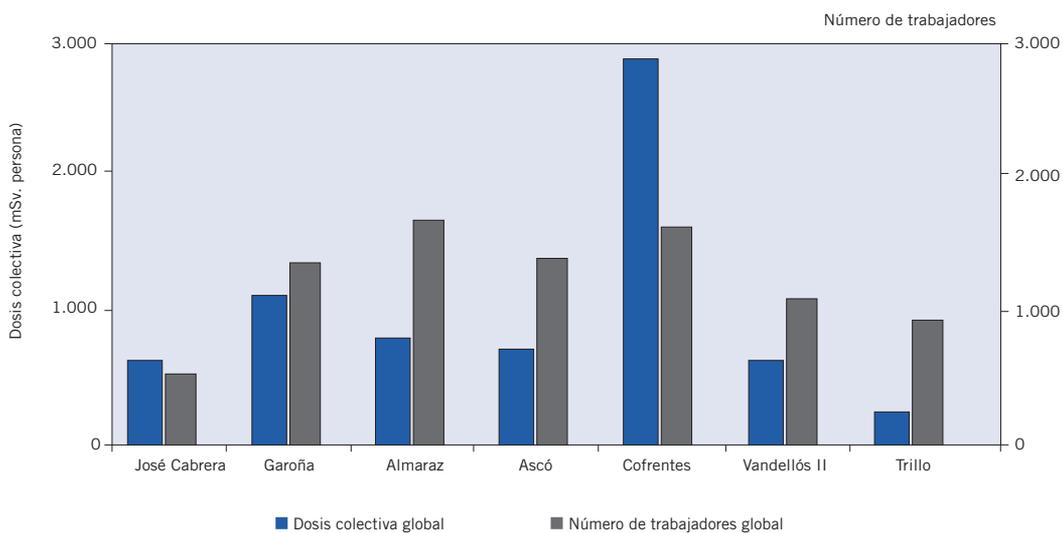
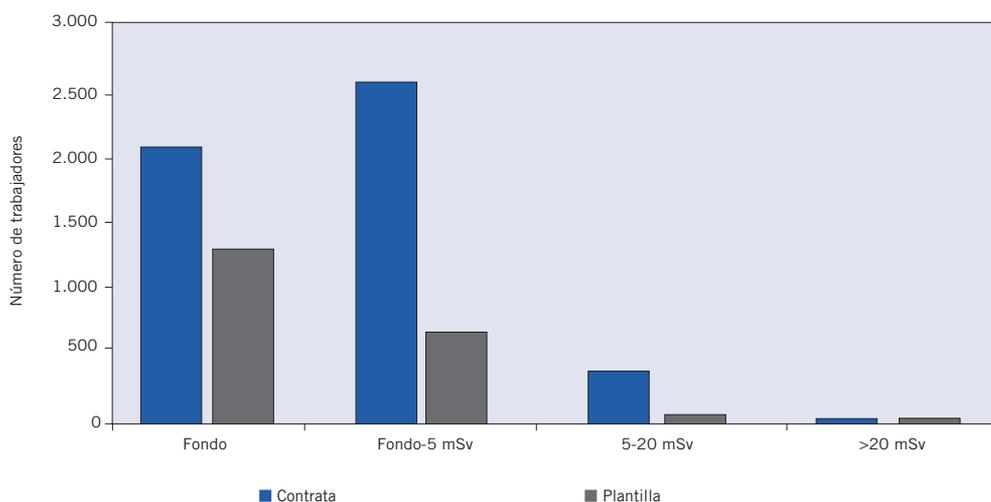


Figura 8. Número de trabajadores por intervalo de dosis en centrales nucleares españolas (2003)



1.3.1. Fábrica de Juzbado (Enusa)

El número total de trabajadores controlados en este año 2003 ha sido de 440 a los que corresponde una dosis colectiva de 60 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 2003 se deduce que:

- 336 trabajadores (76,36% del total) no han recibido dosis significativas.
- 104 trabajadores (23,64% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 5 mSv.

Cuando se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media resulta en un valor de 0,57 mSv/año.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, se han realizado controles a:

- 109 personas mediante medida directa de la radiactividad corporal.
- 201 personas mediante análisis de excretas.

No se ha detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro (1 mSv/año).

1.3.2. Concentrados: planta Quercus (Enusa)

El número total de trabajadores controlados en este año 2003 ha sido de 75 a los que corresponde una dosis colectiva de aproximadamente 1 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 2003 se deduce que:

- 71 trabajadores (94,67% del total) no han recibido dosis significativas.
- Cuatro trabajadores (5,33% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 5 mSv.

Cuando se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media resulta en un valor de 0,21 mSv/año.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, se han realizado controles a 31 personas mediante análisis de excretas, no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro.

1.3.3. Empresa Nacional de Residuos Radiactivos S.A. (Enresa)

El número total de trabajadores controlados en este año 2003 ha sido de 273 a los que corresponde una dosis colectiva de 8 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 2003 se deduce que:

- 239 trabajadores (87,55% del total) no han recibido dosis significativas.
- 34 trabajadores (12,45% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.

- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 5 mSv.

Cuando se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media resulta en un valor de 0,24 mSv/año.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, se han realizado controles a 132 personas mediante medida directa de la radiactividad corporal no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro.

1.3.4 Central nuclear Vandellós I (operaciones de clausura)

El número de personas controladas fue de 124 a las que corresponde una dosis colectiva de 44 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 84 trabajadores (67,74% del total) no han recibido dosis significativas.
- 40 trabajadores (32,26% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- No hay ningún trabajador con dosis superiores a 5 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,11 mSv/año.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, se han realizado los siguientes controles:

- Medida directa de la radiactividad corporal a un total de 121 personas no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro establecido.
- Medida indirecta mediante análisis de excretas a 10 personas no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna por encima del nivel de registro establecido.

I.4. Resultados dosimétricos en otros tipos de instalaciones

Dentro de este apartado se ha considerado la siguiente clasificación:

- Centros de investigación y/o docencia: instalaciones de rayos X, instalaciones con fuentes encapsuladas, instalaciones con fuentes no encapsuladas, instalaciones con aceleradores de partículas, instalaciones mixtas y otras.
- Entidades de transporte: transporte de residuos y de material radiactivo.
- Consejo de Seguridad Nuclear.

De acuerdo con los datos disponibles se puede concluir que durante el año 2003 el número de personas controladas fue de 5.078 contabilizando una dosis colectiva de 1.389 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística de las dosis acumuladas a lo largo del año 2003 en es-

te colectivo de trabajadores cabe señalar que:

- 3.006 trabajadores (59,20% del total) no han recibido dosis significativas.
- 2.052 trabajadores (40,41% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 20 trabajadores (0,39% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,67 mSv/año.

I.4.1 Centros de investigación y/o docencia

El número de trabajadores controlados ha sido de 4.860 a los que corresponde una dosis colectiva de 1.207 mSv.persona

A modo de resumen cabe señalar que:

- 2.840 trabajadores (58,44% del total) no han recibido dosis significativas.
- 2.015 trabajadores (41,46% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- Cinco trabajadores (0,10% del total) ha recibido dosis comprendida entre 5 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,60 mSv/año.

1.4.2 Entidades de transporte

El número de trabajadores controlados ha sido de 68 a los que corresponde una dosis colectiva de 180 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 23 trabajadores (33,82% del total) no han recibido dosis significativas.
- 30 trabajadores (44,12% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 15 trabajadores (22,06% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Ningún trabajador a recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 4,00 mSv/año.

1.4.3 Consejo de Seguridad Nuclear

El número de trabajadores controlados ha sido de 150 a los que corresponde una dosis colectiva de aproximadamente 2 mSv. persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 143 trabajadores (95,33% del total) no han recibido dosis significativas.
- Siete trabajadores (4,67% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 5 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,22 mSv/año.

1.5. Datos dosimétricos globales del país

A modo de resumen de los datos dosimétricos presentados en este informe, cabe señalar que para el conjunto del país (instalaciones radiactivas, centrales nucleares, ciclo de combustible y otras) y de acuerdo con los datos disponibles, excluyendo los casos de potencial sobreexposición:

- El número de personas expuestas a radiaciones ionizantes controladas dosimétricamente asciende a 89.004 a los que corresponde una dosis colectiva de 37.914 mSv.persona.
- 52.325 trabajadores (58,79% del total) no han recibido dosis significativas.
- 35.359 trabajadores (39,73% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.

- 1.252 trabajadores (1,41% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 56 trabajadores (0,06% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.

En cuanto a los 12 trabajadores restantes (0,01% del total) constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial superación de los límites de dosis anuales, la dosis individual media en el conjunto de los trabajadores resulta ser de 1,03 mSv/año.

II. Resumen y conclusiones

II. Resumen y conclusiones

A lo largo de los apartados anteriores se han expuesto los resultados dosimétricos correspondientes a los trabajadores expuestos del país, desglosados dentro de los diferentes tipos de instalaciones o áreas de trabajo existentes en España: instalaciones radiactivas, médicas e industriales, centrales nucleares, instalaciones del ciclo de combustible, residuos y centrales nucleares en desmantelamiento y otras instalaciones⁽⁵⁾.

Como hecho destacable cabe mencionar que, aunque el límite reglamentario de dosis efectiva para personal expuesto de 100 mSv durante todo periodo de cinco años oficiales consecutivos, sujeto a una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año oficial, el 98,52% de los trabajadores ha recibido dosis inferiores a 5 mSv/año, el 99,93% ha recibido dosis inferiores a 20 mSv/año y el 99,99% ha recibido dosis inferiores a 50 mSv/año.

El 0,01% de los trabajadores restantes (12 trabajadores pertenecientes todos ellos a instalaciones radiactivas) constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis establecido en el Reglamento. Así mismo, la dosis individual media por sectores no supera en ningún caso el valor de 5 mSv/año.

Se efectúa a continuación un estudio comparativo entre los diferentes sectores establecidos considerando tres elementos básicos de análisis y evaluación:

1. Número de trabajadores expuestos.
2. Dosis colectiva y dosis individual media.
3. Número de trabajadores expuestos con dosis inferiores a 5 mSv/año y con dosis superiores a 20 mSv/año.

A la hora de valorar los resultados hay que tener en cuenta que en el año 2003 estaban en funcionamiento dos reactores nucleares de tipo BWR (Garroña y Cofrentes) y siete reactores nucleares de tipo PWR (José Cabrera, Almaraz I y II, Ascó I y II, Vandellós II y Trillo); además, la central nuclear Vandellós I se encontraba en proceso de desmantelamiento.

Así mismo, se realizaron operaciones de recarga en las siguientes centrales nucleares en operación: José Cabrera, Santa M^a de Garroña, Almaraz (unidades I y II), Ascó (unidad I), Trillo, Vandellós II y Cofrentes.

En lo que se refiere a las instalaciones del ciclo de combustible, en 2003 estaban en operación la fábrica de combustible de Juzbado, la planta Quercus de producción de concentrados (en fase de Parada de Actividades productivas) y la instalación de almacenamiento de residuos de Sierra Albarrana (El Cabril).

5. Los datos presentados a lo largo de este informe se han recogido de forma global en las figuras 9-14.

II.1. En lo que se refiere a la dosis colectiva

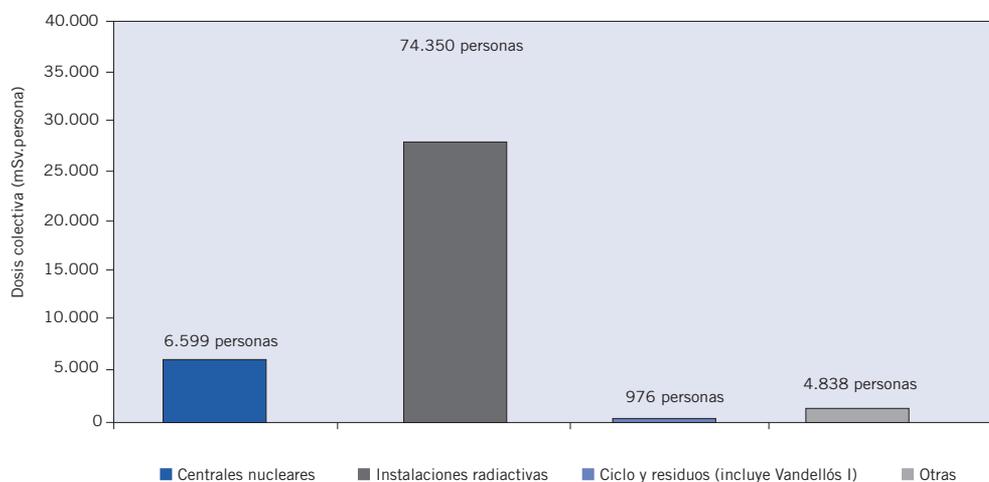
II.1.1. El número de personas expuestas a radiaciones ionizantes controladas dosimétricamente durante el año 2003 asciende a 89.004 a las que corresponde una dosis colectiva de 37.914 mSv.persona⁽⁶⁾, que se

distribuyen sectorialmente según la tabla:

II.1.2. La mayor contribución a la dosis colectiva de los trabajadores expuestos (TE) corresponde a las instalaciones radiactivas médicas⁽⁸⁾ y dentro de éstas a las instalaciones médicas de odontología (10.265

	Nº trabajadores	Dosis colectiva (mSv.persona)
Instalaciones radiactivas médicas	70.271	25.276
Instalaciones radiactivas industriales	5.896	3.802
Centrales nucleares	7.302	7.334
Ciclo combustible y residuos	903	113
Otras instalaciones	5.078	1.389
Total	89.004 ⁽⁷⁾	37.914

Figura 9. Dosis colectiva y número de trabajadores por sectores (2003)



6. En relación con este valor hay que indicar que la diferencia entre el mismo y el reflejado en el *Informe del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados y al Senado. Año 2003* es debida a que en dicho Informe anual no se incluye la dosis colectiva del personal del Consejo de Seguridad Nuclear y a revisiones posteriores de la información remitida por los SDP para su carga en el BDN.

7. Dado que los datos se han extraído del Banco Dosimétrico Nacional, el número global de trabajadores expuestos del país no coincide con la suma de los mismos en cada uno de los sectores informados, ya que puede ocurrir que haya trabajadores trabajando en distintos sectores a lo largo del año.

8. En las figuras 1 a 4 se presentan de forma resumida los resultados dosimétricos correspondientes a instalaciones radiactivas médicas e industriales.

mSv.persona), siendo las instalaciones de radiodiagnóstico las más representativas en cuanto al número de trabajadores (41.251 personas, un 46% del total de trabajadores expuestos controlados dosimétricamente durante al año 2003).

II.1.3. Durante el año 2003, en el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales la mayor contribución a la dosis colectiva corresponde a las instalaciones de gammagrafía (998 mSv.persona), siendo el colectivo denominado “otros” el más representativo, dentro de este ámbito, en cuanto al número de trabajadores (1.568 personas).

II.1.4. En el sector nuclear la dosis colectiva media por reactor a lo largo del año 2003 ha sido de 815 mSv.persona valor superior al correspondiente al año 2002 (723 mSv.persona), lo cual es debido al aumento experimentado en la dosis colectiva como consecuencia de que, prácticamente la totalidad de los reactores existentes en el país, han realizado paradas de recarga durante este año.

Con objeto de realizar una valoración global de la dosimetría de los trabajadores expuestos en el sector nucleoelectrico español, en las figuras 10 y 11 se muestra la evolución temporal de la dosis colectiva por tipo de reactor y año correspondientes a las centrales nucleares españolas y se comparan con los valores registrados en el ámbito internacional⁽⁹⁾.

Los resultados obtenidos para este parámetro pueden valorarse positivamente si se tiene en cuenta que:

a) Reactores tipo PWR (gráfica 10):

- La tendencia decreciente de la dosis colectiva por reactor que se venía observando en años anteriores se mantiene en el año 2003, convalidándose por lo tanto dicha tendencia. Hay que indicar que en el año 2003 se efectuaron paradas de recarga en las centrales nucleares de Ascó unidad I, Almaraz unidades I y II, Trillo, José Cabrera y Vandellós II.
- La situación de las dosis ocupacionales en las centrales nucleares españolas está en consonancia con la de los países de nuestro entorno tecnológico

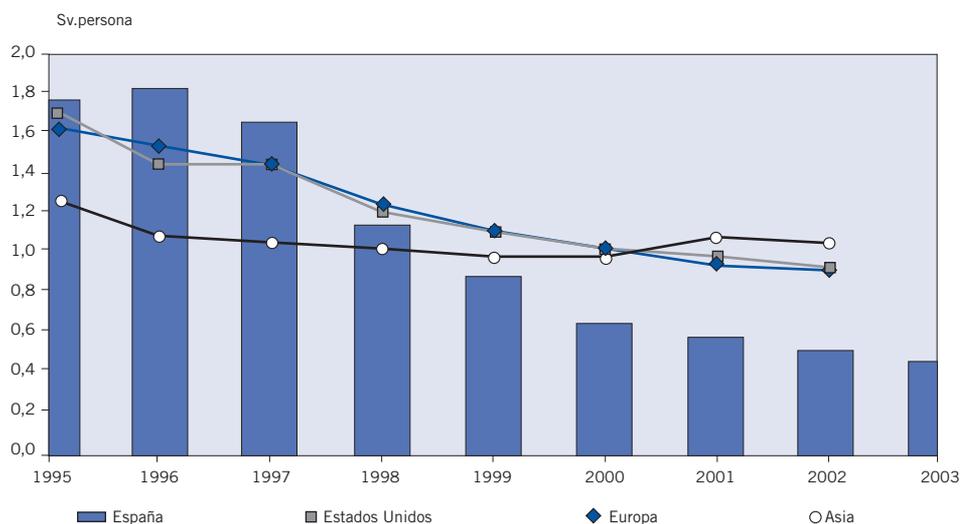
b) Reactores tipo BWR (gráfica 11):

- Durante el año 2003 se efectuaron paradas de recarga en las dos centrales de esta tecnología.

Las dosis ocupacionales durante la recarga de la central nuclear de Cofrentes han sufrido un aumento con respecto a anteriores ciclos como consecuencia de un significativo incremento de los niveles de radiación en el pozo seco, lo que ha afectado negati-

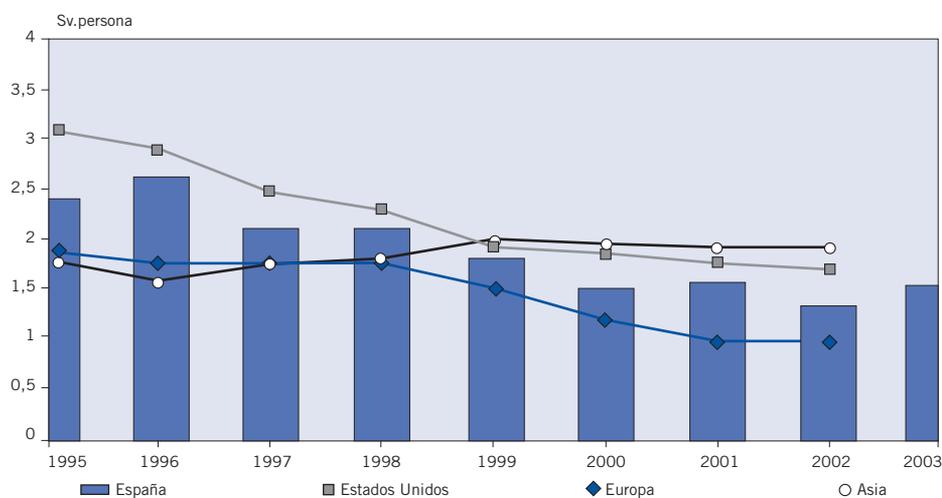
9. Los datos internacionales son los publicados por el Sistema Internacional de Información sobre Exposiciones Ocupacionales (ISOE- Information System on Occupational Exposure).

Figura 10. Dosis colectiva media (Sv.persona) para reactores de tipo PWR. Comparación internacional



En la elaboración de esta gráfica se han considerado dosis medias colectivas trianuales para reactores de tipo PWR en cada región de comparación.

Figura 11. Dosis colectiva media (Sv.persona) para reactores de tipo BWR. Comparación internacional



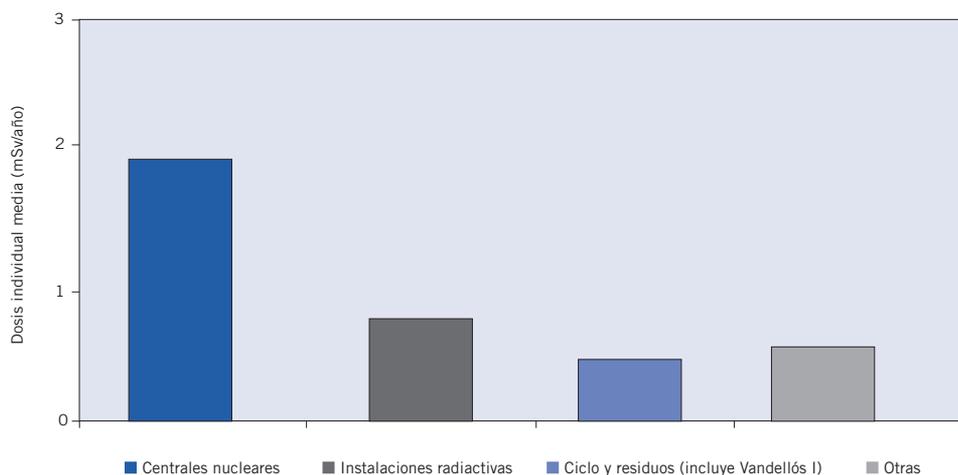
En la elaboración de esta gráfica se han considerado dosis medias colectivas trianuales para reactores de tipo BWR en cada región de comparación.

vamente a todos los trabajos realizados entorno a dicha zona. EL CSN ha requerido a la central la realización de un análisis causa-raíz para, a partir de ahí, estudiar las

medidas preventivas y correctoras a considerar en los próximos ciclos.

- Considerando las dosis medias colectivas trianuales por reactor y año, se observa que

Figura 12. Dosis individual media por sectores (2003)



se mantiene estable la tendencia que se venía observando en los últimos años, con unas dosis comparables a las registradas en otros países.

II.1.5. Dentro del sector⁽¹⁰⁾ nuclear, es en la central nuclear de Cofrentes donde se registra la dosis colectiva más elevada (3.085 mSv.persona), seguida de la central nuclear Santa M^a de Garoña (1.239 mSv.persona).

Por el contrario, es la central nuclear de Trillo la que presenta valores de dosis colectiva inferiores al resto de las centrales en operación (249 mSv.persona).

II.1.6. Es la fábrica de combustible de Juzbado (60 mSv.persona), dentro del sector del

ciclo de combustible y residuos, la que contribuye en mayor medida a los valores de dosis colectiva registrados.

II.1.7. Dentro del grupo “otras instalaciones” son los centros de investigación/docencia los que más contribuyen a la dosis colectiva (1.207 mSv.persona) siendo también los más representativos en cuanto al número de trabajadores expuestos (4.860 personas).

II.2. En lo que se refiere a la dosis individual media:

II.2.1. Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media correspondiente al año 2003, para el global de los TE del país, resulta ser de 1,03 mSv/año. Los valores de

10. En las figuras 5 a 8 se presentan los resultados dosimétricos correspondientes a centrales nucleares.

este parámetro en cada uno de los sectores considerados son los que siguen:

	Dosis individual media (mSv/año)
Instalaciones radiactivas médicas	0,91
Instalaciones radiactivas industriales	1,22
Centrales nucleares	1,94
Ciclo combustible y residuos	0,63
Otras instalaciones	0,67

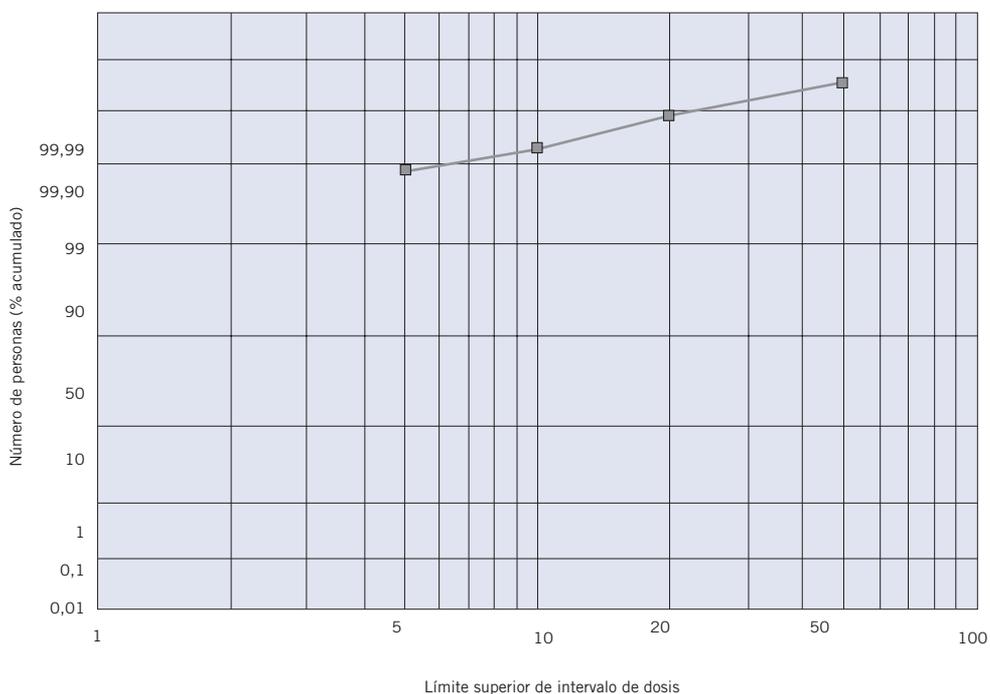
II.2.2. La dosis individual media correspondiente a centrales nucleares es superior a la del resto de los sectores considerados, siendo de destacar que es el personal de contrata el que presenta valores de dosis individual

media superiores (2,09 mSv/año frente a 1,26 mSv/año para el personal de plantilla).

Esta tendencia, dosis correspondientes a personal de contrata superiores a las del personal de plantilla, es general en todos los países y resulta lógica si se tiene en cuenta que, habitualmente, la contratación de personal externo a la central se realiza con vistas a la realización de operaciones (mantenimiento, reparación, etc.) que suelen resultar radiológicamente más significativas.

II.2.3. Se observa, asimismo, que la dosis individual media asociada al total de las instalaciones industriales (1,22 mSv/año) es

Figura 13. Distribución de las dosis de las personas expuestas en España durante el año 2003



superior al valor obtenido para el total de las instalaciones radiactivas médicas (0,91 mSv/año). En las primeras, desarrollan su actividad laboral un menor número de personas que, sin embargo, reciben dosis más altas.

Es de destacar que los valores de dosis individual media asociados a las instalaciones de gammagrafía (2,27 mSv/año) son superiores a los del resto de las actividades consideradas en el ámbito de instalaciones industriales.

II.2.4. Dentro de las instalaciones radiactivas médicas son las instalaciones de medicina nuclear las que presentan valores de dosis individual media superiores (1,81 mSv/año). Las instalaciones de radiodiagnóstico, en las que según se ha puesto de manifiesto realizan su trabajo un porcentaje significativo de trabajadores del país, presentan valores de dosis individual media de 0,70 mSv/año.

II.2.5. En el sector de centrales nucleares, son la central nuclear de Cofrentes (2,76 mSv/año) y la central nuclear José Cabrera (1,85 mSv/año), las que registran valores más altos para este parámetro. La central nuclear de Trillo es la que registra los valores más bajos, con 0,64 mSv/año.

II.2.6. La dosis individual media correspondiente a los trabajadores expuestos implicados en actividades de transporte (4,00

mSv/año) es superior a la del resto de los sectores laborales considerados, a pesar de que en este colectivo el número de trabajadores no es muy significativo (68 personas). Teniendo en cuenta lo indicado con anterioridad, se considera que en este sector se deberán seguir extremando las medidas encaminadas a la aplicación práctica del principio ALARA.

II.2.7. Los valores más bajos de este parámetro los registra el sector de concentrados (0,21 mSv/año) y el personal del Consejo de Seguridad Nuclear (0,22 mSv/año).

II.2.8. En la figura 13 se muestra en escala de tipo probabilístico la distribución de las dosis de las personas expuestas en España a lo largo de este año 2003. El buen ajuste de dichos datos a una recta demuestra que la distribución de dosis se ajusta a una función del tipo logarítmico-normal. Esta situación es coherente con la experiencia internacional que existe al respecto, de hecho la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) cuando propuso los actuales límites de dosis, tuvo en cuenta la realidad práctica de que las dosis en grandes grupos de trabajadores se distribuyen con arreglo a una función de estas características.

Con esta distribución se confirma que, aunque el límite reglamentario de dosis para personal expuesto es de 50 mSv/año,

el 98,52% de los trabajadores ha recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.

II.3. En lo que se refiere a las implicaciones para nuestro país de los límites de dosis establecidos en el Real Decreto 783/01 de 6 de julio de 2001, cabe señalar lo siguiente:

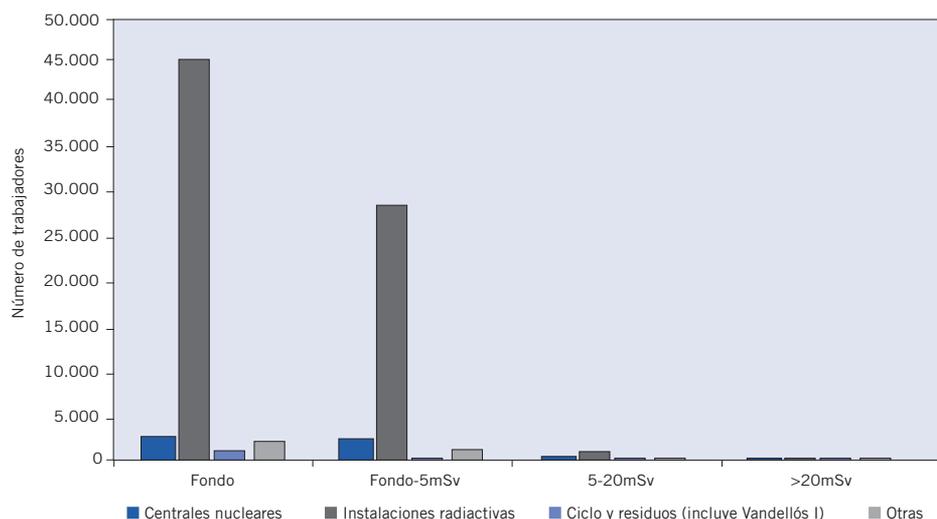
II.3.1. De un total de 89.004 trabajadores solo 56 (0,06% del total) presentan dosis superiores a 20 mSv/año, distribuidos según se indica a continuación:

	Nº trabajadores	Nº trabajadores con dosis >20mSv ⁽¹⁾
Instalaciones radiactivas médicas	70.271	37
Instalaciones radiactivas industriales	5.896	15
Centrales nucleares	7.302	4
Otras instalaciones	5.078	0

II.3.2. En cuanto a los sectores a los que hay que prestar especial atención debido al número de trabajadores que presentan dosis entre 20 y 50 mSv en el año 2003, de cara al cumplimiento de los límites de dosis establecidos en el Real Decreto 783/01, son los siguientes:

- En el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas cabe señalar los sectores de radio-diagnóstico (10 trabajadores que suponen el 0,011% del total), y odontología (20 trabajadores que suponen el 0,022%).
- En el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales cabe señalar el sector de control de procesos con seis trabajadores que suponen el 0,007% del total.

Figura 14. Número de trabajadores por intervalo de dosis en cada sector (2003)



11. No se incluyen los 11 casos de potencial superación de los límites de dosis.

II.3.3. La situación reflejada en el punto anterior muestra la buena disposición en nuestro país para el cumplimiento de los límites de dosis.

Es necesario aclarar que el Real Decreto 783/01 establece que los trabajadores expuestos no deberán recibir dosis superiores a 100 mSv en cinco años consecutivos, lo que supone un promedio de 20 mSv/año. *El que un trabajador reciba durante un año dosis superiores a 20 mSv no implica que vaya a superar los límites de dosis.*

II.4. Casos de potencial superación de los límites de dosis

En lo que se refiere a las situaciones de potencial superación de los límites de dosis (50 mSv/año), se han registrado 12 casos (un 0,013% del total), todos ellos pertenecientes al sector de instalaciones radiactivas.

III. Tendencias en la exposición a radiaciones

III. Tendencias en la exposición a radiaciones

III.1. En el anexo I se presenta un análisis comparativo de los resultados obtenidos en este informe frente a los obtenidos en los realizados con este mismo enfoque en los años 1999, 2000, 2001, 2002 y 2003.

III.2. En el anexo II se presenta un análisis comparativo de los resultados obtenidos en este informe frente a los obtenidos en el realizado con el mismo enfoque para el año 2002. A continuación se efectúa una valoración de los resultados de este análisis comparativo:

III.2.1. Durante el período 2002-2003 el número de TE controlados dosimétricamente se incrementó en un 3% (86.345 en 2002 frente a 89.004 en 2003), disminuyendo sin embargo, la dosis colectiva en un 15% (43.669 mSv.persona en 2002 frente a 37.914 mSv.persona en 2003).

En lo que se refiere a la dosis individual media, se observa un aumento del 12% (0,91 mSv/año en 2002 frente a 1,03 mSv/año en 2003).

Merece una valoración positiva la evolución, en el período 2002-2003, del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año, donde se observa una disminución del 14% (64 trabajadores en 2002 frente a 56 trabajadores en 2003).

III.2.2. En las instalaciones radiactivas médicas hay que valorar positivamente que, aunque el número de TE controlados dosimétricamente se incrementó en un 2% (68.625 trabajadores en 2002 frente a 70.271 en 2003), la dosis colectiva disminuye en un 29% (32.612 mSv.persona en 2002 frente a 25.275 mSv.persona en 2003).

En lo que se refiere a la dosis individual media, se observa un aumento de un 10% (0,82 mSv/año en 2002 frente a 0,91 mSv/año en 2003).

Respecto al número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv se observa un incremento del 8% (34 en 2002 frente a 37 trabajadores en 2003).

III.2.3. En lo que se refiere a las instalaciones radiactivas industriales, se ha producido un incremento en el número de trabajadores controlados dosimétricamente del 3% (5.725 trabajadores en 2002 frente a 5.896 en 2003) y la misma tendencia se observa en la dosis colectiva sufriendo ésta un aumento del 7% (3.517 mSv.persona en 2002 frente a 3.802 mSv.persona en 2003).

Sin embargo, la dosis individual media ha disminuido un 5% en el período objeto de estudio (1,28 mSv/año en 2002 frente a 1,22 mSv/año en 2003). El nú-

mero de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año, también ha disminuido un 33% (20 en 2002 frente a 15 trabajadores en 2003).

III.2.4. Cuando se analiza la evolución en las centrales nucleares se puede observar que el número de TE controlados dosimétricamente se ha incrementado en un 10% en el período 2002-2003 (6.599 en el 2002 frente a 7.302 trabajadores en 2003) incrementándose en un porcentaje similar la dosis colectiva, un 11% (6.506 mSv.persona en 2002 frente a 7.334 mSv.persona en 2003).

Sin embargo, la dosis individual media presenta una disminución del 3% (2,00 mSv/año en 2002 frente a 1,94 mSv/año en 2003).

Sucedo lo mismo en cuanto al número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año en este periodo que han experimentado una notable disminución del 150% (diez en 2002 frente a cuatro trabajadores en 2003).

En las figuras 10 y 11, se muestra la evolución de la dosis colectiva en las centrales nucleares españolas encuadradas en un contexto internacional, se observa una tendencia global decreciente, que pone de manifiesto el importante esfuerzo desarrollado en este sector en la

puesta en práctica del principio de optimización de la protección radiológica.

III.2.5. Si se analizan los valores de la dosis individual media en los diferentes sectores para el año 2003 se observa que, al igual que durante el año 2002, los que presentan valores más elevados son gammagrafía industrial (2,27 mSv/año) y transporte (4,00 mSv/año).

Teniendo en cuenta lo indicado con anterioridad, parece evidente que en estos sectores es donde se deberá seguir realizando mayores esfuerzos con vistas a la aplicación en la práctica del criterio ALARA.

III.2.6. Los resultados indicados en puntos anteriores se muestran de manera gráfica en las figuras comprendidas entre los números 15 y 21.

Figura 15. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual media en instalaciones radiactivas médicas e industriales (1999-2003)

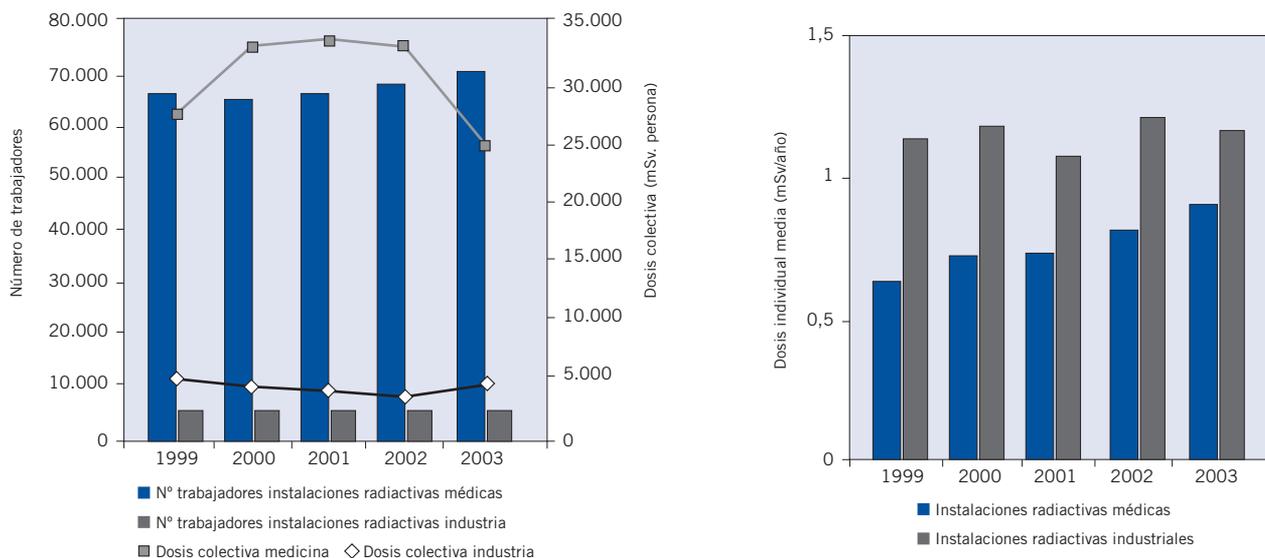


Figura 16. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual en instalaciones radiactivas médicas (1999-2003)

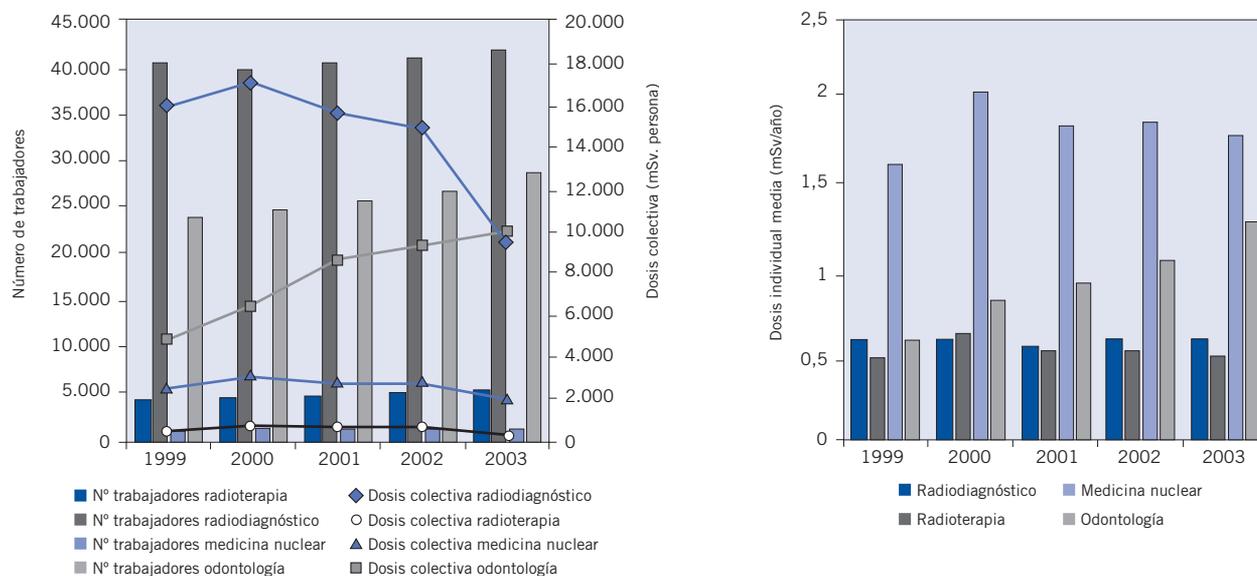


Figura 17. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual en instalaciones radiactivas industriales (1999-2003)

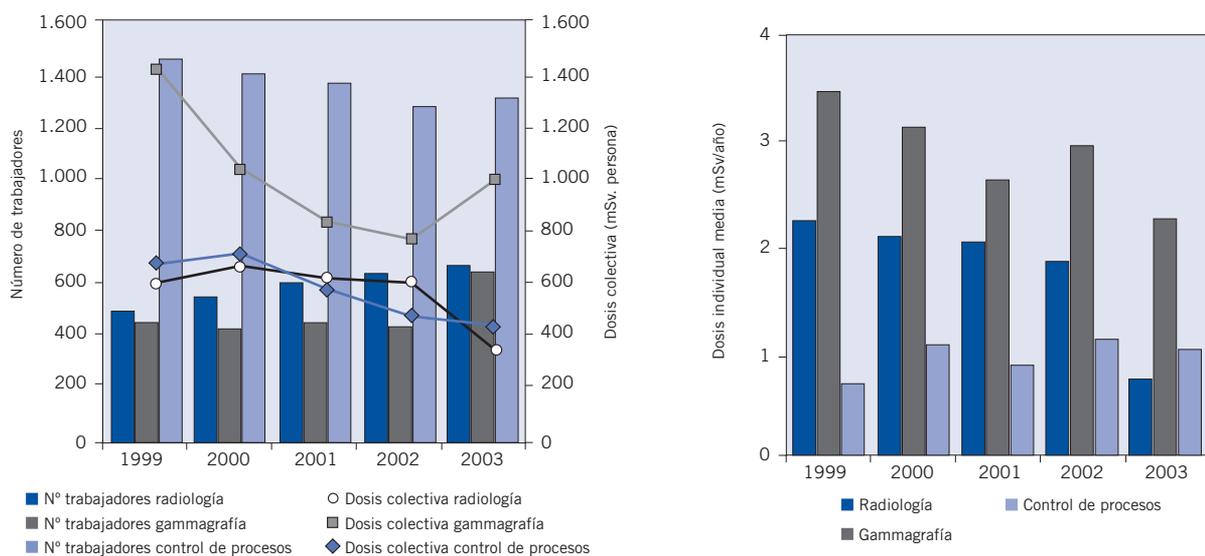


Figura 18. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual media en centrales nucleares españolas (1999-2003)

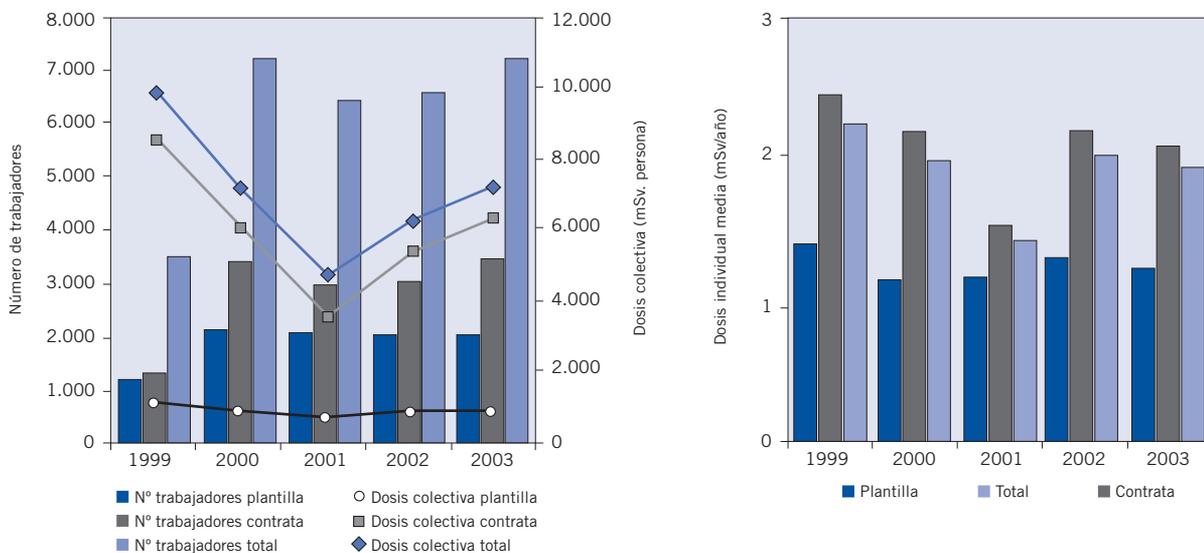


Figura 19. Distribución comparativa de número de trabajadores con dosis entre 20 y 50 mSv/año en los grandes sectores (1999-2003)

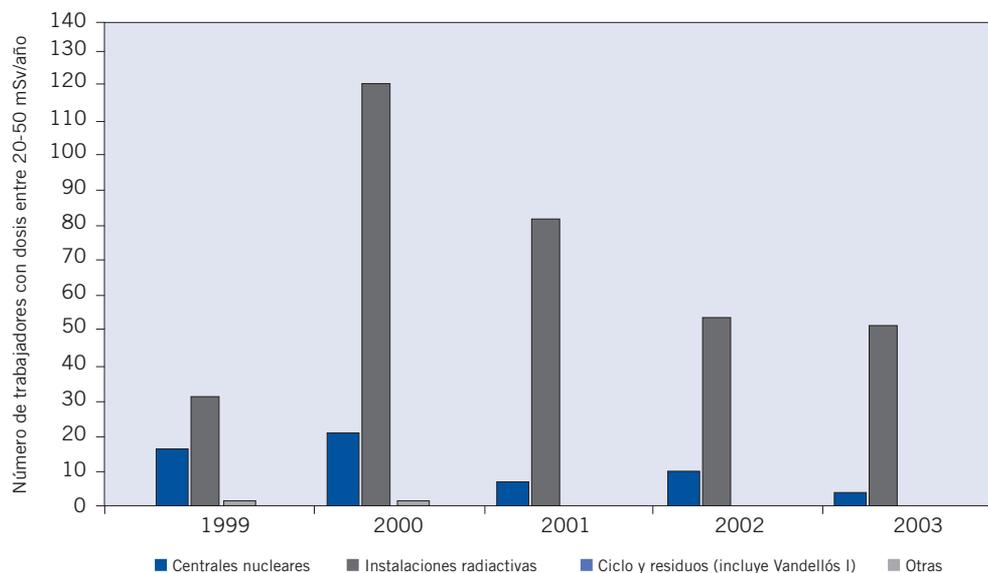


Figura 20. Distribución comparativa de número de trabajadores con dosis entre 20 y 50 mSv/año en el sector de instalaciones radiactivas médicas (1999-2003)

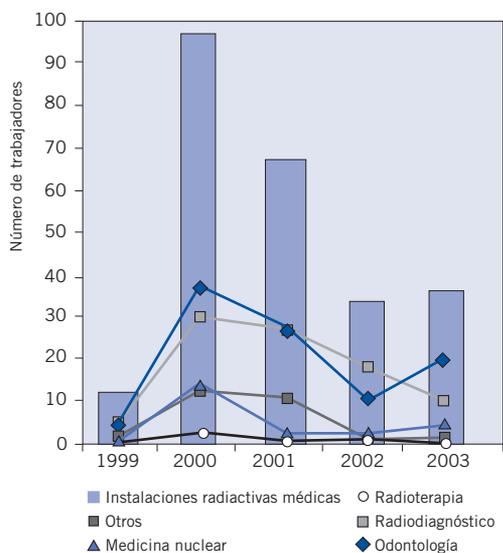
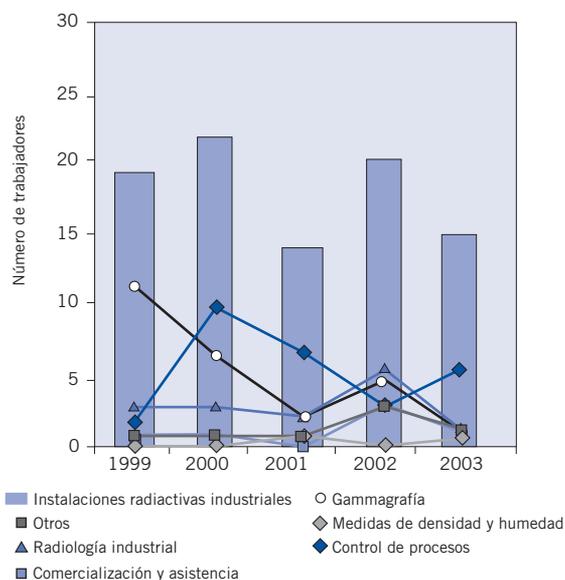


Figura 21. Distribución comparativa de número de trabajadores con dosis entre 20 y 50 mSv/año en el sector de instalaciones radiactivas industriales (1999-2003)



**Anexo I. Estudio
dosimétrico sectorial.
Evolución temporal
(1999-2003)**

Tabla 1. Comparación de resultados en instalaciones radiactivas. Años 1999-2003

Tipo de instalación	Médicas					Industriales				
	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003
Año	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003
Nº de personas	66.380	65.733	67.311	68.625	70.271	5.648	5.475	5.676	5.725	5.896
Nº personas con dosis significativa	42.502	44.358	43.852	39.601	27.643	3.907	3.430	3.371	2.746	3.107
Dosis colectiva (mSv.persona)	27.550	32.745	33.065	32.612	25.275	4.548	4.155	3.648	3.517	3.802
Dosis individual media (mSv/año)	0,65	0,74	0,75	0,82	0,91	1,16	1,21	1,08	1,28	1,22
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	12	98	68	34	37	19	22	14	20	15

Tabla 2. Comparación de resultados en instalaciones radiactivas médicas. Años 1999-2003

Instalación	Radiodiagnóstico					Radioterapia				
	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003
Año	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003
Nº de personas	40.611	39.910	40.546	40.874	41.251	1.983	2.072	2.161	2.230	2.296
Nº personas con dosis significativa	25.557	26.195	24.706	21.779	13.760	1.240	1.443	1.392	1.337	749
Dosis colectiva (mSv.persona)	16.005	17.143	15.697	15.019	9.693	684	1.003	856	855	434
Dosis individual media (mSv/año)	0,63	0,65	0,64	0,69	0,70	0,55	0,70	0,61	0,64	0,58
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	4	29	26	17	10	0	4	1	1	0

Instalación	Medicina nuclear					Odontología				
	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003
Año	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003
Nº de personas	1.747	1.787	1.862	1.843	1.921	10.602	10.873	11.500	12.064	12.910
Nº personas con dosis significativa	1.498	1.562	1.533	1.481	1.273	7.692	7.912	9.105	8.161	7.970
Dosis colectiva (mSv.persona)	2.433	3.142	2.822	2.761	2.300	4.812	6.489	8.715	9.154	10.265
Dosis individual media (mSv/año)	1,62	2,01	1,84	1,86	1,81	0,63	0,82	0,96	1,12	1,29
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	1	12	4	3	2	5	37	25	10	20

Tabla 3. Comparación de resultados en instalaciones radiactivas industriales. Años 1999-2003

Instalación	Radiología					Gammagrafía				
	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003
Nº de personas	499	554	595	656	673	463	430	471	449	656
Nº personas con dosis significativa	261	328	298	323	454	396	332	330	260	440
Dosis colectiva (mSv.persona)	599	691	618	600	357	1.447	1.031	847	772	998
Dosis individual media (mSv/año)	2,29	2,11	2,07	1,86	0,79	3,65	3,10	2,57	2,97	2,27
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	3	3	2	6	2	12	7	2	5	1

Instalación	Control de procesos				
	1999	2000	2001	2002	2003
Nº de personas	1.488	1.424	1.381	1.301	1.323
Nº personas con dosis significativa	877	669	640	385	419
Dosis colectiva (mSv.persona)	684	732	583	461	442
Dosis individual media (mSv/año)	0,78	1,09	0,91	1,20	1,06
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	2	10	7	3	6

Tabla 4. Comparación de resultados en centrales nucleares. Años 1999-2003

Tipo de trabajo	Plantilla					Contrata				
	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003
Año	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003
Nº de personas	2.274	2.211	2.142	2.111	2.094	5.677	5.146	4.452	4.565	5.264
Nº personas con dosis significativa	923	820	702	737	729	3.473	2.791	2.387	2.523	3.070
Dosis colectiva (mSv.persona)	1.321	958	818	992	917	8.549	6.107	3.741	5.514	6.417
Dosis individual media (mSv/año)	1,43	1,17	1,17	1,35	1,26	2,46	2,19	1,57	2,19	2,09
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	0	0	0	0	0	16	22	6	10	4

Año	Total				
	1999	2000	2001	2002	2003
Nº de personas	7.914	7.284	6.532	6.599	7.302
Nº personas con dosis significativa	4.390	3.590	3.084	3.251	3.777
Dosis colectiva (mSv.persona)	9.870	7.065	4.559	6.506	7.334
Dosis individual media (mSv/año)	2,25	1,97	1,48	2,00	1,94
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	16	22	6	10	4

**Anexo II. Estudio
dosimétrico sectorial.
Evolución temporal
(2002-2003)**

Tabla 1. Datos sobre dosis ocupacionales en España para años 2002 y 2003

Categoría ocupacional	Nº total de trabajadores		Dosis individual media (mSv) ⁽¹⁾		Dosis colectiva (mSv.persona)		Nº de trabajadores con dosis individual > 20mSv ⁽²⁾	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003
Año	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003
Centrales nucleares	6.599	7.302	2,00	1,94	6.506	7.334	10	4
Instalaciones radiactivas médicas	68.625	70.271	0,82	0,91	32.612	25.276	34	37
Radiodiagnóstico	40.874	41.251	0,69	0,70	15.019	9.693	17	10
Radioterapia	2.230	2.296	0,64	0,58	855	434	1	0
Medicina Nuclear	1.843	1.921	1,86	1,81	2.761	2.300	3	2
Odontología	12.064	12.910	1,12	1,29	9.154	10.265	10	20
Otras	12.655	12.990	0,68	0,63	4.823	2.584	2	4
Instalaciones radiactivas industriales	5.725	5.896	1,28	1,22	3.517	3.802	20	15
Radiografía industrial	656	673	1,86	0,79	600	357	6	2
Gammagrafía industrial	449	656	2,97	2,27	772	998	5	1
Control de procesos	1.301	1.323	1,20	1,06	461	442	3	6
Medidas de densidad y humedad	643	728	0,58	0,81	206	281	0	1
Comercialización y asistencia	1.183	1.246	1,00	1,07	659	816	3	2
Otros	1.557	1.568	1,05	1,17	819	908	3	2
Ciclo de combustible	976	903	0,52	0,63	96	113	0	0
Otros	4.838	5.078	0,44	0,67	938	1.389	0	0
Total	86.345	89.004	0,91	1,03	43.669	37.914	64	56

1. Sólo trabajadores expuestos con dosis significativas.

2. No se incluyen los casos de potencial superación de los límites de dosis.

