

La dosimetría de los trabajadores profesionalmente expuestos en España durante el año 1998

Estudio sectorial

CSN

Colección
Documentos
7.2000

La dosimetría de los trabajadores profesionalmente expuestos en España durante el año 1998

Estudio sectorial

Ana Martín, Ana Hernández, Isabel Villanueva,
Ignacio Amor y José Luis Butragueño

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	14
I.1.1.5. Otros	14
I.1.2. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas industriales	14
I.1.2.1. Radiología	15
I.1.2.2. Gammagrafía	15
I.1.2.3. Control de procesos	16
I.1.2.4. Medidas de densidad y humedad	16
I.1.2.5. Comercialización-asistencia	17
I.1.2.6. Otros	17
I.2. Resultados dosimétricos en centrales nucleares	20
I.2.1. Central nuclear José Cabrera	21
I.2.2. Central nuclear de Santa María de Garoña	22
I.2.3. Central nuclear de Almaraz. Unidades I y II	22
I.2.4. Central nuclear de Ascó. Unidades I y II	23
I.2.5. Central nuclear de Cofrentes	23
I.2.6. Central nuclear Vandellós II	24
I.2.7. Central nuclear de Trillo	24
I.3. Resultados dosimétricos en el ciclo del combustible, residuos y centrales nucleares en desmantelamiento	27
I.3.1. Fábrica de Juzbado (Enusa)	27
I.3.2. Concentrados: plantas Quercus y Lobo G (Enusa) ..	28
I.3.3. Empresa nacional de residuos radiactivos (Enresa) ...	28

I.3.4. Central nuclear Vandellós I (operaciones de desmantelamiento y clausura).....	29
I.4. Resultados dosimétricos en otros tipos de instalaciones....	29
I.4.1. Centros de investigación y/o docencia	30
I.4.2. Entidades de transporte	30
I.4.3. Consejo de Seguridad Nuclear	31
I.5. Resultados dosimétricos globales del país.....	31
II. Resumen y conclusiones.....	33
II.1. En lo que se refiere a la dosis colectiva	36
II.2. En lo que se refiere a la dosis individual media	38
II.3. En lo que se refiere a las implicaciones para nuestro país de los nuevos límites de dosis reflejados en la Directiva 96/29/Eurauton	41
II.4. En lo que se refiere a las situaciones de potencial supe- ración de los límites de dosis	41
III. Tendencias en la exposición a radiaciones.....	43
IV. Anexo I. Estudio dosimétrico sectorial evolución temporal (1995-1998).....	49

Introducción

Introducción

El presente informe contiene la información elaborada por la Subdirección de Protección Radiológica, Área de Protección Radiológica de los Trabajadores, en relación con la vigilancia y control dosimétrico llevada a cabo sobre las personas profesionalmente expuestas en nuestro país a lo largo del año 1998.

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 1998 y actualiza datos previamente presentados a este respecto.

En este informe se han utilizado los datos obtenidos del Banco Dosimétrico Nacional (BDN), a partir de las dosis individualizadas asociadas al tipo de instalación y trabajo en los cuales los trabajadores profesionalmente expuestos han recibido dichas dosis. Sin embargo, dado que en tres Servicios de Dosimetría Personal Externa (SDPE)⁽¹⁾ el nivel de carga de datos en el BDN es insuficiente para los objetivos del estudio, se ha hecho necesario recabar información específica a dichos servicios para el desarrollo de este informe.

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 profesionalmente 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 1998 con los relativos a los años 1995, 1996 y 1997 a fin de evaluar la tendencia experimentada a lo largo del tiempo en relación con la vigilancia y control dosimétrico de los TPE en España.

1. Instituto Oncológico de San Sebastián, Instituto de Salud Carlos III (Ministerio de Sanidad y Consumo) y Dosimetría Radiológica S.A.

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 1998 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el campo de las instalaciones radiactivas y que fueron controlados por estos centros se cifra en 70.459 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 35.433 mSv. persona⁽²⁾.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 1998 se puede concluir que, de los 70.459 trabajadores controlados:

- 13.338 trabajadores (18,93% del total) no han recibido dosis significativas.
- 56.518 trabajadores (80,21% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 554 trabajadores (0,79% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 35 trabajadores (0,05% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv⁽³⁾.

2. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

3. Intervalos de dosis establecidos:

- Dosis significativas: superiores al nivel de registro (0,1 mSv/mes).
- 5 mSv: actual límite de dosis anual para miembros del público establecido en el Reglamento de Protección

En cuanto a los 14 trabajadores restantes, un 0,02% del total, constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes⁽⁴⁾ 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: 13 casos de potencial sobreexposición, seis corresponden a instalaciones de radio-diagnóstico, cuatro a instalaciones de odontología, uno a instalaciones de radioterapia, y dos a otros.
- Instalaciones radiactivas industriales: un caso de potencial sobreexposición, incluido en otros.

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

Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes (Real Decreto 53/ 1992, de 24 de enero).

– 20 mSv: límite de dosis anual para TPE recomendado en publicación n° 60 de ICRP.

– 50 mSv: actual límite de dosis anual para TPE establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes.

4. En los casos de potencial superación del límite anual de dosis el CSN establece un protocolo de investigación que implica vigilancia médica de trabajadores afectados. Fueron comunicados en 1998 en Informes Semestrales.

trabajadores correspondiente a instalaciones radiactivas resulta ser de 0,62 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.

1.1.1. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas médicas

Durante el año 1998 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 65.246 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 29.857 mSv.persona⁽⁵⁾.

La distribución estadística del número de trabajadores controlados a lo largo del año 1998 en este colectivo permite concluir que:

- 12.312 trabajadores (18,87% del total) no han recibido dosis significativas.
- 52.528 trabajadores (80,51% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 377 trabajadores (0,58% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.

5. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

- 16 trabajadores (0,02% del total) han recibido dosis comprendida entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto a los 13 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 0.56 mSv/año.

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

1.1.1.1. Radiodiagnóstico

El número de personas controladas fue de 42.082 a las que corresponde una dosis colectiva de 18.671 mSv.persona⁽⁶⁾.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 7.513 trabajadores (17,85% del total) no han recibido dosis significativas.
- 34.333 trabajadores (81,59% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.

6. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

- 216 trabajadores (0,51% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 14 trabajadores (0,03% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto a los seis 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 0,54 mSv/año.

I.1.1.2. Radioterapia

El número de personas controladas fue de 1.852 contabilizando una dosis colectiva de 869 mSv.persona⁽⁷⁾.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 281 trabajadores (15,17% del total), no han recibido dosis significativas.
- 1.554 trabajadores (83,91% del total), han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 15 trabajadores (0,81% del total), han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.

7. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

- Un trabajador (0,05% del total), ha recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto al trabajador restante (0,05% del total) constituye un 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 0,55 mSv/año.

I.1.1.3. Medicina nuclear

El número de personas controladas fue de 1.734 a las que corresponde una dosis colectiva de 2.443 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 117 trabajadores (6,75% del total) no han recibido dosis significativas.
- 1.510 trabajadores (87,08% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 107 trabajadores (6,17% 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 de este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,51 mSv/año.

I.1.1.4. Odontología

El número de personas controladas fue de 10.026 a las que corresponde una dosis colectiva de 4.837 mSv.persona⁽⁸⁾.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 2.353 trabajadores (23,47% del total) no han recibido dosis significativas.
- 7.644 trabajadores (76,24% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 24 trabajadores (0,24% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,01% del total) ha recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto a los cuatro trabajadores restantes (0,04% 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 0,63 mSv/año.

I.1.1.5. Otros

El número de personas controladas fue de 9.552 a las que corresponde una dosis colectiva de 3.037 mSv.persona.

8. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 2.048 trabajadores (21,44% del total) no han recibido dosis significativas.
- 7.487 trabajadores (78,38% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 15 trabajadores (0,16% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto a los dos trabajadores restantes (0,02%) 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 0,40 mSv/año.

I.1.2. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas industriales

Durante el año 1998 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 5.213 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 5.576 mSv.persona⁽⁹⁾.

9. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

La distribución estadística del número de trabajadores controlados a lo largo del año 1998 en este colectivo permite concluir que:

- 1.026 trabajadores (19,68% del total) no han recibido dosis significativas.
- 3.990 trabajadores (76,54% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 177 trabajadores (3,40% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 19 trabajadores (0,36% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto al trabajador restante, (0,02% del total), constituye un 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 de este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,33 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

El número de personas controladas fue de 486 a las que corresponde una dosis colectiva de 675 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 115 trabajadores (23,66% del total) no han recibido dosis significativas.
- 332 trabajadores (68,31% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 38 trabajadores (7,82% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,21% del total) 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 1,82 mSv/año.

I.1.2.2. Gammagrafía

El número de personas controladas fue de 436 a las que corresponde una dosis colectiva de 1.292 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 59 trabajadores (13,53% del total) no han recibido dosis significativas.
- 307 trabajadores (70,41% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 61 trabajadores (13,99% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Nueve trabajadores (2,06% 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 3,43 mSv/año.

I.1.2.3. Control de procesos

El número de personas controladas fue de 1.461 a las que corresponde una dosis colectiva de 1.120 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 379 trabajadores (25,94% del total) no han recibido dosis significativas.
- 1.054 trabajadores (72,14% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.

- 26 trabajadores (1,78% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 2 trabajadores (0,14% 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 1,04 mSv/año.

I.1.2.4. Medidas de densidad y humedad

El número de personas controladas fue de 495 a las que corresponde una dosis colectiva de 462 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 56 trabajadores (11,31% del total) no han recibido dosis significativas.
- 434 trabajadores (87,68% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- Cuatro trabajadores (0,81% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,20% del total) 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 1,05 mSv/año.

I.1.2.5. Comercialización-asistencia

El número de personas controladas fue de 1.132 a las que corresponde una dosis colectiva de 877 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 192 trabajadores (16,96% del total) no han recibido dosis significativas.
- 921 trabajadores (81,36% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 19 trabajadores (1,68% 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 0,93 mSv/año.

I.1.2.6. Otros

El número de personas controladas fue de 1.203 a las que corresponde una dosis colectiva de 1.150 mSv.persona⁽¹⁰⁾.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 225 trabajadores (18,70% del total) no han recibido dosis significativas.
- 942 trabajadores (78,30% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 29 trabajadores (2,41% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Seis trabajadores (0,50% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto al trabajador restante (0,08% del total), constituye un 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 1,18 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:

10. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

- 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.

Figura 1. Dosis colectiva en instalaciones radiactivas médicas e industriales (1998)

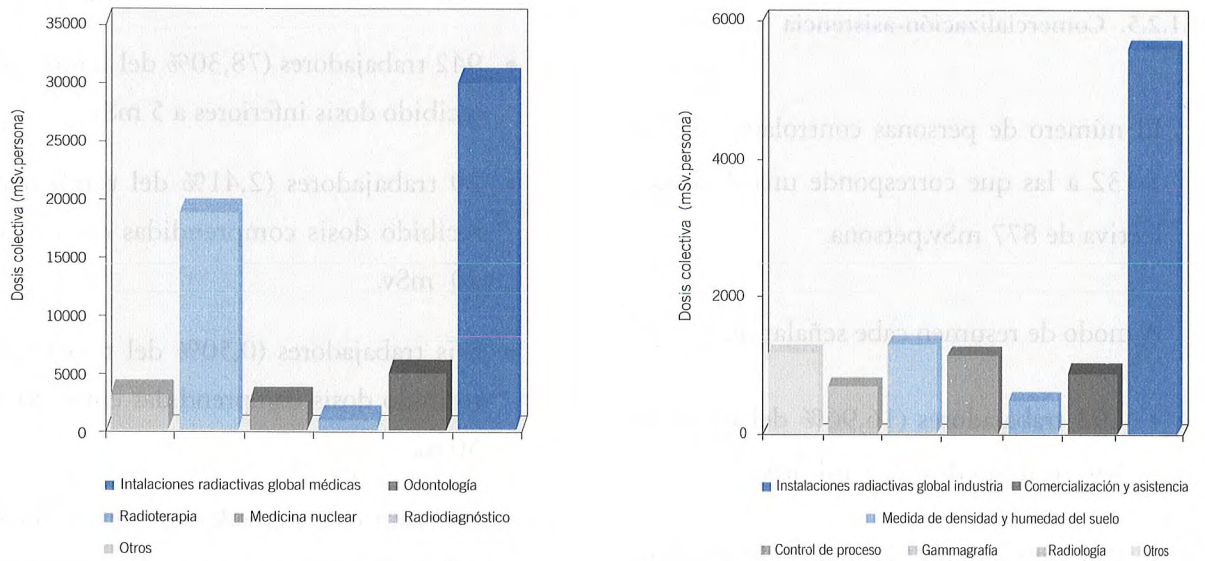
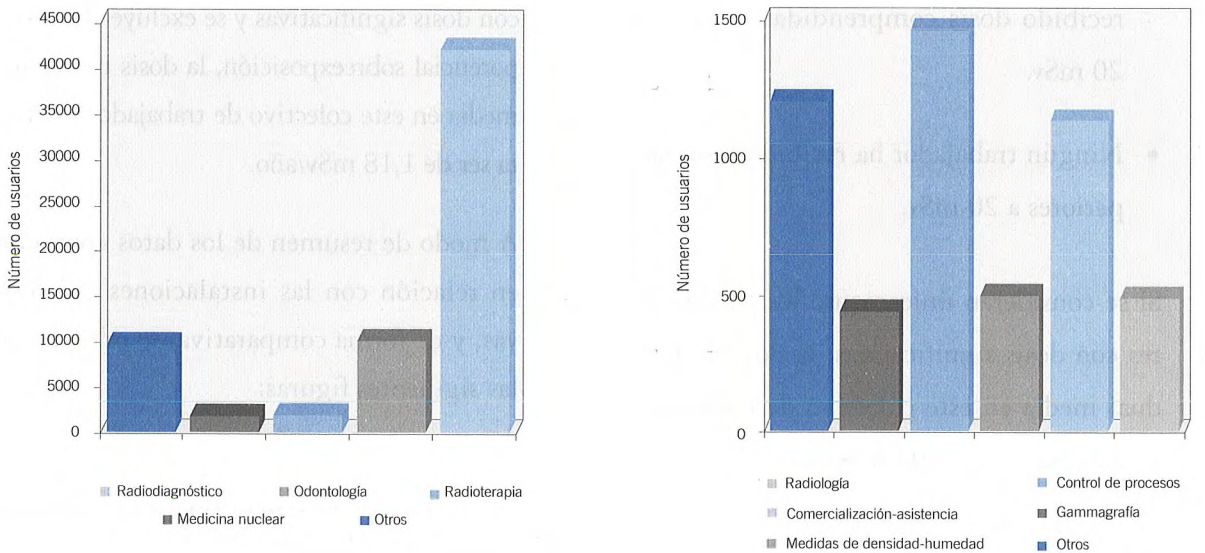


Figura 2. Número de trabajadores en instalaciones radiactivas médicas e industriales (1998)



- 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 entre instalaciones radiactivas médicas e industriales.

Figura 3. Dosis individual en instalaciones radiactivas médicas e industriales (1998)

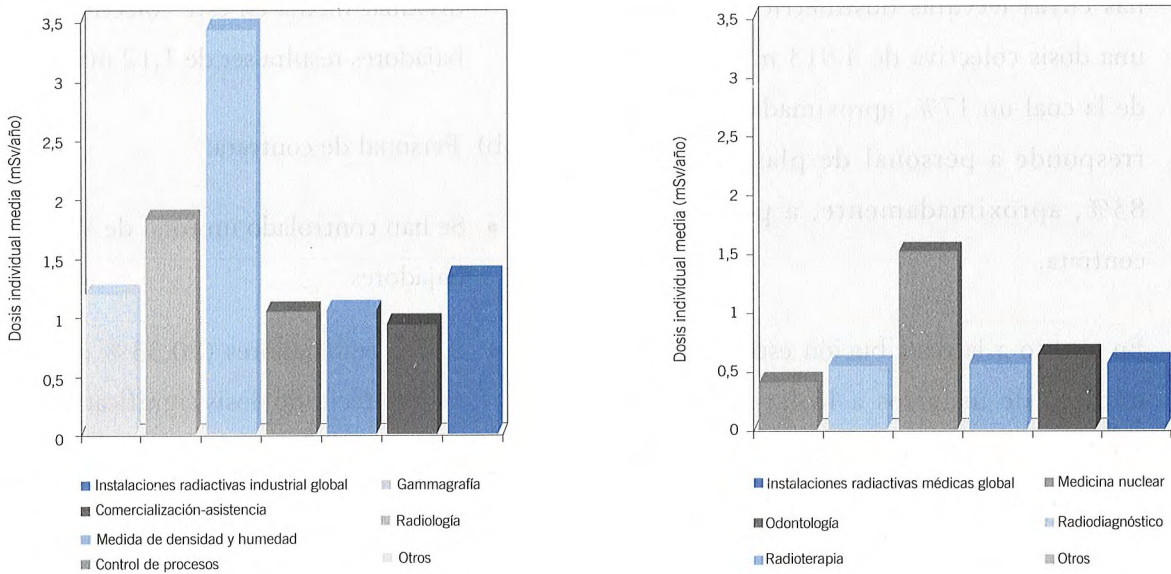
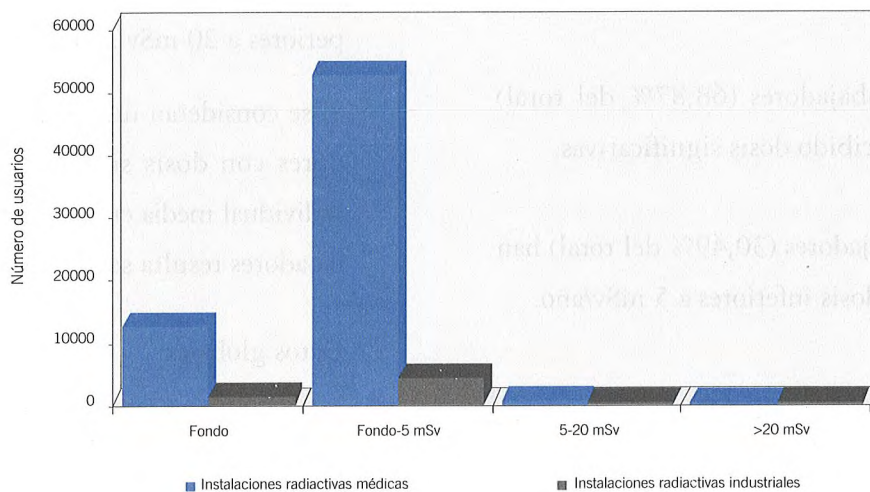


Figura 4. Número de trabajadores por intervalo de dosis en instalaciones radiactivas médicas e industriales (1998)



1.2. Resultados dosimétricos en centrales nucleares

Durante el año 1998 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 7.239 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 4.913 mSv.persona, de la cual un 17%, aproximadamente, corresponde a personal de plantilla y un 83%, aproximadamente, a personal de contrata.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 1998, elaborada considerando conjuntamente la operación normal y las operaciones de recarga⁽¹¹⁾, se deduce que:

a) Personal de plantilla:

- Se han controlado un total de 2.329 trabajadores.
- 1.604 trabajadores (68,87% del total) no han recibido dosis significativas.
- 710 trabajadores (30,49% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv/año.

- 15 trabajadores (0,64% 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 1,12 mSv/año.

b) Personal de contrata:

- Se han controlado un total de 4.910 trabajadores.
- 2.471 trabajadores (50,33% del total) no han recibido dosis significativas.
- 2.264 trabajadores (46,11% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 175 trabajadores (3,56% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 20 mSv/año.
- Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,68 mSv/año.

c) Datos globales:

- Se han controlado un total de 7.239 trabajadores.

11. Todos los valores corresponden a las dosis registradas mediante dosimetría oficial, extraídos de la información existente en el BDN.

- 4.075 trabajadores (56,29% del total) no han recibido dosis significativas.
- 2.974 trabajadores (41,08% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 190 trabajadores (2,62% 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 1,55 mSv/año.

Estos resultados hacen que la dosis colectiva media por reactor a lo largo del año 1998 sea de 546 mSv.persona⁽¹²⁾.

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 radio-núclidos⁽¹³⁾. En ninguno de los controles efectuados, mediante medida directa de la radiactividad

12. 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 1998, estando en funcionamiento en ese momento dos reactores tipo BWR y siete reactores tipo PWR.

13. El número de trabajadores controlados en cada instalación se refleja en los apartados que figuran a continuación. No se aporta un valor global al no ser sumatorios los corres-

pondientes a cada una de las instalaciones consideradas debido a que algunos trabajadores de contrata han sido controlados a lo largo del año 1998 en varias instalaciones.

En el presente informe, se han detectado casos de contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1% del LIA).

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 540 a las que corresponde una dosis colectiva de 1.204 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 20% entre el personal de plantilla y un 80% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 101 trabajadores (18,70% del total) no han recibido dosis significativas.
- 371 trabajadores (68,70% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 68 trabajadores (12,59% 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 2,74 mSv/año para la totalidad del personal, 2,28 mSv/año para el personal de plantilla y 2,89 mSv/año para el personal de contrata.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, el número de personas controladas, mediante medida directa de la radiactividad corporal, ha sido de 522, no detectándose en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1% del LIA).

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

1.2.2. Central nuclear de Santa M^a de Garoña

El número de personas controladas fue de 953 a las que corresponde una dosis colectiva de 585 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 20% entre el personal de plantilla y un 80% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 596 trabajadores (62,54% del total) no han recibido dosis significativas.
- 328 trabajadores (34,42% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 29 trabajadores (3,04% 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 1,64 mSv/año para la totalidad del personal, 0,97 mSv/año para el personal de plantilla y 1,98 mSv/año para el personal de contrata.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, el número de personas controladas, mediante medida directa de la radiactividad corporal, ha sido de 792, no detectándose en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1% del LIA).

1.2.3. Central nuclear de Almaraz. Unidades I y II

El número de personas controladas fue de 1.735 a las que corresponde una dosis colectiva de 1.176 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

- 830 trabajadores (47,84% del total) no han recibido dosis significativas.
- 875 trabajadores (50,43% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 30 trabajadores (1,73% 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 1,30 mSv/año para la totalidad del personal, 0,81 mSv/año para el personal de plantilla y 1,39 mSv/año para el personal de contrata.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, el número de personas controladas, mediante medida directa de la radiactividad corporal, ha sido de 1.733, no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1% del LIA).

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

1.2.4. Central nuclear de Ascó. Unidades I y II

El número de personas controladas fue de 1.902 a las que corresponde una dosis colectiva de 1.362 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 6% entre el personal de plantilla y un 94% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 952 trabajadores (50,05% del total) no han recibido dosis significativas.
- 903 trabajadores (47,48% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 47 trabajadores (2,47% 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 1,43 mSv/año para la totalidad del personal, 0,54 mSv/año para el personal de plantilla y 1,60 mSv/año para el personal de contrata.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, el número de personas controladas, mediante medida directa de la radiactividad corporal, ha sido de 1.806, no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1% del LIA).

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

1.2.5. Central nuclear de Cofrentes

El número de personas controladas fue de 797 a las que corresponde una dosis colectiva de 469 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 49% entre el personal de plantilla y un 51% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 534 trabajadores (67% del total) no han recibido dosis significativas.
- 247 trabajadores (30,99% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.

- 16 trabajadores (2,01% 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 1,78 mSv/año para la totalidad del personal, 1,70 mSv/año para el personal de plantilla y 1,87 mSv/año para el personal de contrata.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, el número de personas controladas, mediante medida directa de la radiactividad corporal, ha sido de 797, no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1% del LIA).

1.2.6. Central nuclear Vandellós II

El número de personas controladas fue de 624 a las que corresponde una dosis colectiva de 24 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:

- 538 trabajadores (86,22% del total) no han recibido dosis significativas.
- 86 trabajadores (13,78% 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 0,27 mSv/año para la totalidad del personal, 0,09 mSv/año para el personal de plantilla y 0,34 mSv/año para el personal de contrata.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, el número de personas controladas, mediante medida directa de la radiactividad corporal, ha sido de 624, no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1% del LIA).

1.2.7. Central nuclear de Trillo

El número de personas controladas fue de 688 a las que corresponde una dosis colectiva de 93 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 24% entre el personal de plantilla y un 76% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 524 trabajadores (76,16% del total) no han recibido dosis significativas.
- 164 trabajadores (23,84% 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 0,57 mSv/año para la totalidad del personal, 0,50 mSv/año para el personal de plantilla y 0,59 mSv/año para el personal de contrata.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, el número de personas controladas, mediante medida directa de la radiactividad corporal, ha sido de 690, no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1% del LIA).

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.

Figura 5. Dosis colectiva de trabajadores en centrales nucleares españolas (1998)

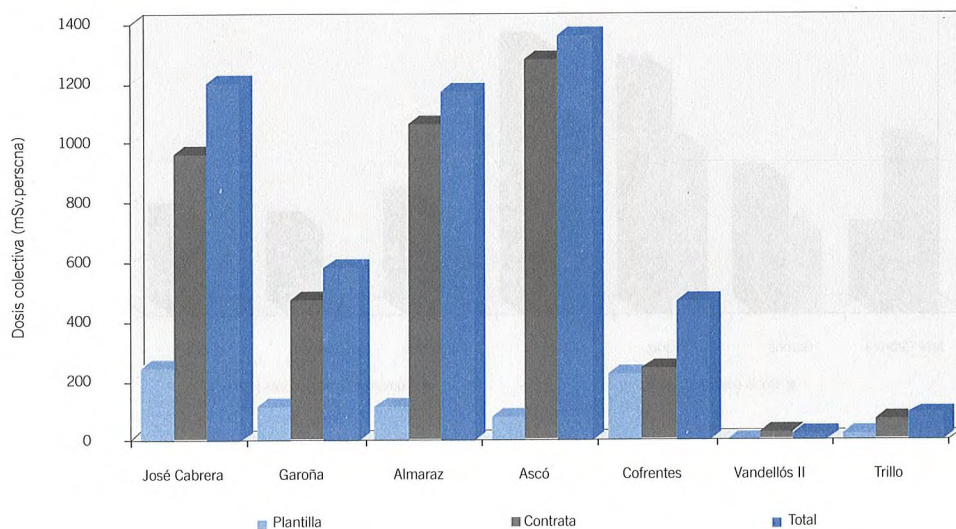


Figura 6. Dosis individual media para trabajadores en centrales nucleares españolas (1998)

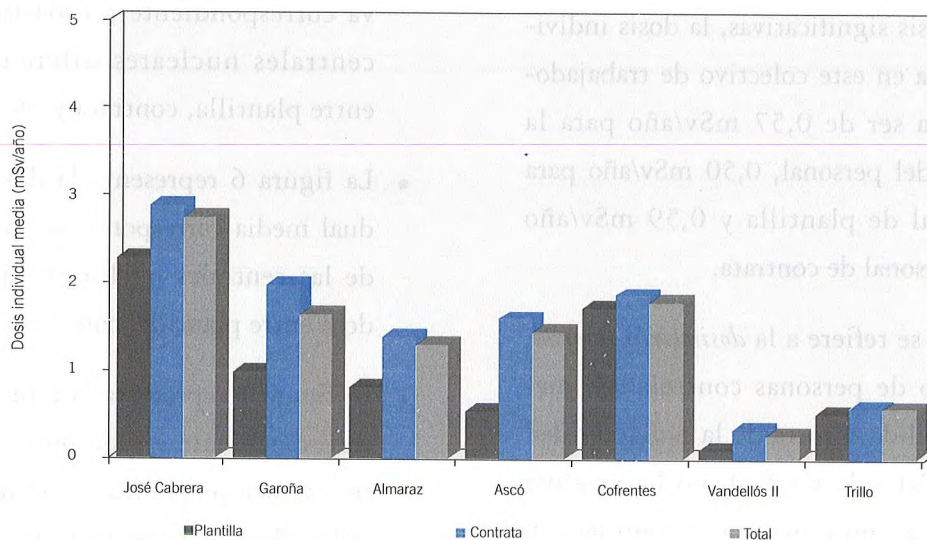


Figura 7. Dosis colectiva y número de trabajadores en centrales nucleares españolas (1998)

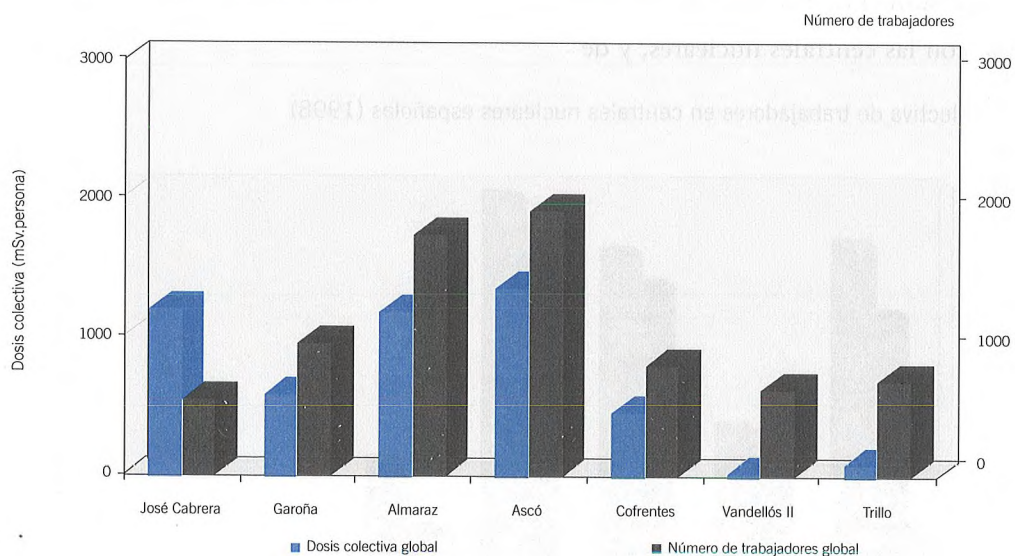
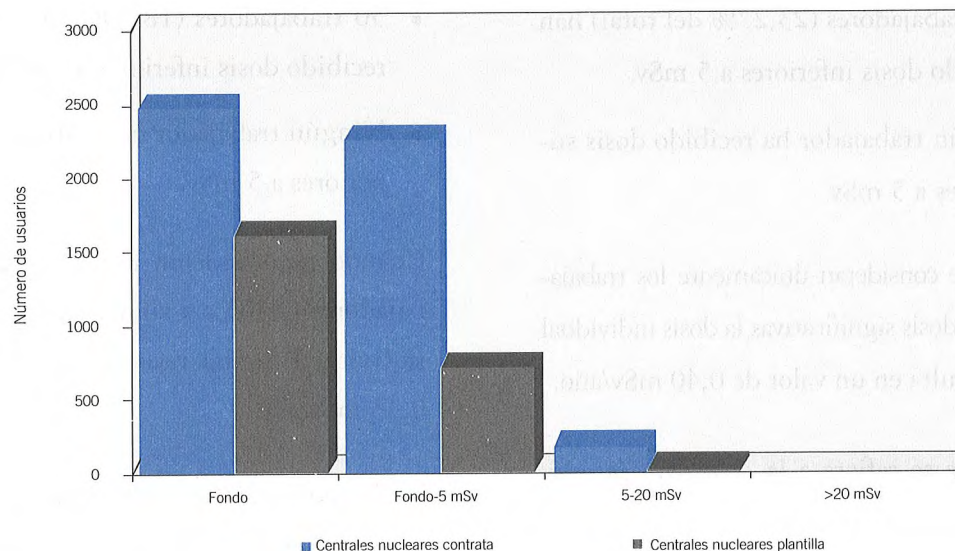


Figura 8. Número de trabajadores por intervalo de dosis en centrales nucleares españolas (1998)



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

Durante el año 1998 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 1.232 personas cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 132 mSv. persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 1998 se deduce que:

- 961 trabajadores (78% del total) no han recibido dosis significativas.

- 271 trabajadores (22% 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 0,49 mSv/año

1.3.1. Fabrica de Juzbado (Enusa)

El número total de trabajadores controlados en este año 1998 ha sido de 477 a los que corresponde una dosis colectiva de 44 mSv. persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 1998 se deduce que:

- 366 trabajadores (76,73% del total) no han recibido dosis significativas.
- 111 trabajadores (23,27% 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 0,40 mSv/año.

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

- 113 personas mediante medida directa de la radiactividad corporal.
- 105 personas mediante análisis de excretas.

No se ha detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro (1% del Límite de Incorporación Anual).

1.3.2. Concentrados: plantas Quercus y Lobo G (Enusa)

El número total de trabajadores controlados en este año 1998 ha sido de 269 a los que corresponde una dosis colectiva de 17 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 1998 se deduce que:

- 219 trabajadores (81,41% del total) no han recibido dosis significativas.
- 50 trabajadores (18,59% 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 96 personas mediante análisis de excretas, no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro.

Con motivo de su participación en los trabajos de recuperación de materiales contaminados de Acerinox realizados en el Centro de Recuperación de Inertes de Egmasa (Huelva) durante el mes de agosto se hicieron controles mediante medida directa de la radiactividad corporal a cuatro trabajadores, no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro.

1.3.3. Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa)

El número total de trabajadores controlados en este año 1998 ha sido de 210 a los que corresponde una dosis colectiva de 37 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística del número de usuarios a lo largo del año 1998 se deduce que:

- 161 trabajadores (76,67% del total) no han recibido dosis significativas.
- 49 trabajadores (23,33% 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 0,75 mSv/año.

En lo que se refiere a la *dosimetría interna*, se han realizado 128 controles 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 desmantelamiento y clausura)

El número de personas controladas fue de 276 a las que corresponde una dosis colectiva de 34 mSv.persona, distribuida, aproximadamente, un 1% entre el personal de plantilla y un 99% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 215 trabajadores (77,90% del total) no han recibido dosis significativas.

- 61 trabajadores (22,10% 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 0,56 mSv/año para la totalidad del personal, 0,11 mSv/año para el personal de plantilla y 0,56 mSv/año para el personal de contrata.

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 255 personas no habiéndose detectado en ningún caso contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1% del LIA).
- Medida indirecta mediante análisis de excretas a 26 personas habiéndose detectado en dos casos contaminación interna por encima del nivel de registro establecido. La estimación de dosis, llevada a cabo por el servicio de dosimetría interna del Ciemat, es de 8 mSv en cada uno de los casos.

1.4. 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 1998 el número de personas controladas fue de 4.744 contabilizando una dosis colectiva de 1.480 mSv.persona.

En cuanto a la distribución estadística de las dosis acumuladas a lo largo del año 1998 en este colectivo de trabajadores cabe señalar que:

- 1.206 trabajadores (25,42% del total) no han recibido dosis significativas.
- 3.524 trabajadores (74,28% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- Ocho trabajadores (0,30% 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 0,42 mSv/año.

1.4.1. Centros de investigación/docencia

El número de trabajadores controlados ha sido de 4.514 a los que corresponde una dosis colectiva de 1.265 mSv.persona

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.060 trabajadores (23,48% del total) no han recibido dosis significativas.
- 3.452 trabajadores (76,47% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- Dos trabajadores (0,04% 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 0,37 mSv/año.

1.4.2. Entidades de transporte

El número de trabajadores controlados ha sido de 85 a los que corresponde una dosis colectiva de 212 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 21 trabajadores (24,71% del total) no han recibido dosis significativas.
- 52 trabajadores (61,18% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.

- 12 trabajadores (14,12% 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 3,31 mSv/año.

1.4.3. Consejo de Seguridad Nuclear

El número de trabajadores controlados ha sido de 145 a los que corresponde una dosis colectiva de 3 mSv.persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 125 trabajadores (86,21% del total) no han recibido dosis significativas.
- 20 trabajadores (13,79% 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 0,17 mSv/año.

1.5. Resultados 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 profesionalmente expuestas a radiaciones ionizantes controladas dosimétricamente asciende a 83.674 a los que corresponde una dosis colectiva de 41.958 mSv.persona¹⁴.
- 19.580 trabajadores (23,40% del total) no han recibido dosis significativas.
- 63.287 trabajadores (75,64% del total) han recibido dosis inferiores a 5 mSv.
- 758 trabajadores (0,91% del total) han recibido dosis comprendidas entre 5 y 20 mSv.
- 35 trabajadores (0,04% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- En cuanto a los 14 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 sobredosis, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,65mSv/año.

14. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

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 profesionalmente 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⁽¹⁵⁾.

Como hecho destacable cabe mencionar que, aunque el límite reglamentario de dosis para personal profesionalmente expuesto es de 50 mSv/año, el 99,04% de los trabajadores ha recibido dosis inferiores a 5 mSv/año, el 99,95% ha recibido dosis inferiores a 20 mSv/año y el 99,98% dosis inferiores a 50 mSv/año. El 0,02% de los trabajadores restantes (14 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 1998 estaban en funcionamiento dos reactores nucleares de tipo BWR (Garoña 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, Almaraz (unidad I), Ascó (unidades I y II) y Trillo.

En lo que se refiere a las instalaciones del ciclo de combustible, en 1998 estaban en operación la fábrica de combustible de Juzbado, la planta Quercus de producción de concentrados y la instalación de almacenamiento de residuos de Sierra Albarrana; además, la planta Lobo-G se encontraba en fase de desmantelamiento.

15. Los datos presentados a lo largo de este informe se han recogido de forma global en las figuras 9, 10 y 11.

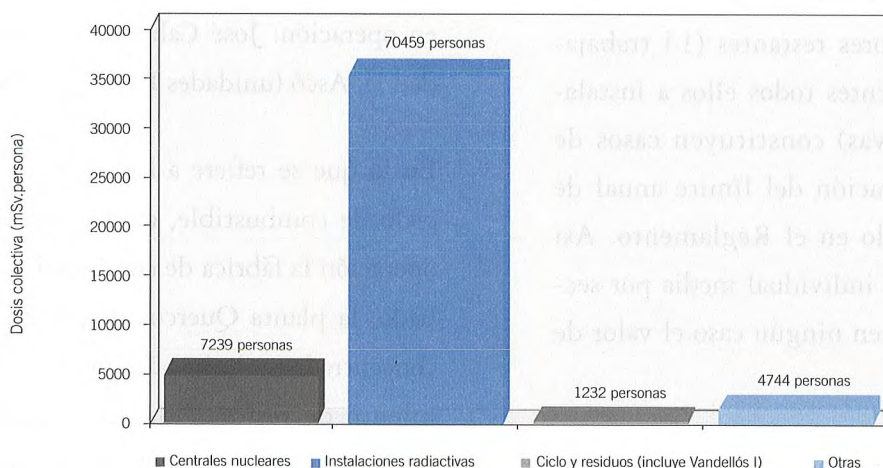
II.1. En lo que se refiere a la dosis colectiva

- 1.1. El número de personas profesionalmente expuestas a radiaciones ionizantes controladas dosimétricamente durante el año 1998 asciende a 83.674 a las que corresponde una dosis colectiva de 41.958 mSv.persona⁽¹⁶⁾, que se distribuyen sectorialmente según:
- 1.2. La mayor contribución a la dosis colectiva de los trabajadores profesionalmente

expuestos (TPE) corresponde a las instalaciones radiactivas médicas⁽¹⁷⁾ y dentro de éstas a las instalaciones médicas de radiodiagnóstico (18.671mSv.persona), siendo estas últimas, asimismo, las más representativas en cuanto al número de trabajadores (42.082 personas, un 50% del total de trabajadores expuestos controlados dosimétricamente durante el año 1998).

	Nº trabajadores	Dosis colectiva (mSv.persona)
Instalaciones radiactivas médicas	65.246	29.857
Instalaciones radiactivas industriales	5.213	5.576
Centrales nucleares	7.239	4.913
Ciclo combustible y residuos	1.232	132
Otras instalaciones	4.744	1.480

Figura 9. Dosis colectiva y número de trabajadores por sectores (1998)



16. En esta cifra no se incluyen las lecturas dosimétricas superiores al límite anual de dosis.

17. En las figuras 1 a 4 se presentan de forma resumida los

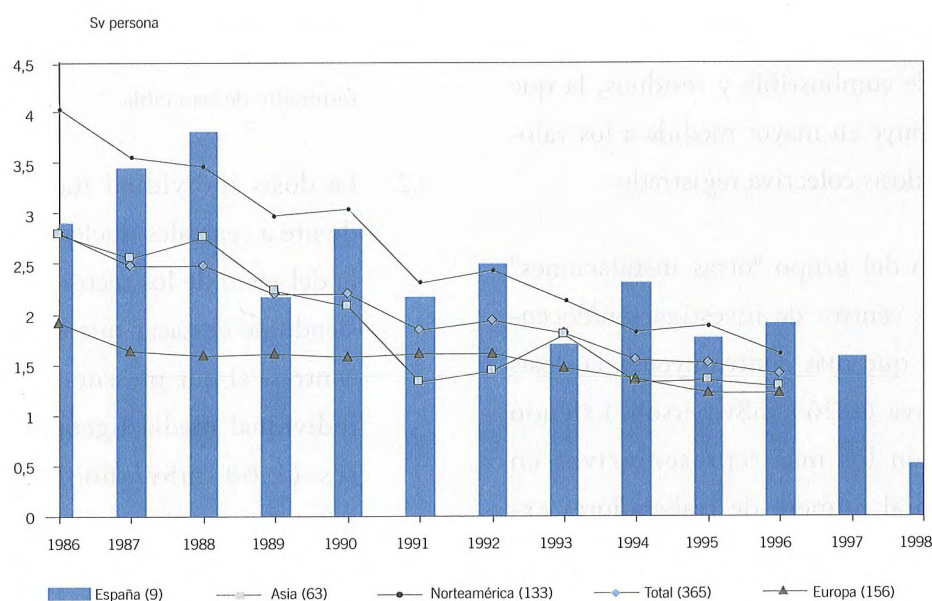
resultados dosimétricos correspondientes a instalaciones radiactivas, médicas e industriales.

- 1.3. En el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales la mayor contribución a la dosis colectiva corresponde a las instalaciones de gammagrafía (1.292 mSv.persona), sector que, por el contrario, es el menos representativo en cuanto al número de trabajadores. Este hecho se traduce, como se verá en el siguiente apartado, en unas dosis individuales medias por encima de las registradas en el resto de los grupos considerados.
- 1.4. En el sector nuclear la dosis colectiva media por reactor a lo largo del año 1998 ha sido de 546 mSv.persona, valor considerablemente inferior al correspondiente al año 1997 (1.583 mSv.persona).

Cabe destacar que, así como en el año 1997 se efectuaron operaciones de recarga en ocho de los nueve reactores en funcionamiento, en el año 1998 dichas operaciones han tenido lugar en cinco de ellos.

En la figura 10 se muestra la evolución temporal de las dosis colectivas por reactor/año correspondientes a España y se comparan con los valores registrados en el ámbito internacional⁽¹⁸⁾, poniéndose de manifiesto que la situación de las centrales nucleares españolas está en concordancia con las centrales de los países tecnológicamente más avanzados.

Figura 10. Dosis colectiva anual media por reactor en España y por regiones incluidas en ISOE



18. Los datos para la elaboración de esta figura se han obtenido del sexto informe anual sobre "Occupational Exposures at Nuclear Power Plants. 1986-1996" publicado por la Agencia

de Energía Nuclear (NEA- Nuclear Energy Agency). No se dispone de los datos correspondientes al año 1997, ni 1998.

- 1.5. Dentro de este sector⁽¹⁹⁾, es en la central nuclear de Ascó donde se registra la dosis colectiva más elevada (1.362 mSv.persona), presentando valores del mismo orden la central nuclear José Cabrera (1.204 mSv.persona), y la central nuclear de Almaraz (1.176 mSv.persona).

La influencia del diseño de la central en las dosis operacionales se pone de manifiesto en el hecho de que las centrales de diseño más moderno, Vandellós II y Trillo, presentan valores de la dosis colectiva significativamente inferiores a las anteriormente citadas (24 y 93 mSv.persona respectivamente).

- 1.6. Es la fábrica de combustible de Juzbado (44 mSv.persona), dentro del sector del ciclo de combustible y residuos, la que contribuye en mayor medida a los valores de dosis colectiva registrados.
- 1.7. Dentro del grupo "otras instalaciones" son los centros de investigación/docencia los que más contribuyen a la dosis colectiva (1.265 mSv.persona) siendo también los más representativos en cuanto al número de trabajadores expuestos (4.514 personas).

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

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

- 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 1998, para el global de los TPE del país, resulta ser de 0,65 mSv/año. Los valores de este parámetro en cada uno de los sectores considerados son los que siguen:

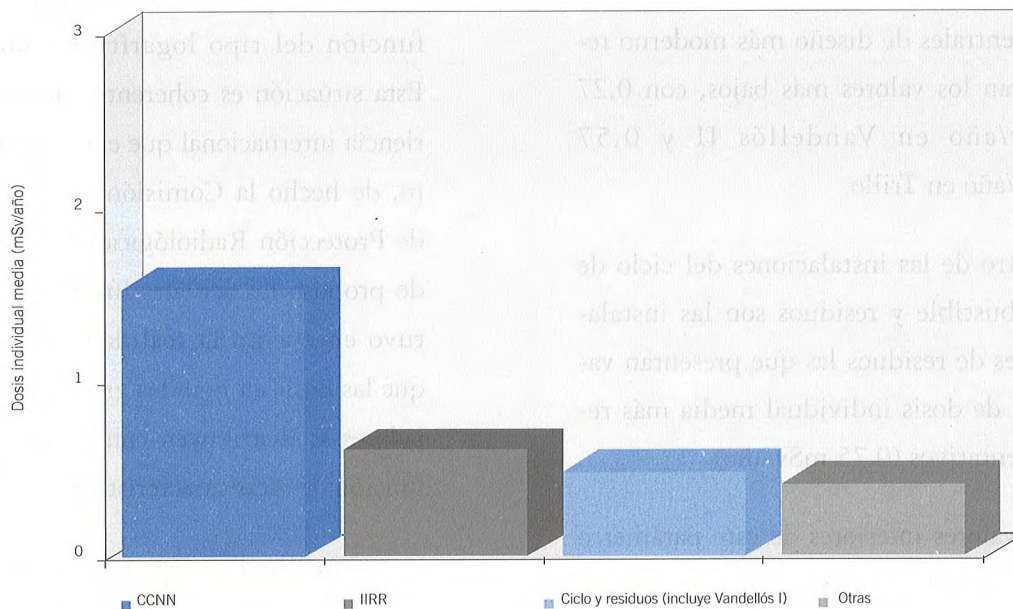
	Dosis individual media (mSv. persona)
Instalaciones radiactivas médicas	0,56
Instalaciones radiactivas industriales	1,33
Centrales nucleares	1,55
Ciclo del combustible y residuos	0,49
Otras instalaciones	0,42

En la figura 11 se representan gráficamente los resultados de esta tabla.

- 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 ligeramente superiores (1,68 mSv/año frente a 1,12 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

Figura 11. Dosis individual media por sectores (1998)



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 significativas.

- 2.3. Se observa, asimismo, que la dosis individual media asociada al total de las instalaciones industriales es del orden de la correspondiente a centrales nucleares y significativamente superior al valor obtenido 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 (3,43 mSv/año)

son significativamente superiores a los del resto de las actividades consideradas, con excepción de las entidades de transporte que presentan valores similares (3,31 mSv/año).

- 2.4. Dentro de las instalaciones radiactivas médicas, las instalaciones de radiodiagnóstico, en las que realizan su trabajo un porcentaje significativo de trabajadores (un 50% del total del país), presentan valores de dosis individual media de 0,54 mSv/año.

Las instalaciones de medicina nuclear son las que presentan valores de dosis individual media superiores dentro de este sector (1,51 mSv/año).

- 2.5. En el sector de centrales nucleares, es José Cabrera (2,74 mSv/año), la que

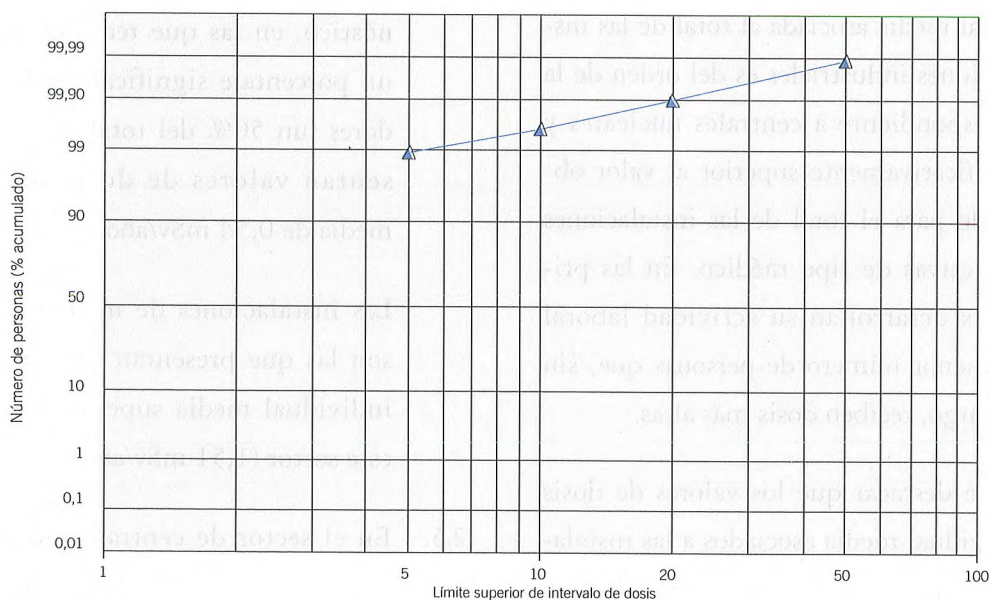
registra valores más altos para este parámetro. También en dosis individuales las centrales de diseño más moderno registran los valores más bajos, con 0,27 mSv/año en Vandellós II y 0,57 mSv/año en Trillo.

- 2.6. Dentro de las instalaciones del ciclo de combustible y residuos son las instalaciones de residuos las que presentan valores de dosis individual media más representativos (0,75 mSv/año).
- 2.7. Los valores inferiores de este parámetro se registran en otras instalaciones (0,42 mSv/año).
- 2.8. En la figura 12 se muestra en escala de tipo probabilístico la distribución de las dosis de las personas expuestas en España a lo largo de este año 1998. 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 profesionalmente expuesto es de 50 mSv/año, el 99,04% de los trabajadores ha recibido dosis inferiores a 5 mSv/año, límite establecido para miembros del público.

Figura 12. Distribución de las dosis de las personas expuestas en España durante el año 1998



II.3. En lo que se refiere a las implicaciones para nuestro país de los nuevos límites de dosis reflejados en la Directiva 96/29/Euratom

3.1. De un total de 83.674 trabajadores sólo 35 (0,04% del total) presentan dosis superiores a 20 mSv/año⁽²⁰⁾, todos ellos pertenecientes a instalaciones radiactivas. Dentro de este sector los trabajadores con dosis superiores a 20 mSv/año se distribuyen según se indica a continuación:

	Nº trabajadores	
	Nº trabajadores	con dosis > 20 mSv ⁽²¹⁾
Instalaciones radiactivas médicas	65.246	16
Instalaciones radiactivas industriales	5.213	19

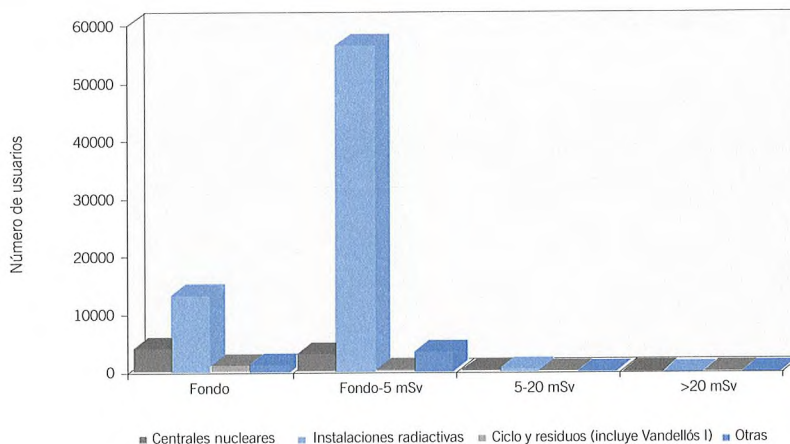
3.2. La situación reflejada en el punto anterior es favorable y muestra la buena disposición en nuestro país para el cumplimiento de los nuevos límites.

Es necesario aclarar que la Directiva 96/29/Euratom 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.*

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

4.1. En los valores superiores a 50 mSv/año se han registrado 14 casos (un 0,02% del total), todos ellos pertenecientes al sector de instalaciones radiactivas.

Figura 13. Número de trabajadores por intervalo de dosis en cada sector (1998)



20. No se incluyen los 14 casos de potencial superación de los límites de dosis.

21. No se incluyen los 14 casos de potencial superación de los límites de dosis.

III. Tendencias en la exposición a radiaciones

III. Tendencias en la exposición a radiaciones

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 1995, 1996 y 1997.
2. Hay que valorar positivamente que, a pesar de que en el período 1995-1998 el número de TPE controlados dosimétricamente se incrementa en un 10% (83.674 frente a 75.990 trabajadores) la dosis colectiva disminuye en un 19% (41.958 frente a 51.772 mSv.persona).

Análoga valoración positiva merece la evolución en el período 1995-1998, tanto de la dosis individual media, donde se observa una disminución del 21% (0,65 frente a 0,82 mSv/año) como en el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año, donde se observa una disminución del 76% (35 frente a 145).

3. Cuando se analiza la evolución de la dosis colectiva en el período 1995-1998 en las instalaciones radiactivas médicas se puede observar que, a pesar de que el número de trabajadores expuestos controlados dosimétricamente se incrementa en un 15% (65.246 frente a 56.570 trabajadores), la dosis co-

lectiva aumenta en un 9% (29.857 frente a 27.394 mSv. persona).

En lo que se refiere a la dosis individual media, los valores no sufren una variación significativa (0,56 mSv/año en 1998 frente a 0,55 mSv/año en 1995).

Respecto al número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv se observa una disminución del 27% (16 frente a 22 trabajadores).

4. En lo que se refiere a las instalaciones radiactivas industriales, cabe destacar la evolución de la dosis colectiva en el período 1995-1998 en este sector, muestran un aumento del 0,56% (5.576 frente a 5.545 mSv.persona), mientras que el número de trabajadores expuestos se incrementó en un 3% (5.213 frente a 5.070 trabajadores).

En cuanto a la dosis individual media aumenta ligeramente, un 2%, en el período objeto de estudio (1,33 frente a 1,30 mSv/año). Asimismo, el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año, sufre un incremento de un 46% (19 frente a 13 trabajadores).

Cabe resaltar que en los resultados obtenidos en este tipo de instalaciones resultan determinantes las dosis registradas en el sector de gammagrafía industrial

(dosis individual media de 3,43 mSv/año y nueve trabajadores con dosis entre 20 y 50 mSv).

En lo que se refiere a los valores de dosis colectiva dentro del sector de gammagrafía industrial se observa que han ido aumentando progresivamente desde el año 1995 hasta el año 1998.

Teniendo en cuenta lo indicado con anterioridad, parece evidente que en este sector es donde se deberán realizar mayores esfuerzos con vistas a lo siguiente:

- Aplicación en la práctica del criterio ALARA.
 - Cumplimiento, una vez que se transpongan a la legislación española, de los nuevos límites de dosis de la Directiva 96/29 de Euratom.
5. Cuando se analiza la evolución de la dosis colectiva en las centrales nucleares se puede observar que el número de trabajadores expuestos controlados dosimétricamente ha disminuido un 17% en el período 1995-1998 (7.239 frente a 8.765 trabajadores) y que la dosis colectiva presenta una tendencia muy favorable, con una disminución de un 69% (4.913 frente a 16.024 mSv.persona).

La evolución se mantiene favorable en lo que se refiere a la dosis individual media, donde se produce un descenso del 51% (1,55 frente a 3,13 mSv/año).

En lo que se refiere al número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año, los resultados son muy positivos si se tiene en cuenta que no hay ningún trabajador dentro de este intervalo frente a los 93 registrados en 1995.

Cabe destacar que la disminución en los valores de dosis registrados es debida, fundamentalmente, a la reducción de las dosis asociadas al personal de contrata.

En la figura 10, donde se muestra la evolución de la dosis colectiva en las centrales nucleares españolas encuadrada 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.

6. Los resultados indicados en puntos anteriores se muestran de manera gráfica en las figuras comprendidas desde la número 14 a la 17.

Figura 14. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual media en instalaciones radiactivas médicas e industriales. Años 1995, 1996, 1997 y 1998

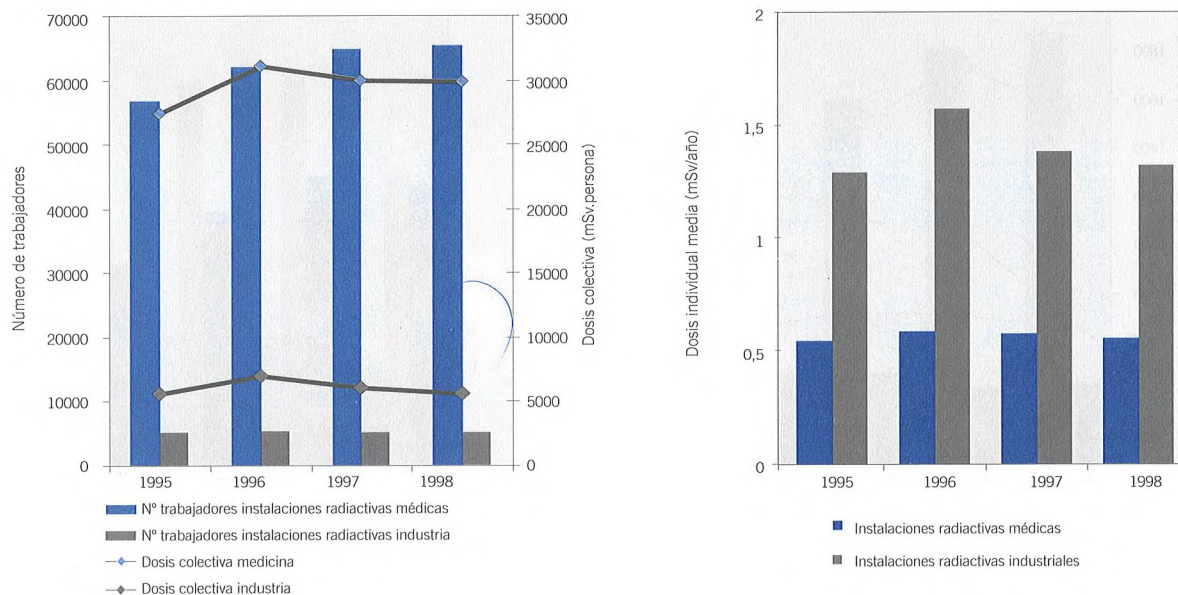


Figura 15. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual en instalaciones radiactivas médicas. Años 1995, 1996, 1997 y 1998

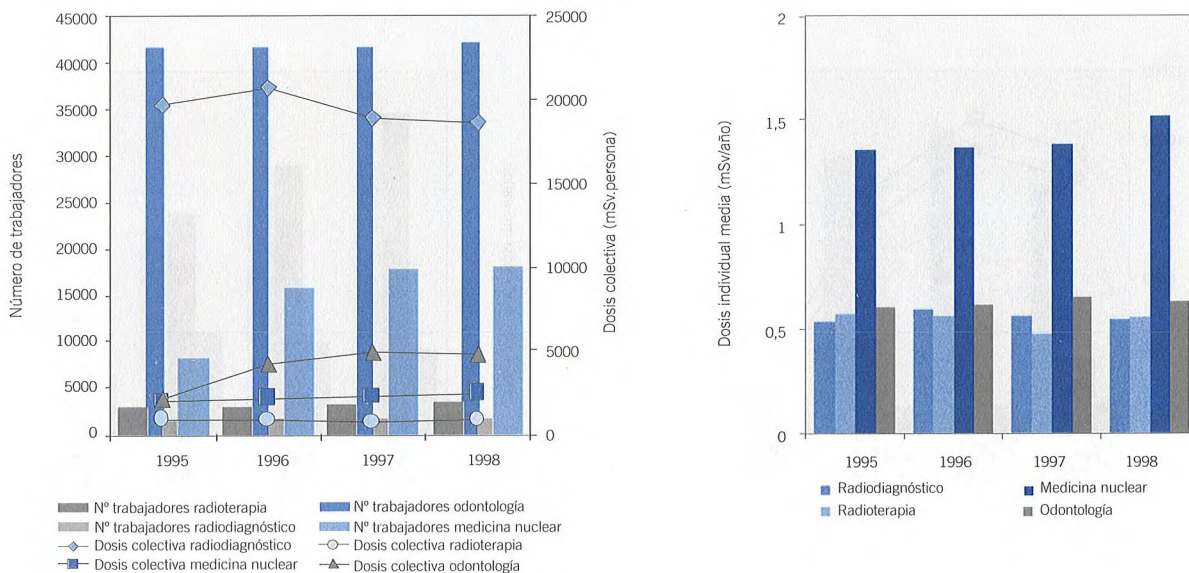


Figura 16. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual en instalaciones radiactivas industriales. Años 1995, 1996, 1997 y 1998

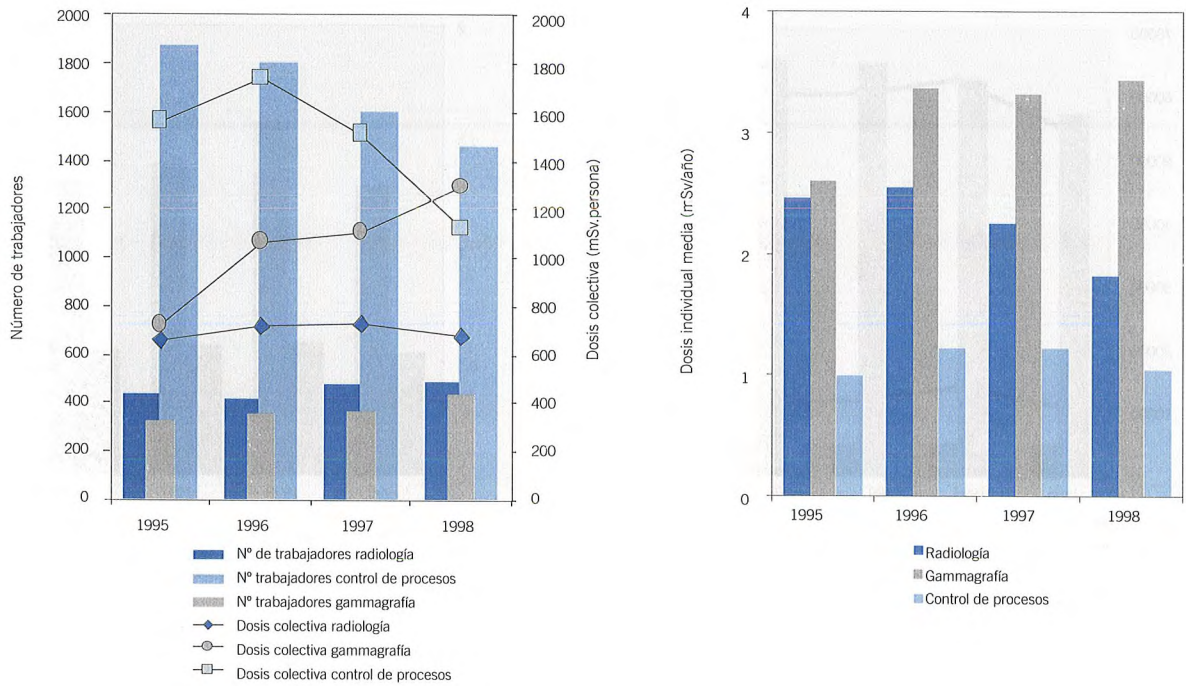
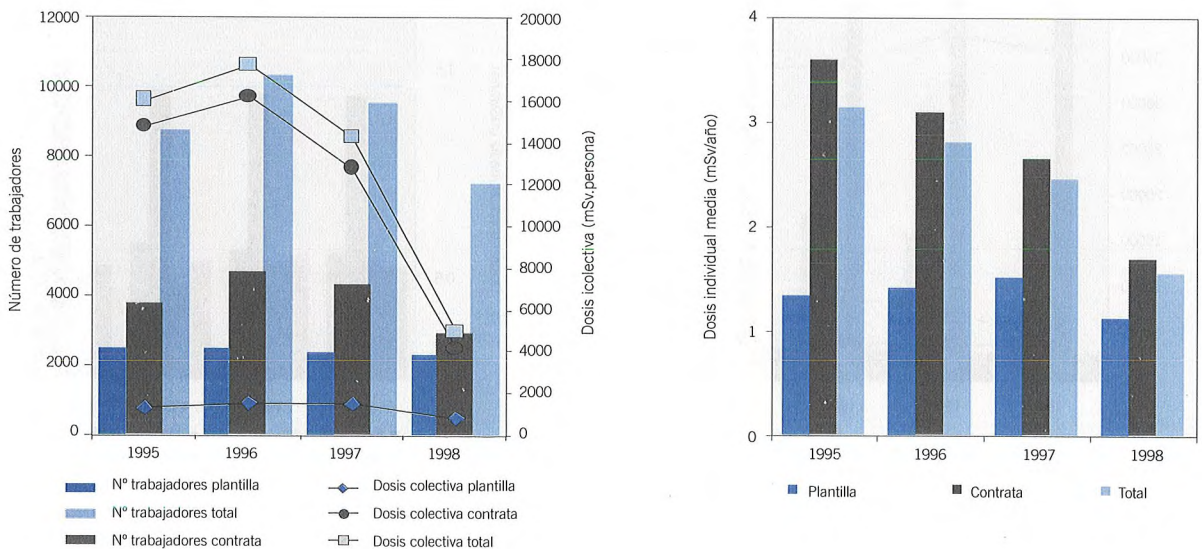


Figura 17. Distribución comparativa de dosis colectiva e individual media en centrales nucleares españolas. Años 1995, 1996, 1997 y 1998



**IV. Anexo I: Estudio
dosimétrico sectorial.
Evolución temporal
(1995-1998)**

Tabla 1. Comparación de resultados en instalaciones radiactivas. Años 1995, 1996, 1997 y 1998

Tipo de Instalación	Médicas				Industriales			
	Año	1995	1996	1997	1998	1995	1996	1997
Nº de personas	56.570	62.026	64.599	65.246	5.070	5.231	5.166	5.213
Dosis colectiva (mSv.persona)	27.394	31.062	29.985	29.857	5.545	6.930	6.013	5.576
Dosis individual media (mSv/año)	0,55	0,59	0,58	0,56	1,30	1,58	1,39	1,33
Nº de personas dosis entre 20-50 mSv/año	22	55	27	16	13	31	19	19

Tabla 2. Comparación de resultados en instalaciones radiactivas médicas. Años 1995, 1996, 1997 y 1998

Tipo de Instalación	Radiodiagnóstico				Radioterapia			
	Año	1995	1996	1997	1998	1995	1996	1997
Nº de personas	41.583	41.770	41.683	42.082	1.614	1.661	1.838	1.852
Dosis colectiva (mSv.persona)	19.713	20.768	18.945	18.671	878	846	708	869
Dosis individual media (mSv/año)	0,53	0,59	0,56	0,54	0,57	0,56	0,47	0,55
Nº de personas dosis entre 20-50 mSv/año	15	46	17	14	1	1	0	1

Tipo de Instalación	Medicina nuclear				Odontología			
	Año	1995	1996	1997	1998	1995	1996	1997
Nº de personas	1.546	1.679	1.714	1.734	4.631	8.711	9.917	10.026
Dosis colectiva (mSv.persona)	1.977	2.141	2.222	2.443	2.139	4.248	4.974	4.837
Dosis individual media (mSv/año)	1,35	1,36	1,38	1,51	0,60	0,61	0,65	0,63
Nº de personas dosis entre 20-50 mSv/año	1	3	1	0	2	4	6	1

Tabla 3. Comparación de resultados en instalaciones radiactivas industriales. Años 1995, 1996, 1997 y 1998

Tipo de Instalación	Radiología				Gammagrafía				Control de procesos			
	Año	1995	1996	1997	1998	1995	1996	1997	1998	1995	1996	1997
Nº de personas	440	417	479	486	327	353	366	436	1.871	1.803	1.604	1.461
Dosis colectiva (mSv.persona)	658	714	726	675	720	1.063	1.104	1.292	1.561	1.737	1.508	1.120
Dosis individual media (mSv/año)	2,46	2,55	2,25	1,82	2,59	3,36	3,31	3,43	0,99	1,22	1,22	1,04
Nº de personas dosis entre 20-50 mSv/año	0	0	3	1	4	7	8	9	2	8	6	2

Tabla 4. Comparación de resultados en centrales nucleares. Años 1995, 1996, 1997 y 1998

Tipo de trabajo	Plantilla				Contrata				Total			
	Año	1995	1996	1997	1998	1995	1996	1997	1998	1995	1996	1997
Nº de personas	2.504	2.490	2402	2.329	6.280	7.868	7.166	4.910	8.765	10.342	9.560	7.239
Dosis colectiva (mSv.persona)	1.282	1.505	1487	813	14.742	16.150	12.756	4.100	16.024	17.656	14.243	4.913
Dosis individual media (mSv/año)	1,33	1,41*	1,51	1,12	3,58	3,08	2,64	1,68	3,13	2,80	2,45	1,55
Nº de personas dosis entre 20-50 mSv/año	0	0*	0	0	93	36	27	0	93	36	27	0

* Estos datos modifican los presentados, como consecuencia de una errata, en el documento *La dosimetría de los trabajadores profesionalmente expuestos en España durante el año 1997* (CSN, 1999; DOC-01.03).

La dosimetría de los
trabajadores profesionalmente
expuestos en España durante
el año 1998

Estudio sectorial

Colección Documentos
Nº 7.2000

