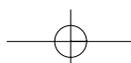
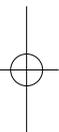
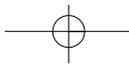


La dosimetría de los trabajadores expuestos en España durante el año 2002

Estudio sectorial

Amparo Castro Román, Isabel Villanueva Delgado, Ana Martín Alvariño,
M^a Jesús Muñoz González, Ignacio Amor Calvo, Manuel Rodríguez Martí





Colección: Documentos CSN

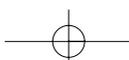
Referencia: Doc. 07.07

© Consejo de Seguridad Nuclear, 2004

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

Maquetación: Digrafic, C.B.

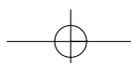
Impreso por: Neografis, S. L.
Pol. Ind. San Jose de Valderas I
C/ Vidrio, 12-14. 28918 Madrid
Depósito Legal: M-43740-2004

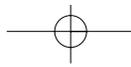




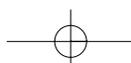
Índice

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	17
I.2. Resultados dosimétricos en centrales nucleares	19
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	22
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	26
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

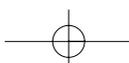
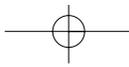


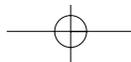


I.3.4. Central nuclear Vandellós I (operaciones de clausura)...	27
I.4. Resultados dosimétricos en otro tipo de instalaciones.....	28
I.4.1. Centros de investigación y/o docencia	28
I.4.2. Entidades de transporte	29
I.4.3. Consejo de Seguridad Nuclear.....	29
I.5. Datos dosimétricos globales del país.....	29
II. Resumen y conclusiones.....	31
III. Tendencias en la exposición a radiaciones	41
IV. Anexo I. Estudio dosimétrico sectorial. Evolución temporal (1998-2002).....	49
V. Anexo II. Estudio dosimétrico sectorial. Evolución temporal (2001-2002).....	55



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 2002.

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 2002 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.

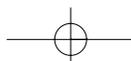
En el ámbito de instalaciones radiactivas se han considerado distintos tipos de trabajo agrupados bajo la clasificación más generalizada de instalaciones radiactivas médicas e instalaciones radiactivas industriales. Para el ámbito de centrales nucleares se presentan los datos distinguiendo entre el personal 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.

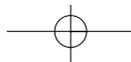
La información aportada incluye datos de dosimetría externa, correspondientes a cada uno de los sectores citados con anterioridad, y de dosimetría interna, correspondientes a los sectores de centrales nucleares y ciclo de combustible, residuos y centrales nucleares en desmantelamiento.

Dentro de las conclusiones de este informe se ha incluido la comparación de los resultados dosimétricos correspondientes al año 2002 con los relativos al periodo comprendido entre los años 1998 y 2002 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 en el cálculo de la dosis colectiva no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite de dosis.

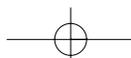
1. En el *Informe del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados y al Senado. Año 2002* se incluyó un avance de los resultados dosimétricos correspondientes al año 2002.



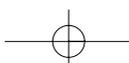
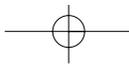


Los intervalos de dosis establecidos para la elaboración de este informe son los siguientes:

- 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 100mSv 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 2002 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 74.350 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 36.129 mSv. persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 2002 se puede concluir que, de los 74.350 trabajadores controlados:

- 31.992 trabajadores (43,03% del total) no han recibido dosis significativas.
- 41.778 trabajadores (56,19% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 515 trabajadores (0,69% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 54 trabajadores (0,07% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.

En cuanto a los 11 trabajadores restantes, un 0,01% del total, constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis establecido 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 cuatro corresponden a instalaciones de radiodiagnóstico, dos a instalaciones de odontología, uno a instalaciones de radioterapia y uno a otras instalaciones.
- Instalaciones radiactivas industriales: tres casos de potencial sobreexposición que corresponden, uno en radiología industrial, uno en instalaciones de gammagrafía y uno en instalaciones de comercialización y asistencia.

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 0,85 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 2002 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 68.625 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 32.612 mSv.persona.

La distribución estadística del número de trabajadores controlados a lo largo del año 2002 en este colectivo permite concluir que:

- 29.016 trabajadores (42,28% del total) no han recibido dosis significativas.
- 39.168 trabajadores (57,08% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 399 trabajadores (0,58% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv
- 34 trabajadores (0,05% del total) han recibido dosis comprendida entre 20 y 50 mSv.

En cuanto a 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 0,82 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

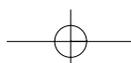
El número de personas controladas fue de 40.874 a las que corresponde una dosis colectiva de 15.019 mSv.persona .

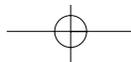
A modo de resumen cabe señalar que:

- 19.091 trabajadores (46,71% del total) no han recibido dosis significativas.
- 21.600 trabajadores (52,85% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 162 trabajadores (0,40% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 17 trabajadores (0,04 del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.

En cuanto a los cuatro 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 0,69 mSv/año.





I.1.1.2. Radioterapia

El número de personas controladas fue de 2.230 contabilizando una dosis colectiva de 855 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 892 trabajadores (40,00% del total) no han recibido dosis significativas.
- 1.330 trabajadores (59,64% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- Seis trabajadores (0,27% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,04 % del total) ha recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.

En cuanto al trabajador restante (0,04% del total) constituye caso de potencial superación del límite anual de dosis.

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 0,64 mSv/año.

I.1.1.3. Medicina nuclear

El número de personas controladas fue de 1.843 a las que corresponde una dosis colectiva de 2.761 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 362 trabajadores (19,64% del total) no han recibido dosis significativas.
- 1.366 trabajadores (74,12% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 112 trabajadores (6,08% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Tres trabajadores (0,16% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 50 mSv.

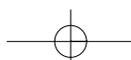
Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media de este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,86 mSv/año.

I.1.1.4. Odontología

El número de personas controladas fue de 12.064 a las que corresponde una dosis colectiva de 9.154 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 3.901 trabajadores (32,34% del total) no han recibido dosis significativas.
- 8.070 trabajadores (66,89% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 81 trabajadores (0,67% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Diez trabajadores (0,08% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.





En cuanto a los dos trabajadores restantes (0,02% 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 1,12 mSv/año.

I.1.1.5. Otros

El número de personas controladas fue de 12.655 a las que corresponde una dosis colectiva de 4.823 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 5.510 trabajadores (43,54% del total) no han recibido dosis significativas.
- 7.109 trabajadores (56,18% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 33 trabajadores (0,26% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Dos trabajadores (0,02% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.

El trabajador restante ha recibido dosis superiores a 50 mSv.

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 0,68 mSv/año.

I.1.2. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas industriales

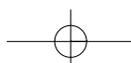
Durante el año 2002 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el campo de las instalaciones radiactivas industriales y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 5.725 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 3.517 mSv.persona.

La distribución estadística del número de trabajadores controlados a lo largo del año 2002 en este colectivo permite concluir que:

- 2.976 trabajadores (51,98% del total) no han recibido dosis significativas.
- 2.610 trabajadores (45,59% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 116 trabajadores (2,03% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 20 trabajadores (0,35% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Tres trabajadores (0,05% 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 1,28 mSv/año.

A continuación, se desglosan estos datos glo-



bales 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 656 a las que corresponde una dosis colectiva de 600 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 332 trabajadores (50,61% del total) no han recibido dosis significativas.
- 289 trabajadores (44,05% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 28 trabajadores (4,27% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Seis trabajadores (0,33% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- El trabajador restante (0,15%) 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 1,86 mSv/año.

I.1.2.2. Gammagrafía

El número de personas controladas fue de

449 a las que corresponde una dosis colectiva de 772 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 188 trabajadores (41,87% del total) no han recibido dosis significativas.
- 216 trabajadores (48,11% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 39 trabajadores (8,69% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Cinco trabajadores (1,11% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Un trabajador (0,22% 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 2,97 mSv/año.

I.1.2.3. Control de procesos

El número de personas controladas fue de 1.301 a las que corresponde una dosis colectiva de 461 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 916 trabajadores (70,41% del total) no han recibido dosis significativas.
- 364 trabajadores (27,98% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.



- 18 trabajadores (1,38% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Tres trabajadores (0,23% 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 1,20 mSv/año.

I.1.2.4. Medidas de densidad y humedad

El número de personas controladas fue de 643 a las que corresponde una dosis colectiva de 206 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 290 trabajadores (45,10% del total) no han recibido dosis significativas.
- 351 trabajadores (54,59% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- Dos trabajadores (0,31% 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.1.2.5. Comercialización-asistencia

El número de personas controladas fue de 1.183 a las que corresponde una dosis colectiva de 659 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 524 trabajadores (44,29% del total) no han recibido dosis significativas.
- 641 trabajadores (54,18% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 14 trabajadores (1,18% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Tres trabajadores (0,25%) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Un trabajador (0,08%) ha recibido dosis superiores a 50 mSv

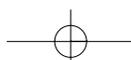
Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluye el caso de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,00 mSv/año.

I.1.2.6. Otros

El número de personas controladas fue de 1.557 a las que corresponde una dosis colectiva de 819 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 776 trabajadores (49,84% del total) no han recibido dosis significativas.





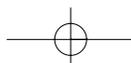
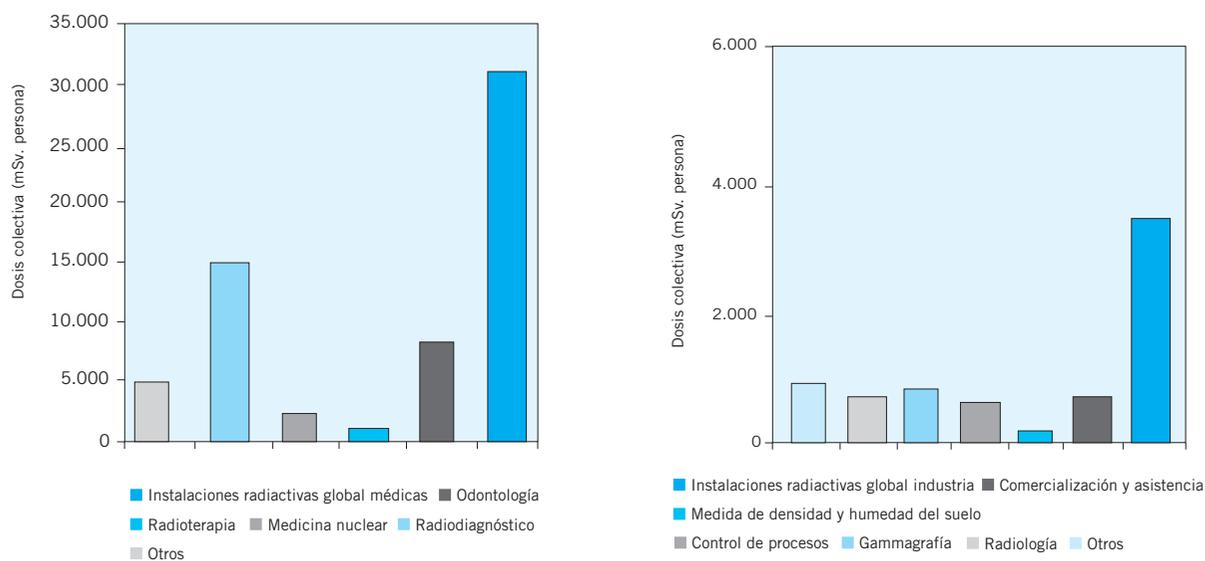
- 763 trabajadores (49,00% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 15 trabajadores (0,96% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Tres trabajadores (0,19% del total) ha recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superior a 50 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,05 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.

Figura 1. Dosis colectiva en instalaciones radiactivas médicas e industriales (2002)



- La figura 4 representa la distribución estadística del número de usuarios por intervalo de dosis considerado, diferenciándose

entre instalaciones radiactivas médicas e industriales.

Figura 2. Número de trabajadores en instalaciones radiactivas médicas e industriales (2002)

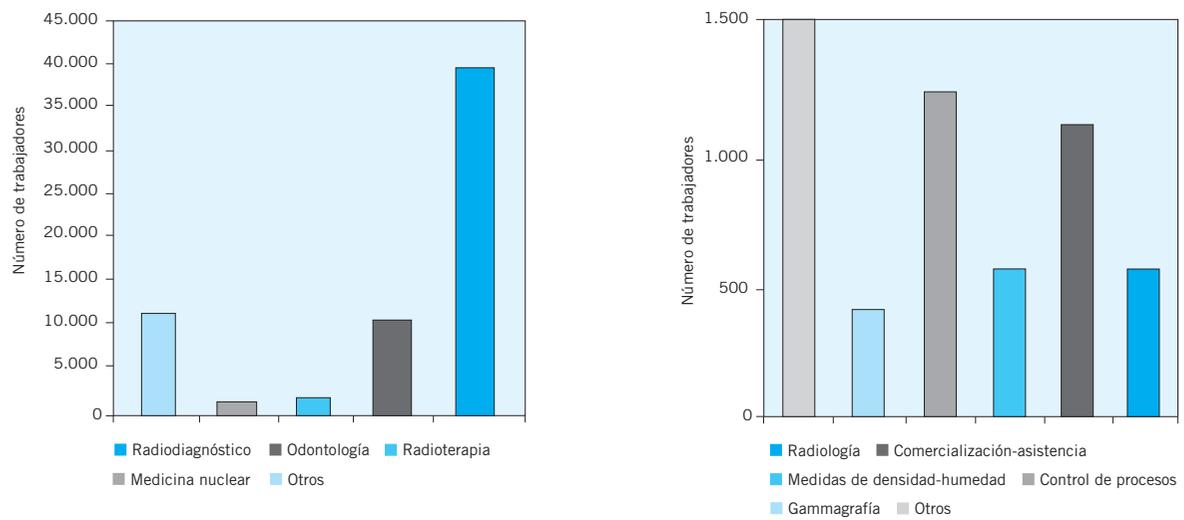
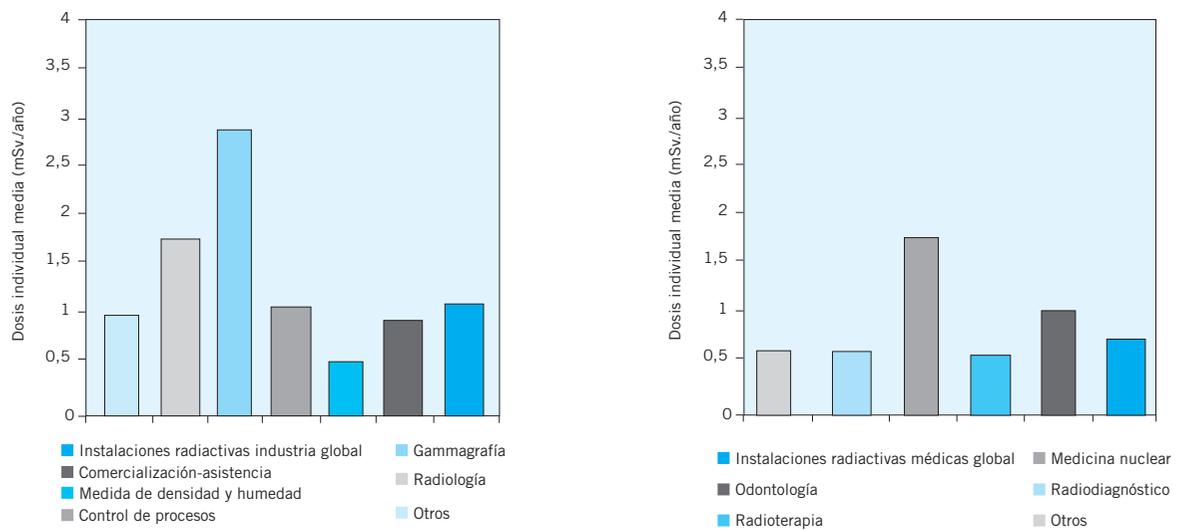


Figura 3. Dosis individual media en instalaciones radiactivas médicas e industriales (2002)



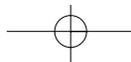
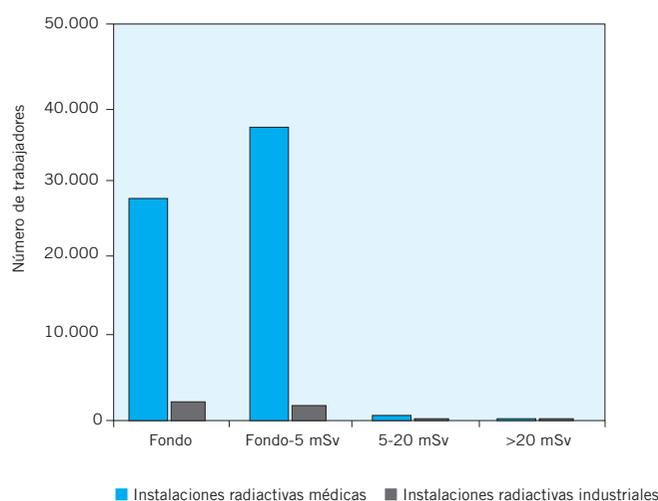


Figura 4. Número de trabajadores por intervalo de dosis en instalaciones radiactivas médicas e industriales (2002)



1.2. Resultados dosimétricos en centrales nucleares

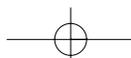
Durante el año 2002 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el campo de las centrales nucleares en operación y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 6.599 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 6.506 mSv. persona, de la cual un 15%, aproximadamente, corresponde a personal de plantilla y un 85%, aproximadamente, a personal de contrata.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 2002, 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 2.111 trabajadores.
- 1.374 trabajadores (65,09% del total) no han recibido dosis significativas.
- 690 trabajadores (32,69% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 47 trabajadores (2,22% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 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.





- 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 1,35 mSv/año.

b) Personal de contrata:

- Se han controlado un total de 4.565 trabajadores.
- 2.045 trabajadores (44,80% del total) no han recibido dosis significativas.
- 2.214 trabajadores (48,50% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 296 trabajadores (6,48% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Diez trabajadores (0,22% 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 2,19 mSv/año.

c) Datos Globales:

- Se han controlado un total de 6.599 trabajadores.

- 3.351 trabajadores (50,78% del total) no han recibido dosis significativas.
- 2.895 trabajadores (43,87% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 343 trabajadores (5,20% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Diez trabajadores (0,15% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 50 mSv.

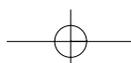
Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 2,00 mSv/año.

Estos resultados hacen que la dosis colectiva media por reactor a lo largo del año 2002 sea de 723 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 radionucleidos⁽⁴⁾. En ninguno

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 2002, 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 2002 en varias instalaciones.



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.

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 564 a las que corresponde una dosis colectiva de 835 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 18% entre el personal de plantilla y un 82% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 186 trabajadores (32,98% del total) no han recibido dosis significativas.
- 329 trabajadores (58,33% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 49 trabajadores (8,69% 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 2,21 mSv/año para la totalidad

del personal, 1,67 mSv/año para el personal de plantilla y 2,38 mSv/año para el personal de contrata.

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

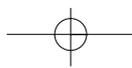
1.2.2. Central nuclear Santa M^a de Garoña

El número de personas controladas fue de 745 a las que corresponde una dosis colectiva de 248 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 27% entre el personal de plantilla y un 73% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 461 trabajadores (61,88% del total) no han recibido dosis significativas.
- 282 trabajadores (37,85% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- Dos trabajadores (0,27% 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 0,87 mSv/año para la totalidad del personal, 0,59 mSv/año para el personal de plantilla y 1,07 mSv/año para el personal de contrata.



1.2.3. Central nuclear de Almaraz. Unidades I y II

El número de personas controladas fue de 1.573 a las que corresponde una dosis colectiva de 863⁵⁾ mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 9% entre el personal de plantilla y un 91% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 845 trabajadores (53,72% del total) no han recibido dosis significativas.
- 696 trabajadores (44,25% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv
- 32 trabajadores (2,03% 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 1,19 mSv/año para la totalidad del personal, 0,62 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.

5. Se puede observar una ligera diferencia con respecto a la información contenida en las tablas 1.5 y 1.6 del *Informe del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados y al Senado. Año 2002* en el que se incluyó un avance de los resultados dosimétricos correspondientes al año 2002, debida a una revisión de la información remitida por esta central nuclear para su carga en el BDN.

1.2.4. Central nuclear de Ascó. Unidades I y II

El número de personas controladas fue de 1.441 a las que corresponde una dosis colectiva de 528 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:

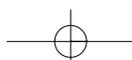
- 865 trabajadores (60,03% del total) no han recibido dosis significativas.
- 565 trabajadores (39,21% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv
- 11 trabajadores (0,76% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,92 mSv/año para la totalidad del personal, 0,37 mSv/año para el personal de plantilla y 1,00 mSv/año para el personal de contrata.

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

1.2.5. Central nuclear de Cofrentes

El número de personas controladas fue de 1.809 a las que corresponde una dosis colectiva de 2.795 mSv.persona, distribuida, aproxi-





madamente, un 21% entre el personal de plantilla y un 79% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 671 trabajadores (37,09% del total) no han recibido dosis significativas.
- 952 trabajadores (52,63% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv
- 186 trabajadores (10,28% 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 2,46 mSv/año para la totalidad del personal, 3,01 mSv/año para el personal de plantilla y 2,34 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 1.224 a las que corresponde una dosis colectiva de 964 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:

- 608 trabajadores (49,67% del total) no han recibido dosis significativas.
- 574 trabajadores (46,90% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 42 trabajadores (3,43% 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 1,56 mSv/año para la totalidad del personal, 0,68 mSv/año para el personal de plantilla y 1,69 mSv/año para el personal de contrata.

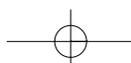
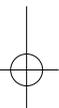
Durante este año tuvo lugar la operación de recarga de esta central nuclear.

1.2.7. Central nuclear de Trillo

El número de personas controladas fue de 1.043 a las que corresponde una dosis colectiva de 273 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 11% entre el personal de plantilla y un 89% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 610 trabajadores (58,49% del total) no han recibido dosis significativas.
- 433 trabajadores (41,51% 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 para la totalidad del personal, 0,41 mSv/año para el personal de plantilla y 0,67 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

Figura 5. Dosis colectiva de trabajadores en centrales nucleares españolas (2002)

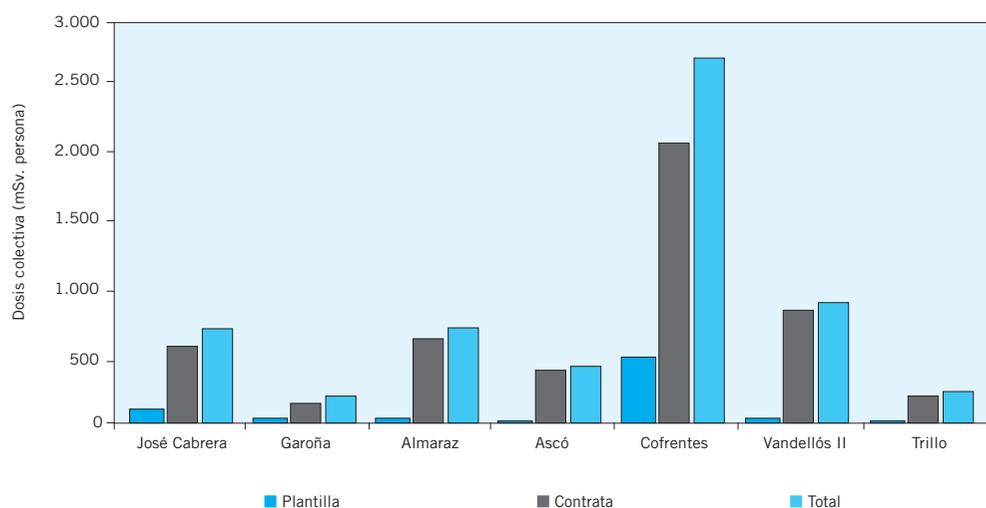
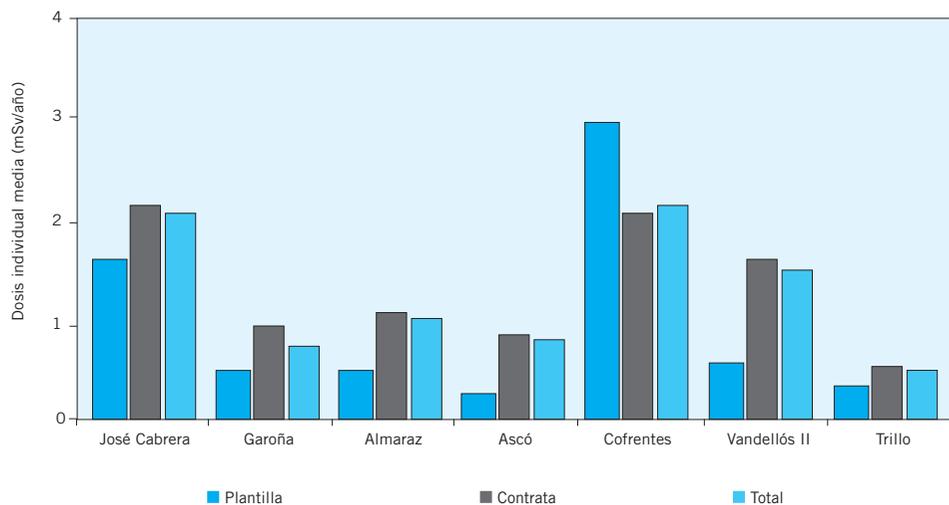
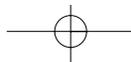


Figura 6. Dosis individual media para trabajadores en centrales nucleares españolas (2002)





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.

Figura 7. Dosis colectiva y número de trabajadores en centrales nucleares españolas (2002)

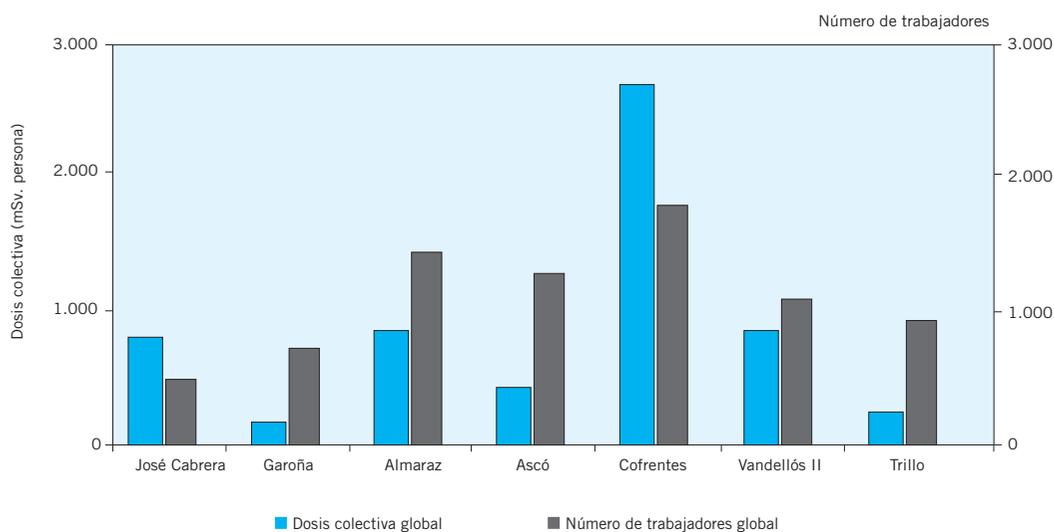
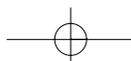
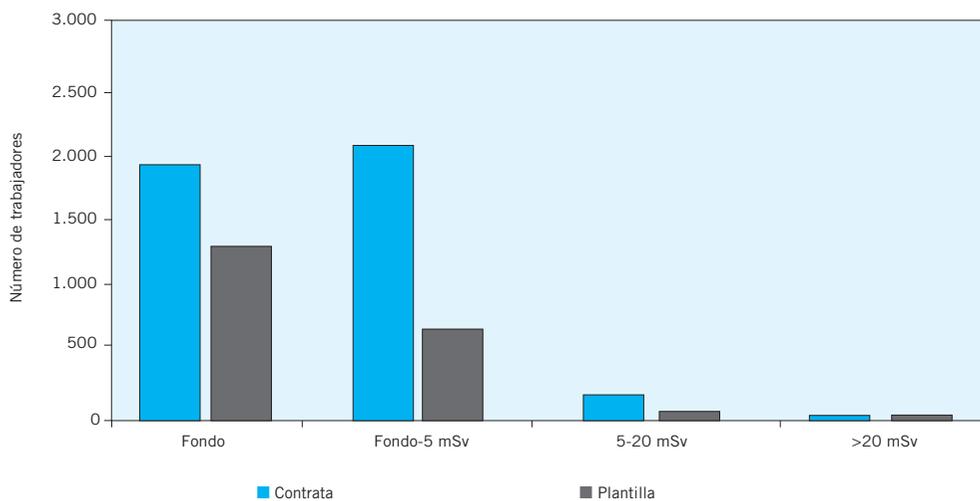


Figura 8. Número de trabajadores por intervalo de dosis en centrales nucleares españolas (2002)





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

Durante el año 2002 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 976 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 96 mSv. persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 2002 se deduce que:

- 793 trabajadores (81,25% del total) no han recibido dosis significativas.
- 183 trabajadores (18,75% 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 0,52 mSv/año

1.3.1. Fábrica de Juzbado (Enusa)

El número total de trabajadores controlados en este año 2002 ha sido de 423 a los que corresponde una dosis colectiva de 43 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 2002 se deduce que:

- 337 trabajadores (79,67% del total) no han recibido dosis significativas.
- 86 trabajadores (20,33% 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 0,50 mSv/año.

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

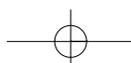
- 117 personas mediante medida directa de la radiactividad corporal.
- 231 personas mediante análisis de excretas.

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 2002 ha sido de 79 a los que corresponde una dosis colectiva de 5 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 2002 se deduce que:



- 64 trabajadores (81,01% del total) no han recibido dosis significativas.
- 15 trabajadores (18,99% 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 0,34 mSv/año.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, se han realizado controles a 41 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 2002 ha sido de 251 a los que corresponde una dosis colectiva de 15 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 2002 se deduce que:

- 207 trabajadores (82,47% del total) no han recibido dosis significativas.
- 44 trabajadores (17,53% 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 0,33 mSv/año.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, se han realizado controles a 141 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)

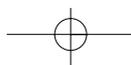
El número de personas controladas fue de 229 a las que corresponde una dosis colectiva de 33 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 191 trabajadores (83,41% del total) no han recibido dosis significativas.
- 38 trabajadores (16,59% 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 0,87 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 212 personas no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro establecido.
- Medida indirecta mediante análisis de excretas a 22 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 2002 el número de personas controladas fue de 4.838 contabilizando una dosis colectiva de 938 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística de las dosis acumuladas a lo largo del año 2002 en es-

te colectivo de trabajadores cabe señalar que:

- 2.714 trabajadores (56,10% del total) no han recibido dosis significativas.
- 2.109 trabajadores (43,59% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 15 trabajadores (0,31% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv.

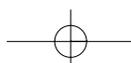
Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,44 mSv/año.

I.4.1 Centros de investigación y/o docencia

El número de trabajadores controlados ha sido de 4.640 a los que corresponde una dosis colectiva de 757 mSv.persona

A modo de resumen cabe señalar que:

- 2.575 trabajadores (55,50% del total) no han recibido dosis significativas.
- 2.063 trabajadores (44,46% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- Dos trabajadores (0,04% 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 0,37 mSv/año.

I.4.2 Entidades de transporte

El número de trabajadores controlados ha sido de 54 a los que corresponde una dosis colectiva de 175 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- Seis trabajadores (11,11% del total) no han recibido dosis significativas.
- 35 trabajadores (64,81% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 13 trabajadores (24,07% 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 3,65 mSv/año.

I.4.3 Consejo de Seguridad Nuclear

El número de trabajadores controlados ha sido de 144 a los que corresponde una dosis colectiva de 6 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

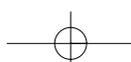
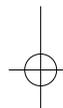
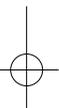
- 133 trabajadores (92,36% del total) no han recibido dosis significativas.
- 11 trabajadores (7,64% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 5 mSv.

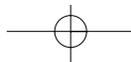
Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,54 mSv/año.

I.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 86.345 a los que corresponde una dosis colectiva de 43.669 mSv.persona.
- 38.529 trabajadores (44,62% del total) no han recibido dosis significativas.
- 46.864 trabajadores (54,28% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.

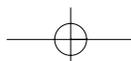
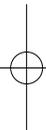




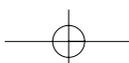
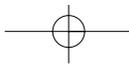
- 877 trabajadores (1,02% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 64 trabajadores (0,07% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.

En cuanto a los 11 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 sobredosis, la dosis individual media en el conjunto de los trabajadores resulta ser de 0,91 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⁽⁶⁾.

Como hecho destacable cabe mencionar que, aunque el límite reglamentario de dosis efectiva para personal expuesto es, de acuerdo con lo establecido en el artículo 9 del RD 783/01 de 6 de julio de 2001, de 100 mSv durante todo periodo de cinco años consecutivos, sujeto a una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año oficial, el 98,90% de los trabajadores ha recibido dosis inferiores a 5 mSv/año, el 99,91% ha recibido dosis inferiores a 20 mSv/año y el 99,99% dosis inferiores a 50 mSv/año. El 0,01% de los trabajadores restantes (11 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.

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

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 2002 estaban en funcionamiento dos reactores nucleares de tipo BWR (Garóña 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 de Vandellós I se encontraba en proceso de desmantelamiento.

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

En lo que se refiere a las instalaciones del ciclo de combustible, en 2002 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).

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

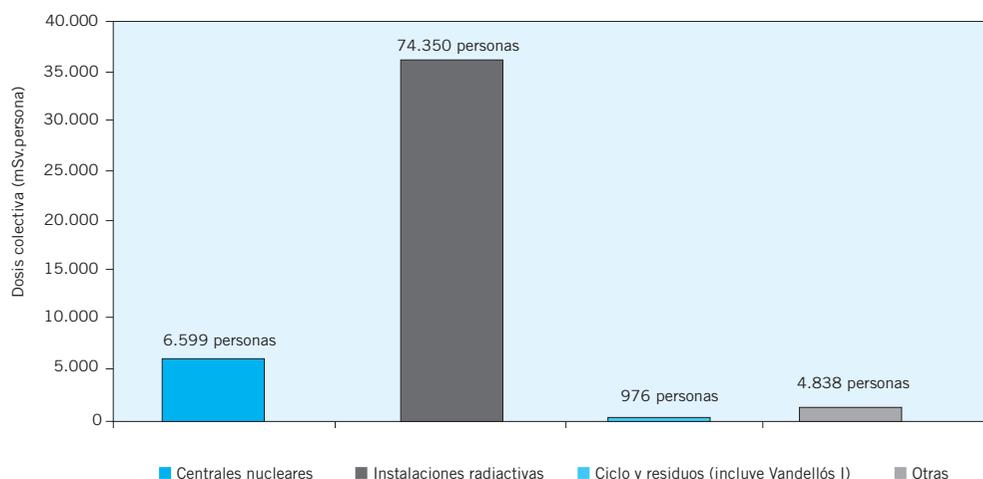
II.1.1. El número de personas expuestas a radiaciones ionizantes controladas dosimétricamente durante el año 2002 asciende a 86.345 a las que corresponde una dosis

colectiva de 43.669 mSv.persona⁽⁷⁾, que se distribuyen sectorialmente según:

II.1.2. La mayor contribución a la dosis colectiva de los trabajadores expuestos (TE) corresponde a las instalaciones radiactivas médicas⁽⁹⁾ y dentro de estas a las instala-

	Nº trabajadores	Dosis colectiva (mSv.persona)
Instalaciones radiactivas médicas	68.625	32.612
Instalaciones radiactivas industriales	5.725	3.517
Centrales nucleares	6.599	6.506
Ciclo combustible y residuos	976	96
Otras instalaciones	4.838	938
Total	86.345 ⁽⁸⁾	43.669

Figura 9. Dosis colectiva y número de trabajadores por sectores (2002)



7. 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 2002* es debida a que en dicho Informe anual no se incluye la dosis colectiva del personal del Consejo de Seguridad Nuclear.

8. 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 que realicen actividades en distintos sectores a lo largo del año.

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

ciones médicas de radiodiagnóstico (15.019 mSv.persona), siendo estas últimas, asimismo, las más representativas en cuanto al número de trabajadores (40.874 personas, un 47% del total de trabajadores expuestos controlados dosimétricamente durante al año 2002).

II.1.3. Durante el año 2002, en el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales la mayor contribución a la dosis colectiva corresponde a las denominadas “otros” (819 mSv.persona) siendo asimismo, las más representativas en cuanto al número de trabajadores (1.557 personas).

II.1.4. En el sector nuclear la dosis colectiva media por reactor a lo largo del año 2002 ha sido de 723 mSv.persona valor superior al correspondiente al año 2001 (507 mSv.persona), lo cual es debido al hecho del aumento experimentado en la dosis colectiva como consecuencia de operaciones realizadas durante las paradas de recarga que tuvieron lugar 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⁽¹⁰⁾.

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

a) Reactores tipo PWR (gráfica 10):

- La dosis colectiva por reactor correspondiente a 2002 se mantiene en un nivel similar a la correspondiente a 2001 lo cual confirma la tendencia decreciente de los últimos años. Hay que indicar que en el año 2002 se efectuaron paradas de recarga en las centrales nucleares de Ascó unidad II, Almaraz unidad I, Trillo, José Cabrera y Vandellós II.
- La situación en las centrales españolas está en consonancia con la de los países tecnológicamente más avanzados.

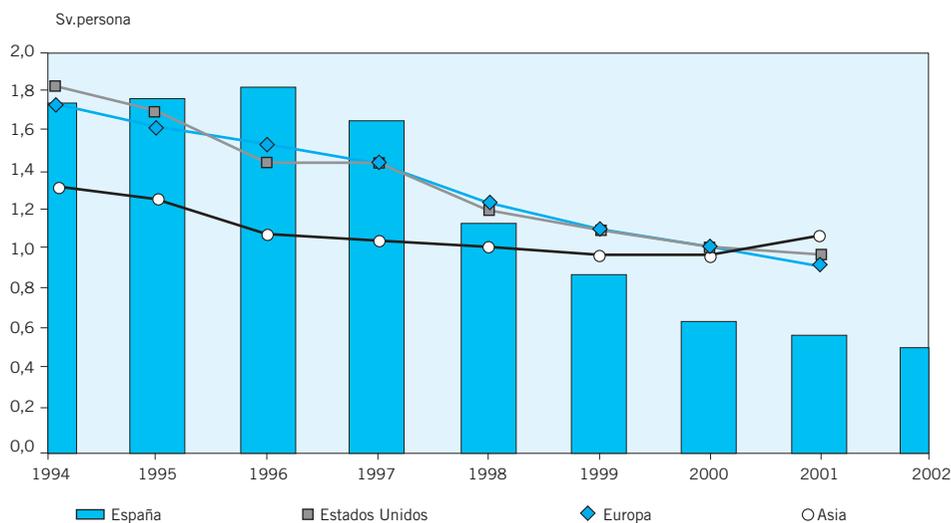
b) Reactores tipo BWR (gráfica 11):

- La tendencia decreciente que se venía observando en los últimos años se ve interrumpida en el año 2002 debido a que durante la parada de recarga de la central de Cofrentes se efectuaron una serie de actividades (descontaminación del sistema de purificación del agua del reactor y del sistema

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

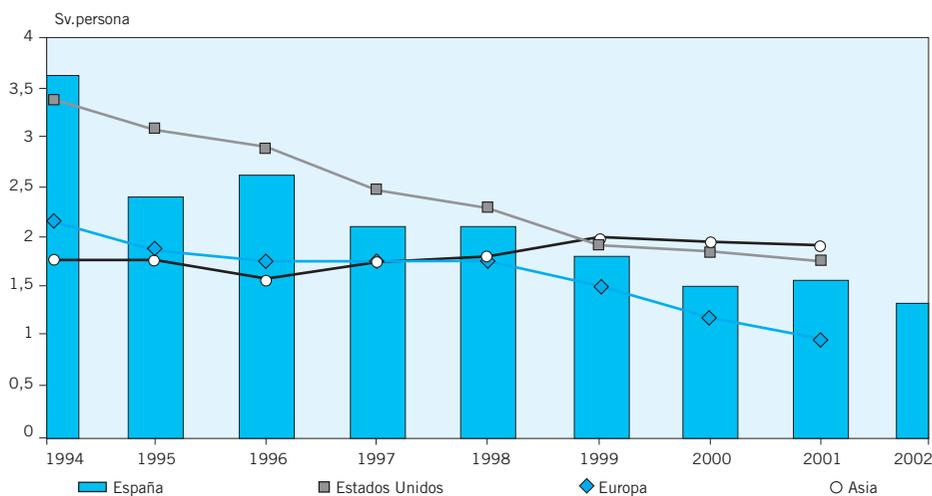


Figura 10. Dosis colectiva media (Sv.persona) para reactores de tipo PWR. Comparación internacional



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.

de recirculación) que motivaron que la dosis colectiva de la recarga fuera algo superior a la de la recarga anterior (año 2000).

- Sin embargo, considerando las dosis medias colectivas trianuales por reactor y año

se observa que se mantienen la tendencia decreciente progresiva registrada en los últimos años, con unas dosis comparables a las registradas para este tipo de centrales en el ámbito internacional.

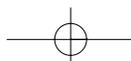
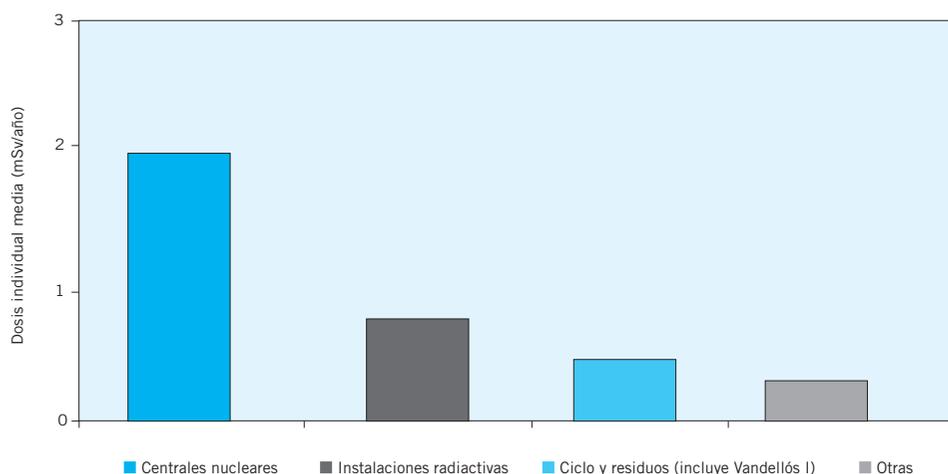




Figura 12. Dosis individual media por sectores (2002)



II.1.5. Dentro del sector⁽¹¹⁾ nuclear, es en la central nuclear de Cofrentes donde se registra la dosis colectiva más elevada (2.795 mSv.persona), seguida de central nuclear Vandellós II (964 mSv.persona).

Por el contrario, la central de Garoña presenta valores de la dosis colectiva inferiores al resto de las centrales en operación (248 mSv.persona).

II.1.6. Es la fábrica de combustible de Juzbado (43 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

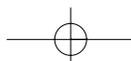
que más contribuyen a la dosis colectiva (757 mSv.persona) siendo también los más representativos en cuanto al número de trabajadores expuestos (4.640 personas).

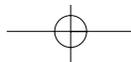
II.2. En lo que se refiere a la dosis individual media:

	Dosis individual media (mSv/año)
Instalaciones radiactivas médicas	0,82
Instalaciones radiactivas industriales	1,28
Centrales nucleares	2,00
Ciclo combustible y residuos	0,52
Otras instalaciones	0,44

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 2002, para el global de

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





los TE del país, resulta ser de 0,91 mSv/año. Los valores de este parámetro en cada uno de los sectores considerados se exponen en la tabla anterior.

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 (2,19 mSv/año frente a 1,35 mSv/año para el personal de plantilla).

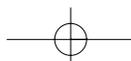
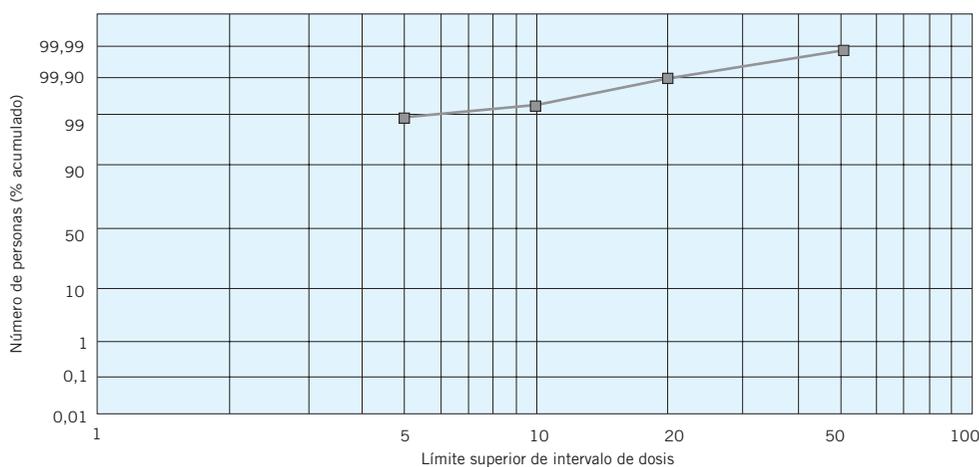
Esta tendencia, dosis correspondientes a personal de contrata superiores a las del personal de plantilla, es general en todos los países y resulta lógica si se tiene en cuenta que, habitualmente, la contratación de personal externo a la central se realiza con vistas a la realización de operaciones (mantenimiento,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

II.2.3. Se observa, asimismo, que la dosis individual media asociada (1,28 mSv/año) al total de las instalaciones industriales es significativamente superior al valor obtenido (0,82 mSv/año) para el total de las instalaciones radiactivas de tipo médico. 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 (2,97 mSv/año) son superiores al del resto de las actividades consideradas. Presentan así mismo valores relevantes las instalaciones de radiografía industrial (1,86 mSv/año).

II.2.4. Dentro de las instalaciones radiactivas médicas, las instalaciones de radiodiagnóstico, en las que según se ha puesto de manifiesto realizan su trabajo un porcentaje significativo de trabajadores del país, presen-

Figura 13. Distribución de las dosis de las personas expuestas en España durante el año 2002





tan valores de dosis individual media de 0,69 mSv/año.

Las instalaciones de medicina nuclear son las que presentan valores de dosis individual media superiores dentro de este sector (1,86 mSv/año).

II.2.5. En el sector de centrales nucleares, son la central nuclear de Cofrentes (2,46 mSv/año) y José Cabrera (2,21 mSv/año), las que registran valores más altos para este parámetro. La central de Trillo es la que registra los valores más bajos, con 0,63 mSv/año.

II.2.6. La dosis individual media correspondiente a los trabajadores expuestos implicados en actividades de transporte (3,65 mSv/año) es significativamente superior a la del resto de los sectores laborales considerados, aunque hay que señalar que este colectivo, en cuanto al número de trabajadores (54 personas) no es muy significativo. 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 registran Enresa (0,33 mSv/año) y el sector de concentrados (0,34 mSv/año).

II.2.8. En la figura 13 se muestra en escala de tipo probabilístico la distribución de las dosis de

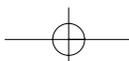
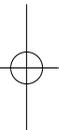
las personas expuestas en España a lo largo de este año 2002. El buen ajuste de dichos datos a una recta demuestra que la distribución de dosis se ajusta a una función del tipo logarítmico-normal. Esta situación es coherente con la experiencia internacional que existe al respecto, de hecho la Comisión 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 98,90% 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 nuevos límites de dosis reflejados en el Real Decreto 783/01 de 6 de julio de 2001 y que entraron en vigor el 1 de enero del 2002, cabe señalar lo siguiente:

	Nº trabajadores	Nº trabajadores con dosis >20mSv ⁽¹²⁾
Instalaciones radiactivas médicas	68.625	34
Instalaciones radiactivas industriales	5.725	20
Centrales nucleares	6.599	10
Otras instalaciones	4.838	0

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





II.3.1. De un total de 86.345 trabajadores solo 64 (0,07% del total) presentan dosis superiores a 20 mSv/año, distribuidos según se indica a continuación:

II.3.2. En cuanto a los sectores donde hay que tener especial atención debido al número de trabajadores que presentan dosis entre 20 y 50 mSv en el año 2002, de cara al cumplimiento de los nuevos límites de dosis establecidos en el Real Decreto 783/01, de 6 de julio de 2001, por el que se aprueba el *Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes*, son los siguientes:

- En el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas cabe señalar los sectores de radiodiagnóstico (17 trabajadores que suponen el 0,020% del total), y odontología (diez trabajadores que suponen el 0,012%).
- En el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales cabe señalar los sectores de gammagrafía industrial (cinco trabajadores que suponen el 0,006% del total)

y radiología industrial (seis trabajadores que suponen el 0,007% del total).

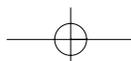
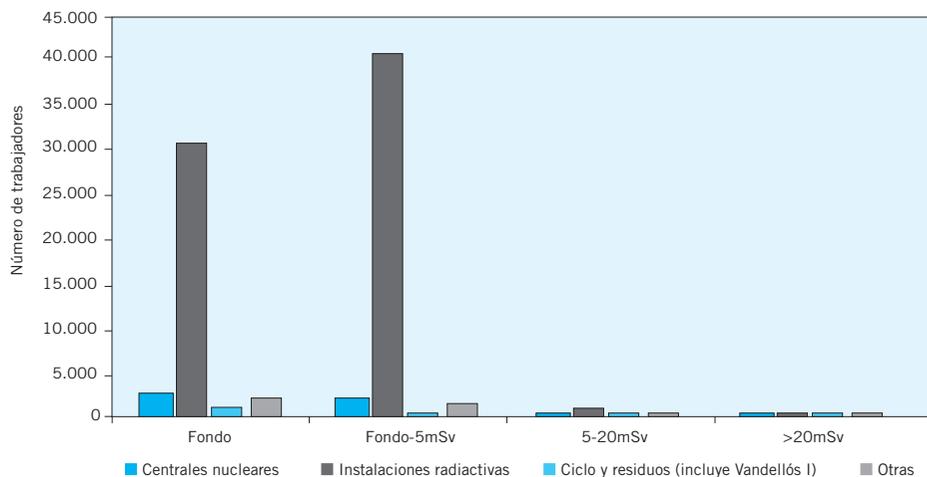
II.3.3. La situación reflejada en el punto anterior muestra la buena disposición en nuestro país para el cumplimiento de los nuevos límites.

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 nuevos límites de dosis.*

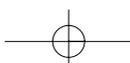
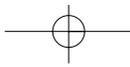
II.4. Casos de potencial superación de los límites de dosis

En lo que se refiere a las situaciones de potencial superación de los límites de dosis (50 mSv/año), se han registrado 11 casos (un 0,013% del total), todos ellos pertenecientes al sector de instalaciones radiactivas.

Figura 14. Número de trabajadores por intervalo de dosis en cada sector (2002)



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 1998, 1999, 2000, 2001 y 2002.

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 2001. A continuación se efectúa una valoración de los resultados de este análisis comparativo:

III.2.1. Durante el período 2001-2002 el número de TE controlados dosimétricamente se incrementó en un 1% (85.392 en 2001 frente a 86.345 en 2002), incrementándose asimismo, la dosis colectiva en un 3% (42.375 mSv.persona en 2001 frente a 43.669 mSv.persona en 2002).

Sin embargo, merece una valoración positiva la evolución, en el período 2001-2002, del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año, donde se observa una disminución del 38% (88 trabajadores en 2001 frente a 64 trabajadores en 2002).

En lo que se refiere a la dosis individual media, se observa un aumento del 12% (0,80 mSv/año en 2001 frente a 0,91 mSv/año en 2002).

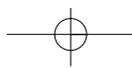
III.2.2. En las instalaciones radiactivas médicas hay que valorar positivamente que, aunque el número de TE controlados dosimétricamente se incrementó en un 2% (67.311 trabajadores en 2001 frente a 68.625 en 2002), la dosis colectiva disminuye en un 1% (33.065 mSv.persona en 2001 frente a 32.612 mSv.persona en 2002).

En lo que se refiere a la dosis individual media, se observa un aumento de un 9% (0,75 mSv/año en 2001 frente a 0,82 mSv/año en 2002).

Respecto al número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv se observa una evolución muy favorable, produciéndose una disminución del 50% (68 en 2001 frente a 34 trabajadores en 2002).

III.2.3. En lo que se refiere a las instalaciones radiactivas industriales, cabe destacar la evolución de la dosis colectiva en el período 2001-2002 en este sector, muestra una disminución del 4% (3.648 mSv.persona en 2001 frente a 3.517 mSv.persona en 2002) a pesar de que el número de trabajadores expuestos sufrió un ligero incremento en un 1% (5.676 en 2001 frente a 5.725 trabajadores en 2002).

En cuanto a la dosis individual media aumenta un 16%, en el período objeto de estudio (1,08 mSv/año en 2001 frente a 1,28 mSv/año en 2002). El número



de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año, también sufre un incremento de un 30% (14 en 2001 frente a 20 trabajadores en 2002).

III.2.4. Cuando se analiza la evolución en las centrales nucleares se puede observar que el número de trabajadores expuestos controlados dosimétricamente prácticamente no ha variado en el período 2001-2002 (6.532 frente a 6.599 trabajadores) mientras que la dosis colectiva presenta un incremento de un 30% (4.559 mSv.persona en 2001 frente a 6.506 mSv.persona en 2002).

La dosis individual media presenta una tendencia similar, produciéndose un incremento del 26% (1,48 mSv/año en 2001 frente a 2,00 mSv/año en 2002).

En lo que se refiere al número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año en este periodo se ha producido un aumento del 40% (seis en 2001 frente a diez trabajadores en el año 2002).

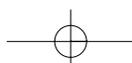
Cabe destacar que el aumento en los valores de dosis registrados es debida, como se ya se ha mencionado anteriormente, a las operaciones realizadas durante la parada de recarga que tuvo lugar durante el 2002 en la central nuclear de Cofrentes.

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 2002 se observa que, al igual que durante el año 2001, los que presentan valores mas elevados son gammagrafía industrial (2,97 mSv/año) y transporte (3,65 mSv/año).

Teniendo en cuenta lo indicado con anterioridad, parece evidente que en estos sectores es donde se deberán realizar 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 18.



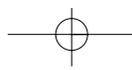


Figura 15. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual media en instalaciones radiactivas médicas e industriales (1998-2002)

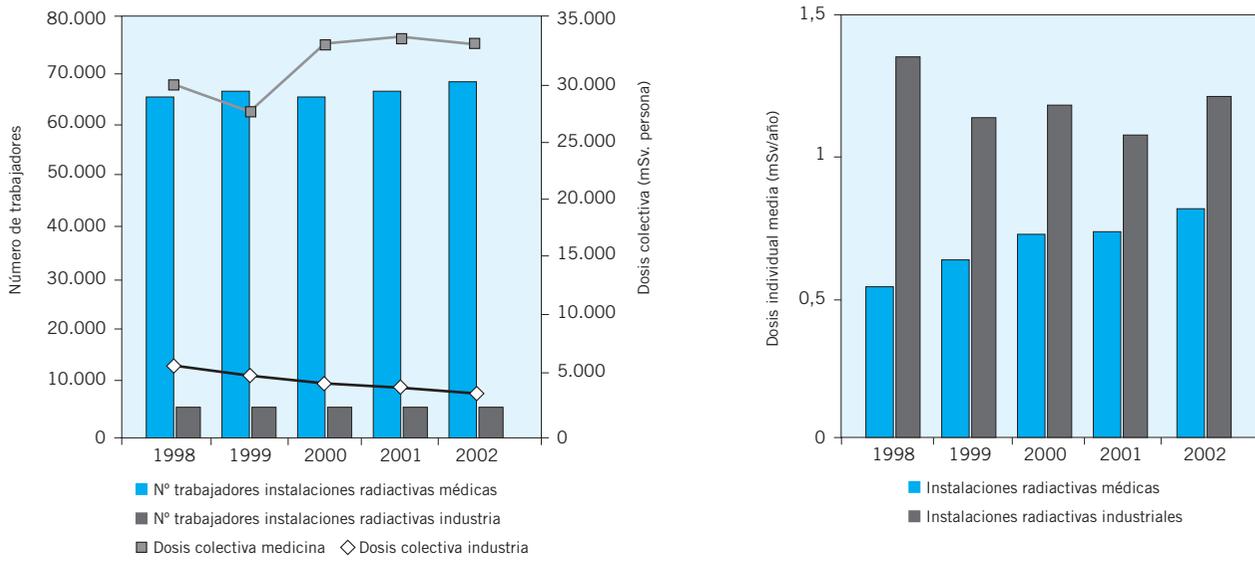


Figura 16. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual en instalaciones radiactivas médicas (1998-2002)

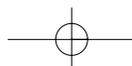
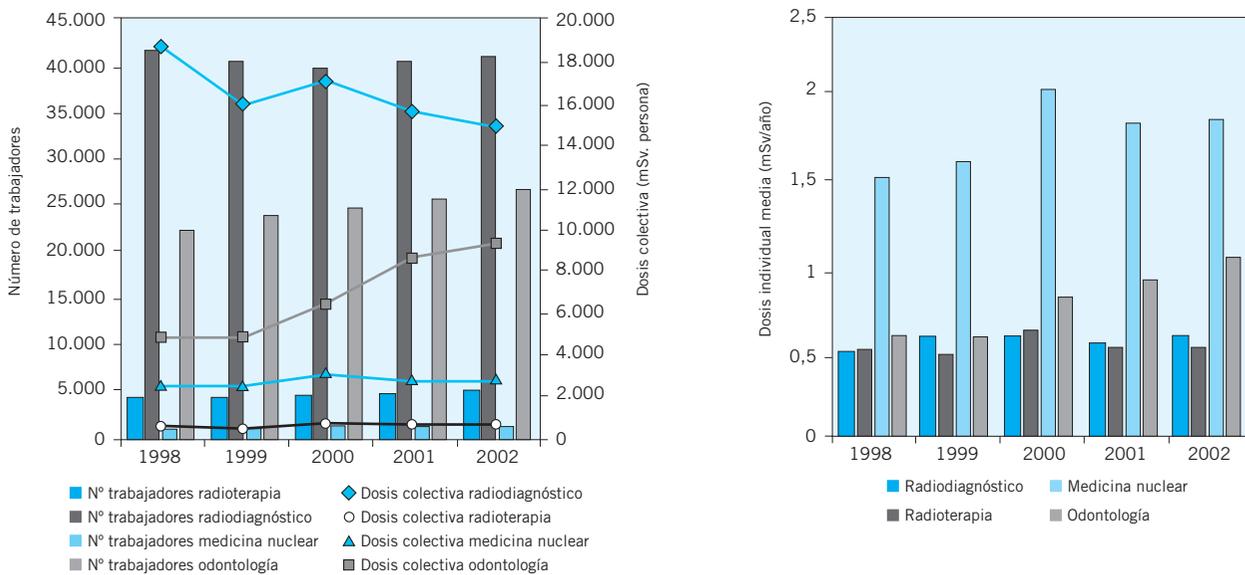


Figura 17. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual en instalaciones radiactivas industriales (1998-2002)

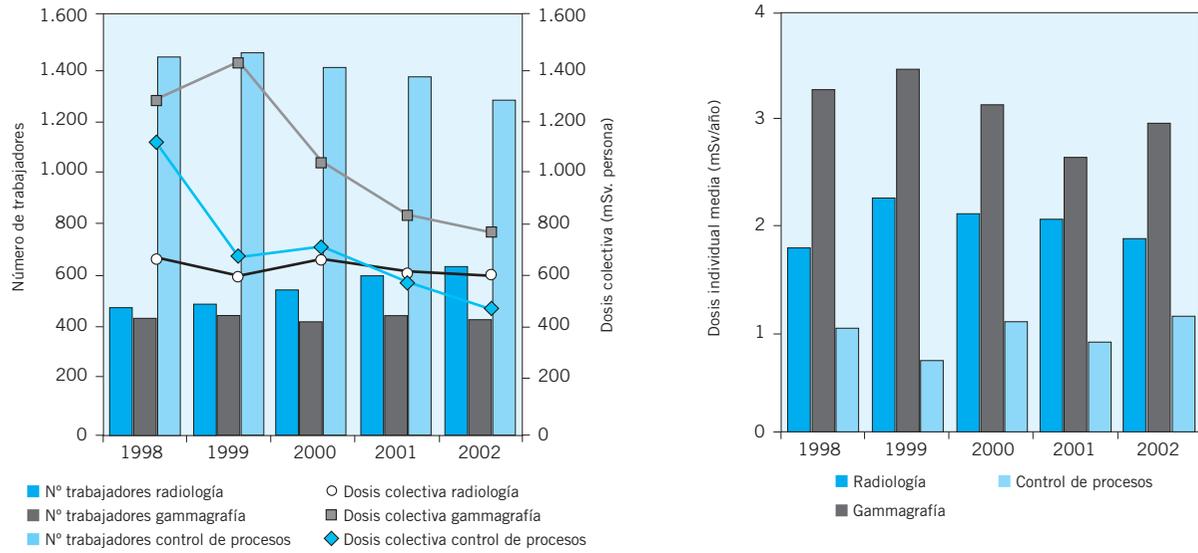
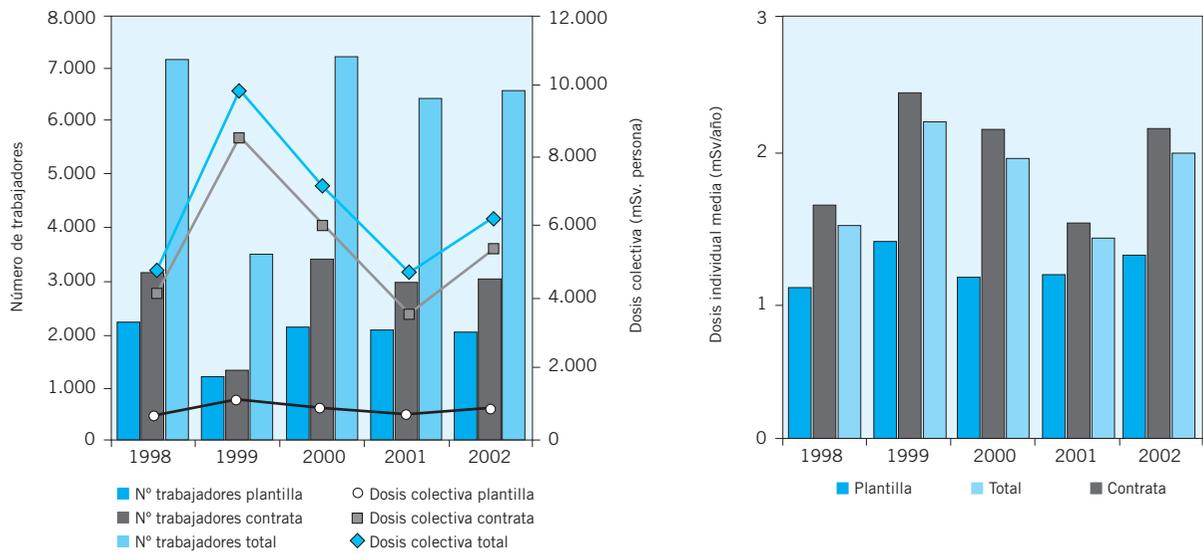


Figura 18. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual media en centrales nucleares españolas (1998-2002)



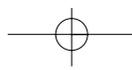


Figura 19. Distribución comparativa de número de trabajadores con dosis entre 20 y 50 mSv/año en los grandes sectores (1998-2002)

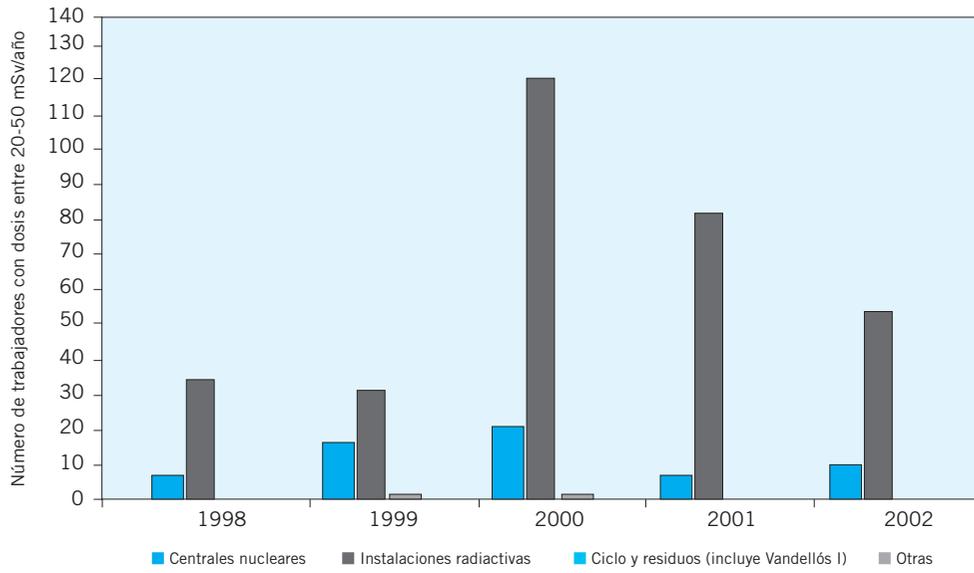


Figura 20. Distribución comparativa de número de trabajadores con dosis entre 20 y 50 mSv/año en el sector de instalaciones radiactivas médicas (1998-2002)

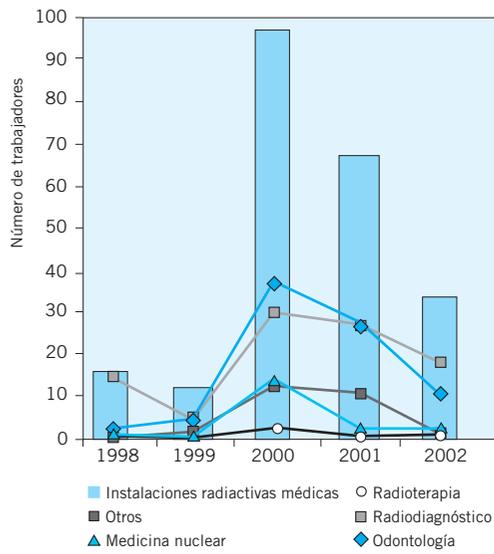
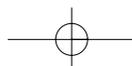
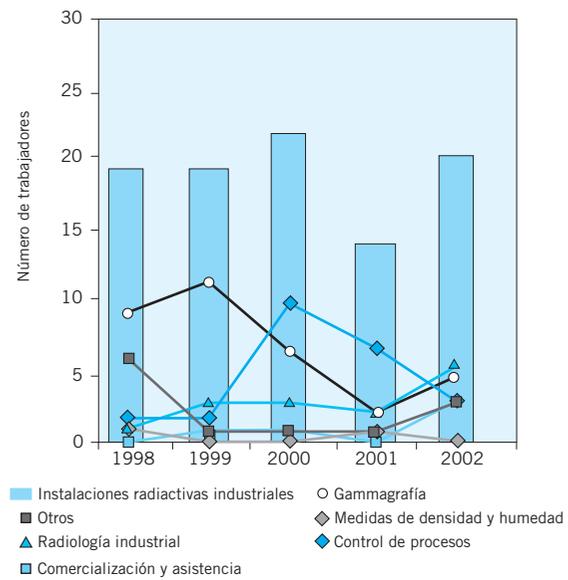
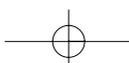
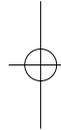
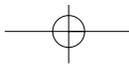


Figura 21. Distribución comparativa de número de trabajadores con dosis entre 20 y 50 mSv/año en el sector de instalaciones radiactivas industriales (1998-2002)





Anexo I. Estudio dosimétrico sectorial. Evolución temporal (1998-2002)

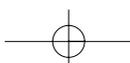




Tabla 1. Comparación de resultados en instalaciones radiactivas. Años 1998-2002

Tipo de instalación	Médicas					Industriales				
	1998	1999	2000	2001	2002	1998	1999	2000	2001	2002
Nº de personas	65.246	66.380	65.733	67.311	68.625	5.213	5.648	5.475	5.676	5.725
Nº personas con dosis significativa	52.921	42.502	44.358	43.852	39.601	4.186	3.907	3.430	3.371	2.746
Dosis colectiva (msv.persona)	29.857	27.550	32.745	33.065	32.612	5.576	4.548	4.155	3.648	3.517
Dosis individual media (msv/año)	0,56	0,65	0,74	0,75	0,82	1,33	1,16	1,21	1,08	1,28
Nº personas dosis entre 20-50 msv/año	16	12	98	68	34	19	19	22	14	20

Tabla 2. Comparación de resultados en instalaciones radiactivas médicas. Años 1998-2002

Instalación	Radiodiagnóstico					Radioterapia				
	1998	1999	2000	2001	2002	1998	1999	2000	2001	2002
Nº de personas	42.082	40.611	39.910	40.546	40.874	1.852	1.983	2.072	2.161	2.230
Nº personas con dosis significativa	34.563	25.557	26.195	24.706	21.779	1.570	1.240	1.443	1.392	1.337
Dosis colectiva (msv.persona)	18.671	16.005	17.143	15.697	15.019	869	684	1.003	856	855
Dosis individual media (msv/año)	0,54	0,63	0,65	0,64	0,69	0,55	0,55	0,70	0,61	0,64
Nº personas dosis entre 20-50 msv/año	14	4	29	26	17	1	0	4	1	1

Instalacion	Medicina nuclear					Odontología				
	1998	1999	2000	2001	2002	1998	1999	2000	2001	2002
Nº de personas	1.734	1.747	1.787	1.862	1.843	10.026	10.602	10.873	11.500	12.064
Nº personas con dosis significativa	1.617	1.498	1.562	1.533	1.481	7.669	7.692	7.912	9.105	8.161
Dosis colectiva (msv.persona)	2.443	2.433	3.142	2.822	2.761	4.837	4.812	6.489	8.715	9.154
Dosis individual media (msv/año)	1,51	1,62	2,01	1,84	1,86	0,63	0,63	0,82	0,96	1,12
Nº personas dosis entre 20-50 msv/año	0	1	12	4	3	1	5	37	25	10

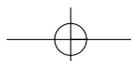


Tabla 3. Comparación de resultados en instalaciones radiactivas industriales. Años 1998-2002

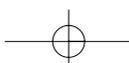
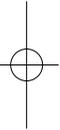
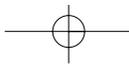
Instalación	Radiología					Gammagrafía				
	1998	1999	2000	2001	2002	1998	1999	2000	2001	2002
Año	1998	1999	2000	2001	2002	1998	1999	2000	2001	2002
Nº de personas	486	499	554	595	656	436	463	430	471	449
Nº personas con dosis significativa	371	261	328	298	323	377	396	332	330	260
Dosis colectiva (msv.persona)	675	599	691	618	600	1.292	1.447	1.031	847	772
Dosis individual media (msv/año)	1,82	2,29	2,11	2,07	1,86	3,43	3,65	3,10	2,57	2,97
Nº personas dosis entre 20-50 msv/año	1	3	3	2	6	9	12	7	2	5

Instalación	Control de procesos				
	1998	1999	2000	2001	2002
Año	1998	1999	2000	2001	2002
Nº de personas	1.461	1.488	1.424	1.381	1.301
Nº personas con dosis significativa	1.082	877	669	640	385
Dosis colectiva (msv.persona)	1.120	684	732	583	461
Dosis individual media (msv/año)	1,04	0,78	1,09	0,91	1,20
Nº personas dosis entre 20-50 msv/año	2	2	10	7	3

Tabla 4. Comparación de resultados en centrales nucleares. Años 1998-2002

Tipo de trabajo	Plantilla					Contrata				
	1998	1999	2000	2001	2002	1998	1999	2000	2001	2002
Nº de personas	2.327	2.274	2.211	2.142	2.111	4.316	5.677	5.146	4.452	4.565
Nº personas con dosis significativa	725	923	820	702	737	2.151	3.473	2.791	2.387	2.523
Dosis colectiva (msv.persona)	813	1.321	958	818	992	4.100	8.549	6.107	3.741	5.514
Dosis individual media (msv/año)	1,12	1,43	1,17	1,17	1,35	1,91	2,46	2,19	1,57	2,19
Nº personas dosis entre 20-50 msv/año	0	0	0	0	0	6	16	22	6	10

Tipo de trabajo	Total				
	1998	1999	2000	2001	2002
Nº de personas	6.637	7.914	7.284	6.532	6.599
Nº personas con dosis significativa	2.875	4.390	3.590	3.084	3.251
Dosis colectiva (msv.persona)	4.913	9.870	7.065	4.559	6.506
Dosis individual media (msv/año)	1,71	2,25	1,97	1,48	2,00
Nº personas dosis entre 20-50 msv/año	6	16	22	6	10



Anexo II. Estudio dosimétrico sectorial. Evolución temporal (2001-2002)

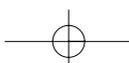
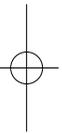
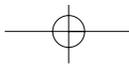


Tabla 1. Datos sobre dosis ocupacionales en España para años 2001 y 2002

Categoría ocupacional	Nº total de trabajadores		Dosis individual media (mSv) ⁽¹⁾		Dosis colectiva (mSv.persona)		Nº de trabajadores con dosis individual > 20mSv ⁽²⁾	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002
Año	2001	2002	2001	2002	2001	2002	2001	2002
Centrales nucleares	6.532	6.599	1,48	2,00	4.559	6.506	6	10
Instalaciones radiactivas médicas	67.311	68.625	0,75	0,82	33.065	32.612	68	34
Radiodiagnóstico	40.546	40.874	0,64	0,69	15.697	15.019	26	17
Radioterapia	2.161	2.230	0,61	0,64	856	855	1	1
Medicina Nuclear	1.862	1.843	1,84	1,86	2.822	2.761	4	3
Odontología	11.500	12.064	0,96	1,12	8.715	9.154	25	10
Otras	4.994	12.655	0,65	0,68	4.975	4.823	11	2
Instalaciones radiactivas industriales	5.676	5.725	1,08	1,28	3.648	3.517	14	20
Radiografía industrial	595	656	2,07	1,86	618	600	2	6
Gammagrafía industrial	471	449	2,57	2,97	847	772	2	5
Control de procesos	1.381	1.301	0,91	1,20	583	461	7	3
Medidas de densidad y humedad	627	643	0,64	0,58	260	206	1	0
Comercialización y asistencia	1.138	1.183	0,69	1,00	505	659	0	3
Otros	1.546	1.557	0,84	1,05	835	819		3
Ciclo de combustible	1.091	976	1,21	0,52	247	96	0	0
Otros	4.782	4.838	0,40	0,44	856	938	0	0
Total	85.392	86.345	0,80	0,91	42.375	43.669	88	64

1. Sólo trabajadores expuestos con dosis significativas.

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

