

La dosimetría de los trabajadores expuestos en España durante el año 2011

Estudio Sectorial

CSN

Colección
Documentos
22.2013

La dosimetría de los trabajadores expuestos en España durante el año 2011

Estudio Sectorial

Carmen Barbero, Ignacio Amor Calvo,
Manuel Rodríguez Martí

Colección: Documentos CSN

Referencia: DOC-07.15

© Copyright 2013, Consejo de Seguridad Nuclear

Edita y distribuye:

Consejo de Seguridad Nuclear

Pedro Justo Dorado Dellmans, 11. 28040 - Madrid-España

<http://www.csn.es>

peticiones@csn.es

Maquetación: Pilar Guzmán

Depósito Legal: M-25228-2013

Índice

Introducción	5
I. Resumen de los datos de dosimetría personal	8
I.1. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas...	9
I.1.1. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas médicas	10
I.1.1.1. Radiodiagnóstico.....	10
I.1.1.2. Medicina nuclear	11
I.1.1.3. Radioterapia	11
I.1.1.4. Odontología.....	12
I.1.1.5. Otros	12
I.1.2. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas industriales	13
I.1.2.1. Radiología industrial	14
I.1.2.2. Gammagrafía	14
I.1.2.3. Control de procesos	14
I.1.2.4. Medidas de densidad y humedad	15
I.1.2.5. Comercialización y asistencia técnica ...	15
I.1.2.6. Otros	16
I.2. Resultados dosimétricos en centrales nucleares	16
I.2.1. Central nuclear de Santa María de Garoña	18
I.2.2. Central nuclear de Almaraz (I y II)	18
I.2.3. Central nuclear de Ascó (I y II)	19
I.2.4. Central nuclear de Cofrentes	19
I.2.5. Central nuclear Vandellós II	20
I.2.6. Central nuclear de Trillo	20
I.3. Resultados dosimétricos en el ciclo del combustible, residuos e instalaciones nucleares en desmantelamiento	21
I.3.1. Fábrica de Juzbado (Enusa).....	21
I.3.2. Concentrados: planta Quercus (Enusa)	22
I.3.3. Instalación de almacenamiento de residuos de Sierra Albarrana (Enresa)	22

I.3.4. Central nuclear Vandellós I.....	23
I.3.5. Central nuclear José Cabrera	23
I.3.6. Otros	23
I.4. Resultados dosimétricos en otros tipos de instalaciones	24
I.4.1. Centros de investigación y/o docencia	24
I.4.2. Entidades de transporte	25
I.4.3. Consejo de Seguridad Nuclear	25
I.5. Resultados dosimétricos globales.....	26
II. Asignación administrativa de dosis.....	27
III. Resumen y conclusiones	30
III.1. Número de trabajadores expuestos y dosis colectiva ...	32
III.2. Dosis individuales medias.....	34
III.3. Número de trabajadores con dosis superiores a 20 mSv.....	35
IV. Tendencias en la exposición a radiaciones	37
Anexos	41
Anexo I. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Años 2010 y 2011	42
Anexo II. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Años 2007 y 2011	43
Anexo III. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Figuras	46

Introducción

Introducción

El presente informe contiene la información elaborada por el Área de Servicios de Protección Radiológica de la Subdirección de Protección Radiológica Operacional del CSN, en relación con la vigilancia dosimétrica realizada sobre los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes en España a lo largo del año 2011.

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 2011 y actualiza datos previamente presentados a este respecto¹.

En este informe se han utilizado los datos obtenidos del Banco Dosimétrico Nacional (BDN), a partir de las dosis individuales asociadas al tipo de instalación y al tipo de trabajo en los cuales los trabajadores expuestos han desarrollado su actividad laboral. Dichas dosis son reportadas con carácter mensual por los Servicios de Dosimetría Personal (SDP) autorizados por el Consejo de Seguridad Nuclear.

Se han considerado los cuatro ámbitos laborales característicos del BDN:

- Instalaciones radiactivas.
- Centrales nucleares.
- Instalaciones del ciclo del combustible y de almacenamiento de residuos.
- Otras instalaciones.

En el ámbito de las 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 las 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 (CSN).

La información aportada incluye datos de dosimetría externa, correspondientes a cada uno de los sectores citados con anterioridad y, en el caso de los sectores correspondientes a centrales nucleares, al ciclo del combustible y a residuos y desmantelamiento, también se incluyen los datos correspondientes a la dosimetría interna.

Hay que señalar que, a lo largo de este informe, en la valoración de las dosis individuales y colectivas, no se incluyen ni las

1. En el *Informe del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados y al Senado. Año 2011* se incluyó un avance de los resultados dosimétricos correspondientes al año 2011.

lecturas dosimétricas superiores al límite de dosis (50 mSv/año) ni aquellas inferiores al nivel de registro (0,1 mSv/mes).

Dentro de las conclusiones de este informe se ha incluido una comparación de los resultados dosimétricos obtenidos en el año 2011 y los obtenidos en el año 2010; asimismo se presentan una serie de tablas y figuras que corresponden al período comprendido entre los años 2007 y 2011, y que permiten analizar la tendencia experimentada a lo largo de dicho período en las dosis recibidas por los trabajadores expuestos (TE) a radiaciones ionizantes en España.

Como hecho destacable, hay que señalar que, desde abril de 2003, el CSN viene aplicando una política de asignación administrativa de dosis que supone que, a aquellos TE que no recambien su dosímetro durante tres meses consecutivos², se les asigna la dosis correspondiente a la fracción del límite anual de dosis en dicho período. La asignación administrativa de dosis en situaciones de indisponibilidad de lectura dosimétrica es una estrategia que también ha sido adoptada por las autoridades reguladoras de otros países (Reino Unido) y que está consolidada a nivel internacional, tal y como se pone de manifiesto en los informes del Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de las Radiaciones Ionizantes (UNSCEAR).

2. El Real Decreto 783/2001 por el que se aprueba el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes establece que las dosis recibidas por los trabajadores expuestos deben determinarse, en el caso de las dosis externas, con periodicidad mensual.

Siguiendo la práctica habitual de aquellos países que, como España, tienen implantada dicha política, y por no falsear las estadísticas, estas dosis administrativas se han excluido de las valoraciones que sobre la situación y tendencias en las dosis ocupacionales se realizan a lo largo de este informe. Hay que señalar no obstante que, en el apartado II de este informe, se analizan en detalle estas dosis administrativas.

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

- Dosis significativas son las superiores al nivel de registro (0,1 mSv/mes).
- 1 mSv es el límite anual de dosis para miembros del público establecido en el Real Decreto 783/2001 por el que se aprueba el Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes.
- 6 mSv es el valor de la dosis anual susceptible de ser recibida por un TE para que dicho TE quede clasificado como de categoría A.
- 20 mSv es el límite de dosis anual promedio en cinco años recomendado por la Comisión Internacional de Protección Radiológica para los TE.
- 50 mSv es el valor máximo permitido para la dosis a recibir por los TE en un único año, que se establece en el Real Decreto 783/2001 como condición complementaria al límite de dosis reglamentario (100 mSv en cinco años consecutivos).

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 2011 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el ámbito de las instalaciones radiactivas, tanto médicas como industriales, y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 90.128³ personas, a las que corresponde una dosis colectiva de 15.244 mSv·persona⁴.

La distribución de las dosis individuales en este sector laboral supone que, de ese total de 90.128 trabajadores:

- 67.043 trabajadores (74,39% del total) no han reportado dosis significativas.
- 19.745 trabajadores (21,91% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

3. Los datos del número de trabajadores reportados en cada uno de los tipos de instalaciones pueden no coincidir con la suma de los sectores de actividad que lo forman. Algunos trabajadores desarrollan su actividad en sectores distintos dentro del mismo tipo de instalación, o incluso en tipos de instalaciones diferentes. Pueden aparecer contabilizados en dos sectores por haber trabajado en sectores distintos, pero se contabilizará solo una vez en la estadística del tipo de instalación.

4. Las diferencias existentes entre los valores de dosis colectiva especificados a lo largo del presente informe y los reportados en el Informe al Congreso corresponden a asignaciones de dosis, anulaciones de dosis administrativas y al estudio de sobreexposiciones posteriores a la fecha de publicación de dicho informe.

- 3.052 trabajadores (3,39% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 273 trabajadores (0,3% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- 13 trabajadores (0,01% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Dos trabajadores (0,002% del total) constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis efectiva establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes al haberse registrado valores de dosis superiores a 50 mSv/año.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media resultó ser de 0,66 mSv/año.

Los dos casos de potencial superación del límite anual de dosis efectiva citados anteriormente corresponden a trabajadores que prestaron servicio durante el año 2011 en instalaciones radiactivas médicas, uno de los cuales en una instalación de radiodiagnóstico y el otro en una instalación de odontología.

A continuación se desglosan en detalle los resultados dosimétricos obtenidos para 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 2011 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 82.330 personas, a los que corresponde una dosis colectiva de 12.316 mSv·persona.

La distribución de las dosis individuales en este sector laboral supone que, de ese total de 82.330 trabajadores:

- 61.518 trabajadores (74,72% del total) no han reportado dosis significativas.
- 18.109 trabajadores (21,99% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 2.523 trabajadores (3,06% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 172 trabajadores (0,21% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.

- Seis trabajadores (0,01% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.

Dos trabajadores (0,002% del total) constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis efectiva establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes al haberse registrado valores de dosis superiores a 50 mSv/año.

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 0,59 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.

I.1.1.1. Radiodiagnóstico

El número de trabajadores controlados fue de 43.135, a los que corresponde una dosis colectiva de 4.145 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 35.335 trabajadores (81,92% del total) no han reportado dosis significativas.

- 6.946 trabajadores (16,10% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 788 trabajadores (1,83% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 65 trabajadores (0,15% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Un trabajador (0,002% del total) constituyó un caso de potencial superación del límite anual de dosis efectiva establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes al haberse registrado valores de dosis superiores a 50 mSv/año.

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 0,53 mSv/año.

I.1.1.2. Medicina nuclear

El número de trabajadores controlados fue de 2.505, a los que corresponde una dosis colectiva de 2.347 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.218 trabajadores (48,66% del total) no han reportado dosis significativas.
- 647 trabajadores (25,85% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 568 trabajadores (22,69% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 67 trabajadores (2,68% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Tres trabajadores (0,12% 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 1,83 mSv/año.

I.1.1.3. Radioterapia

El número de trabajadores controlados fue de 2.912, a los que corresponde una dosis colectiva de 134 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 2.614 trabajadores (89,77% del total) no han reportado dosis significativas.

- 274 trabajadores (9,41% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 22 trabajadores (0,76% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Dos trabajadores (0,07% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 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 0,45 mSv/año.

1.1.1.4. Odontología

El número de trabajadores controlados fue de 18.587, a los que corresponde una dosis colectiva de 3.676 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 10.206 trabajadores (54,91% del total) no han reportado dosis significativas.
- 7.657 trabajadores (41,20% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 714 trabajadores (3,84% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.

- Ocho trabajadores (0,04% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,01% del total) recibió dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.
- Un trabajador (0,01% del total) constituye un caso de potencial superación del límite anual de dosis efectiva establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes al haberse registrado valores de dosis superiores a 50 mSv/año.

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.

1.1.1.5. Otros⁵

El número de trabajadores controlados fue de 16.552, a los que corresponde una dosis colectiva de 2.013 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 13.387 trabajadores (80,88% del total) no han reportado dosis significativas.
- 2.701 trabajadores (16,32% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

5. En este grupo se incluyen los TE de clínicas veterinarias además de trabajadores de mantenimiento, limpieza, celadores, etc., que no pueden ser adscritos a otra rama específica.

- 436 trabajadores (2,63% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 26 trabajadores (0,16% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Dos trabajadores (0,012% 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 y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,64 mSv/año.

1.1.2. Resultados dosimétricos en instalaciones radiactivas industriales

Durante el año 2011 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 7.853 personas, a los que corresponde una dosis colectiva de 2.929 mSv·persona.

La distribución de las dosis individuales en este sector laboral supone que, de ese total de 7.853 trabajadores:

- 5.578 trabajadores (71,03% del total) no han reportado dosis significativas.
- 1.638 trabajadores (20,86% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 529 trabajadores (6,74% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 101 trabajadores (1,29% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Siete trabajadores (0,09% 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 y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,29 mSv/año.

A continuación, se desglosan estos datos globales en cada una de las distintas clasificaciones establecidas en el ámbito de las 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 trabajadores controlados fue de 1.403, a los que corresponde una dosis colectiva de 727 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.029 trabajadores (73,34% del total) no han reportado dosis significativas.
- 233 trabajadores (16,61% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 110 trabajadores (7,84% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 29 trabajadores (2,07% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Dos trabajadores (0,14% del total) han recibido dosis comprendida entre 20 y 50 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 50 mSv.

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 1,94 mSv/año.

I.1.2.2. Gammagrafía

El número de trabajadores controlados fue de 848, a los que corresponde una dosis colectiva de 945 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 358 trabajadores (42,22% del total) no han reportado dosis significativas.
- 225 trabajadores (26,53% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 234 trabajadores (27,59% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 31 trabajadores (3,66% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 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 1,93 mSv/año.

I.1.2.3. Control de procesos

El número de trabajadores controlados fue de 1.408, a los que corresponde una dosis colectiva de 461 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.201 trabajadores (85,3% del total) no han reportado dosis significativas.
- 150 trabajadores (10,65% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 31 trabajadores (2,20% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 22 trabajadores (1,56% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Cuatro trabajadores (0,28% del total) han recibido dosis comprendida entre 20 y 50 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 50 mSv.
- 710 trabajadores (75,53% del total) no han reportado dosis significativas.
- 201 trabajadores (21,38% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 27 trabajadores (2,87% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Dos trabajadores (0,21% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 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 2,23 mSv/año.

I.1.2.4. Medidas de densidad y humedad

El número de trabajadores controlados fue de 940, a los que corresponde una dosis colectiva de 128 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

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.

I.1.2.5. Comercialización y asistencia técnica

El número de trabajadores controlados fue de 1.759, a los que corresponde una dosis colectiva de 314 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.250 trabajadores (71,06% del total) no han reportado dosis significativas.
- 434 trabajadores (24,67% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

- 68 trabajadores (3,87% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Siete trabajadores (0,40% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 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 0,62 mSv/año.

I.1.2.6. Otros⁶

El número de trabajadores controlados fue de 1.595, a los que corresponde una dosis colectiva de 353 mSv-persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.100 trabajadores (68,97% del total) no han reportado dosis significativas.
- 412 trabajadores (25,83% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 77 trabajadores (4,83% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.

6. En este grupo se incluyen los TE de empresas dedicadas a sondeos, prospecciones petrolíferas...

- Seis trabajadores (0,38% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 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 0,71 mSv/año.

I.2. Resultados dosimétricos en centrales nucleares

Durante el año 2011, el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el ámbito de las centrales nucleares en operación y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 9.861 personas, cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 7.029 mSv-persona.

A la vista del número de reactores nucleares (ocho), estos resultados hacen que la dosis colectiva media por reactor a lo largo del año 2011 sea 879 mSv-persona⁷.

La distribución de las dosis individuales en este sector laboral supone que, de ese total de 9.861 trabajadores:

7. 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 2011: estaban en funcionamiento en ese momento dos reactores tipo BWR y seis reactores tipo PWR.

- 5.547 trabajadores (56,25% del total) no han recibido dosis significativas.
- 2.563 trabajadores (25,99% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 1.491 trabajadores (15,12% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 260 trabajadores (2,64% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 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 1,63 mSv/año.

Del total de la dosis colectiva, aproximadamente un 10% corresponde al personal de plantilla y un 90% al personal de contrata, debiéndose señalar que:

- a) En el caso del personal de plantilla, hay un total de 2.173 trabajadores, de los que:
- 1.499 trabajadores (68,98% del total) no han recibido dosis significativas.
 - 473 trabajadores (21,77% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

- 185 trabajadores (8,51% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 16 trabajadores (0,74% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 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 1,09 mSv/año.

b) En el caso del personal de contrata, hay un total de 7.807 trabajadores, de los que:

- 4.147 trabajadores (53,12% del total) no han recibido dosis significativas.
- 2.109 trabajadores (27,01% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 1.307 trabajadores (16,74% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 244 trabajadores (3,13% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 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 1,72 mSv/año.

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. En ninguno de los controles efectuados, mediante medida directa de la radiactividad corporal, se han detectado casos de contaminación interna superior al nivel de registro establecido (1 mSv/año).

A continuación, se resumen los datos dosimétricos correspondientes a cada una de las centrales nucleares.

1.2.1. Central nuclear de Santa María de Garoña

El número de trabajadores controlados fue de 1.503, a los que corresponde una dosis colectiva de 1.029 mSv·persona, distribuida aproximadamente en un 15% entre el personal de plantilla y un 85% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 676 trabajadores (44,98% del total) no han reportado dosis significativas.

- 482 trabajadores (32,07% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 344 trabajadores (22,89% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Un trabajador (0,07% del total) ha recibido dosis comprendidas entre 6 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 1,24 mSv/año, que se desglosan en 0,93 mSv/año para el personal de plantilla y 1,32 mSv/año para el personal de contrata.

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

1.2.2. Central nuclear de Almaraz (I y II)

El número de trabajadores controlados fue de 2.181, a los que corresponde una dosis colectiva de 578 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:

- 1.384 trabajadores (63,46% del total) no han reportado dosis significativas.

- 621 trabajadores (28,47% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 175 trabajadores (8,02% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Un trabajador (0,05% del total) ha recibido dosis comprendidas entre 6 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 0,73 mSv/año, que se desglosan en 0,30 mSv/año para el personal de plantilla y 0,78 mSv/año para el personal de contrata.

Durante este año tuvo lugar la parada de recarga de la unidad I de esta central nuclear.

1.2.3. Central nuclear de Ascó (I y II)

El número de trabajadores controlados fue de 3.010, a los que corresponde una dosis colectiva de 1.298 mSv·persona, distribuida aproximadamente en un 5% entre el personal de plantilla y un 95% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.797 trabajadores (59,70% del total) no han reportado dosis significativas.
- 803 trabajadores (26,68% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 397 trabajadores (13,19% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 13 trabajadores (0,43% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 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 1,07 mSv/año, que se desglosan en 0,66 mSv/año para el personal de plantilla y 1,10 mSv/año para el personal de contrata.

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

1.2.4. Central nuclear de Cofrentes

El número de trabajadores controlados fue de 2.170, a los que corresponde una dosis colectiva de 2.971 mSv·persona, distribuida, aproximadamente, un 13% entre el personal de plantilla y un 87% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 949 trabajadores (43,73% del total) no han reportado dosis significativas.
- 520 trabajadores (23,96% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 571 trabajadores (26,31% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 130 trabajadores (5,99% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 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 2,43 mSv/año, que se desglosan en 2,2 mSv/año para el personal de plantilla y 2,47 mSv/año para el personal de contrata.

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

1.2.5. Central nuclear Vandellós II

El número de trabajadores controlados fue de 1.967, a los que corresponde una dosis colectiva de 887 mSv·persona, distribuida aproximadamente en un 9% entre el personal

de plantilla y un 91% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 1.198 trabajadores (60,90% del total) no han reportado dosis significativas.
- 439 trabajadores (22,32% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 329 trabajadores (16,73% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Un trabajador (0,05% del total) ha recibido dosis comprendidas entre 6 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 1,15 mSv/año, que se desglosan en 0,92 mSv/año para el personal de plantilla y 1,18 mSv/año para el personal de contrata.

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

1.2.6. Central nuclear de Trillo

El número de trabajadores controlados fue de 1.352, a los que corresponde una dosis colectiva de 265 mSv·persona, distribuida

aproximadamente en un 7% entre el personal de plantilla y un 93% entre el personal de contrata.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 791 trabajadores (58,51% del total) no han reportado dosis significativas.
- 496 trabajadores (36,69% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 65 trabajadores (4,81% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 6 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,47 mSv/año, que se desglosan en 0,31 mSv/año para el personal de plantilla y 0,49 mSv/año para el personal de contrata.

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

I.3. Resultados dosimétricos en el ciclo del combustible, residuos e instalaciones nucleares en desmantelamiento

Durante el año 2011 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en el ámbito de las instalaciones del ciclo de combustible, residuos y en las centrales nucleares

Vandellós I (periodo de latencia) y José Cabrera (fase de desmantelamiento) y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 1.144 personas, cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 277 mSv·persona.

La distribución de las dosis individuales en estos sectores laborales supone que, de ese total de 1.144 trabajadores:

- 869 trabajadores (75,96% del total) no han reportado dosis significativas.
- 192 trabajadores (16,78% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 79 trabajadores (6,91% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Cuatro trabajadores (0,35% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 6 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 1,01 mSv/año.

I.3.1. Fábrica de Juzbado (Enusa)

El número de trabajadores controlados fue de 502, a los que corresponde una dosis colectiva de 75 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 393 trabajadores (78,29% del total) no han reportado dosis significativas.
- 77 trabajadores (15,34% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 32 trabajadores (6,37% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 6 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,68 mSv/año.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles a 98 personas mediante medida directa de la radiactividad corporal. En ningún caso se detectó contaminación interna superior al nivel de registro.

1.3.2. Planta Quercus (Enusa)

Desde enero de 2003, esta instalación se encuentra en situación de parada definitiva de las actividades productivas.

El número de trabajadores controlados fue de 22, a los que corresponde una dosis colectiva de 0,77 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 18 trabajadores (81,82% del total) no han reportado dosis significativas.
- Cuatro trabajadores (18,18% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 1 mSv.

Si se consideran únicamente el trabajador con dosis significativa, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,19 mSv/año.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles a 18 personas mediante análisis de excretas. En ningún caso se detectó contaminación interna superior al nivel de registro.

1.3.3. Instalación de almacenamiento de residuos de Sierra Albarrana (Enresa)

El número de trabajadores controlados fue de 235, a los que corresponde una dosis colectiva de 4 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 222 trabajadores (94,47% del total) no han reportado dosis significativas.
- 13 trabajadores (5,53% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 1 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,31 mSv/año.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles a 139 personas mediante medida directa de la radiactividad corporal. En ningún caso se detectó contaminación interna superior al nivel de registro.

1.3.4. Central nuclear Vandellós I

Desde el 17 de enero de 2005 esta instalación se encuentra en fase de latencia.

El número de personas controladas fue de cinco, a las que corresponde una dosis colectiva de 0 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

Cinco trabajadores (100% del total) no han reportado dosis significativas.

En lo que se refiere a la dosimetría interna, se han realizado controles mediante medida directa de la radiactividad corporal a un total de cinco personas. En ningún caso se detectó contaminación interna superior al nivel de registro.

1.3.5. Central nuclear José Cabrera

El número de personas controladas durante el año 2011 fue de 351, a las que corresponde una dosis colectiva de 190 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 211 trabajadores (60,11% del total) no han recibido dosis significativas.
- 91 trabajadores (25,93% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 45 trabajadores (12,82% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.

Cuatro trabajadores (1,14% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 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 1,35 mSv/año.

1.3.6. Otros⁸

El número de trabajadores controlados fue de 49, a los que corresponde una dosis colectiva de 8 mSv·persona.

8. En este grupo se incluyen TE pertenecientes a actividades de minería y actividades de desmantelamientos no vinculadas a centrales nucleares.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 37 trabajadores (75,51% del total) no han reportado dosis significativas.
- 10 trabajadores (20,41% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- Dos trabajadores (4,08% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 6 mSv.

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

I.4. Resultados dosimétricos en otros tipos de instalaciones

Dentro de este apartado se ha considerado la siguiente clasificación:

- Centros de investigación y/o docencia.
- Entidades de transporte: transporte de residuos y de material radiactivo.
- Consejo de Seguridad Nuclear.

Durante el año 2011 el número de trabajadores expuestos que desarrollaron su actividad en estos ámbitos y que fueron controlados dosimétricamente se cifra en 6.420 personas,

cuyas lecturas dosimétricas suponen una dosis colectiva de 692 mSv·persona.

La distribución de las dosis individuales en estos sectores laborales supone que, de ese total de 6.420 trabajadores:

- 4.901 trabajadores (76,34% del total) no han reportado dosis significativas.
- 1.406 trabajadores (21,90% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 100 trabajadores (1,56% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 12 trabajadores (0,19% del total) han recibido dosis comprendida entre 6 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,02% del total) ha recibido dosis comprendida entre 20 y 50 mSv.
- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 50 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,46 mSv/año.

I.4.1. Centros de investigación y/o docencia

El número de trabajadores controlados fue de 6.094, a los que corresponde una dosis colectiva de 519 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 4.659 trabajadores (76,45% del total) no han reportado dosis significativas.
- 1.365 trabajadores (22,40% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 65 trabajadores (1,07% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Cuatro trabajadores (0,07% del total) han recibido dosis comprendida entre 6 y 20 mSv.
- Un trabajador (0,02% del total) ha recibido dosis comprendida entre 20 y 50 mSv.

Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 50 mSv.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas, la dosis individual media en este colectivo de trabajadores resulta ser de 0,36 mSv/año.

1.4.2. Entidades de transporte

El número de trabajadores controlados fue de 135, a los que corresponde una dosis colectiva de 172 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 56 trabajadores (41,48% del total) no han reportado dosis significativas.
- 36 trabajadores (26,67% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 35 trabajadores (25,93% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- Ocho trabajadores (5,93% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 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 2,18 mSv/año.

1.4.3. Consejo de Seguridad Nuclear

El número de trabajadores controlados ha sido de 191, a los que corresponde una dosis colectiva de 1,36 mSv·persona.

A modo de resumen cabe señalar que:

- 186 trabajadores (97,38% del total) no han reportado dosis significativas.
- Cinco trabajadores (2,62% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

- Ningún trabajador ha recibido dosis superiores a 1 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.

I.5. Resultados dosimétricos globales

A modo de resumen de los datos dosimétricos presentados en este informe, cabe señalar que para el conjunto de las instalaciones nucleares y radiactivas de nuestro país, durante el año 2011 el número de trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes y que fueron controlados dosiméricamente asciende a 107.046, a los que corresponde una dosis colectiva de 23.242 mSv·persona.

La distribución de las dosis individuales supone que, de ese total de 107.046 trabajadores:

- 77.937 trabajadores (72,81% del total) no han recibido dosis significativas.

- 23.818 trabajadores (22,25% del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.

- 4.722 trabajadores (4,41% del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.

- 553 trabajadores (0,52% del total) han recibido dosis comprendidas entre 6 y 20 mSv.

- 14 trabajadores (0,01% del total) han recibido dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv.

- Dos trabajadores (0,002% del total) constituyen casos de potencial superación del límite anual de dosis efectiva establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes al haberse registrado valores de dosis superiores a 50 mSv/año.

Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial superación de los límites de dosis anuales, la dosis individual media en el conjunto de los trabajadores expuestos en España resulta ser de 0,80 mSv/año.

II. Asignación administrativa de dosis

II. Asignación administrativa de dosis

Como se ha indicado anteriormente, y por no falsear las estadísticas, en las valoraciones realizadas a lo largo de este informe no se han contabilizado las dosis administrativas que, como resultado de la política implantada por el CSN desde abril de 2003, se vienen asignando a aquellos trabajadores expuestos que no recambian sus dosímetros durante tres meses consecutivos.

Por ello, con el fin de valorar lo que suponen estas dosis administrativas en la práctica, en este apartado se presenta un análisis detallado del proceso de asignación de dosis administrativas a lo largo del año 2011.

El número total de trabajadores a los que se han asignado dosis administrativas es de 7.911, a los que correspondería una dosis colectiva de 78.892 mSv·persona como resultado de dicha asignación. Teniendo en cuenta que la dosis colectiva procedente de las lecturas de los dosímetros de los trabajadores expuestos es de 23.242 mSv·persona (apartado I.5) resulta que:

- La dosis colectiva total en el año 2011, incluyendo las dosis administrativas, sería de 101.964 mSv·persona.
- La dosis colectiva asociada a las dosis administrativas (78.892 mSv·persona) supondría un 77 % de esa dosis colectiva total.

Del total de trabajadores expuestos a los que se han asignado dosis administrativas (7.911), hay 2.927 trabajadores cuya asignación de dosis obedece a que no han cambiado su dosímetro durante un periodo de tiempo igual o superior a seis meses, 490 de esos trabajadores no han recambiado su dosímetro en 12 meses.

En lo que se refiere a cómo se distribuyen estos trabajadores en función del sector en el que desarrollan su actividad laboral hay que señalar que, de los 7.911 trabajadores a los que se han asignado dosis administrativas:

- 7.735 trabajadores (97,8 % del total) desarrollaron su actividad laboral en el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas.
- 149 trabajadores (1,9 %) del total desarrollaron su actividad laboral en el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales.
- 28 trabajadores (0,4 % del total) desarrollaron su actividad laboral en otros tipos de instalaciones radiactivas.

Por este motivo, conviene expresar las cifras anteriores en términos relativos y, para ello, si se tiene en cuenta el número total de trabajadores expuestos en cada uno de los sectores indicados resulta que los 7.735 trabajadores a los que se han asignado dosis administrativas en el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas representan un 9,3 % del total de trabajadores en este ámbito (que incluyendo

los trabajadores que no recambiaron su dosímetro asciende a 83.312).

- Los 149 trabajadores a los que se han asignado dosis administrativas en el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales representa un 1,9 % del total de trabajadores en este ámbito (7.867).
- Los 28 trabajadores a los que se han asignado dosis administrativas en otros tipos de instalaciones radiactivas representan un 0,82 % del total de trabajadores en estos ámbitos (6.423).

Por otra parte, del total de 7.735 trabajadores a los que se han asignado dosis administrativas en el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas:

- 3.864 trabajadores (50 % del total) desarrollaron su actividad laboral en el ámbito del radiodiagnóstico.
- 1.229 trabajadores (15,9 % del total) desarrollaron su actividad laboral en el ámbito de la odontología.

- 121 trabajadores (1,6 % del total) desarrollaron su actividad laboral en el ámbito de la radioterapia.
- 86 trabajadores (1,1 % del total) desarrollaron su actividad laboral en el ámbito de la medicina nuclear.
- 2.438 trabajadores (31,5 % del total) desarrollaron su actividad laboral en otros ámbitos.

Por tanto, las actuaciones del CSN encaminadas a corregir aquellas situaciones (no recambio mensual del dosímetro) que conducen a la asignación administrativa de dosis están enfocadas, de forma prioritaria, en el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas y, en particular, en el sector de radiodiagnóstico.

Dichas actuaciones deberían analizarse y discutirse con las sociedades profesionales (SEPR, SEFM, etc.) que tienen como asociados a los responsables de la protección radiológica en el ámbito sanitario de nuestro país.

III. Resumen y conclusiones

III. Resumen y conclusiones

Como hecho destacable hay que señalar que, aunque la legislación española de protección radiológica permite que un trabajador expuesto pueda recibir una dosis de hasta 50 mSv en un año⁹, la realidad es que en el año 2011, y sobre un total de 108.044 trabajadores expuestos, resulta que:

- 101.755 trabajadores (94,18 % del total) han recibido dosis inferiores a 1 mSv.
- 4.722 trabajadores (4,37 % del total) han recibido dosis comprendidas entre 1 y 6 mSv.
- 567 trabajadores (0,52%) han recibido dosis superiores a 6 mSv (e inferiores a 50 mSv).

Estas cifras hacen que la dosis individual media de los trabajadores expuestos en el año 2011 haya sido de 0,80 mSv, lo que representa solo un 1,61 % de la dosis anual máxima permitida en la legislación española.

Se efectúa a continuación un estudio comparativo entre los diferentes sectores laborales en los que se utilizan las radiaciones ionizantes en nuestro país, considerando tres elementos básicos de análisis y evaluación:

1. Número de trabajadores expuestos y dosis colectiva.
2. Dosis individual media.
3. Número de trabajadores expuestos con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv/año.

A la hora de valorar los resultados hay que tener en cuenta que, en el año 2011:

- Estaban en funcionamiento dos reactores nucleares de agua a ebullición (PWR): Garoña y Cofrentes, y seis de reactores nucleares de agua a presión (PWR): Almaraz I y II, Ascó I y II, Vandellós II y Trillo.
- Se llevaron a cabo operaciones de recarga del combustible en todas las centrales salvo en la central Almaraz II.
- Estaban en funcionamiento la fábrica de elementos combustibles de Juzbado y la instalación de almacenamiento de residuos de Sierra Albarrana (El Cabril).
- Se encontraba en fase de parada de actividades productivas la planta de producción de concentrados de uranio Quercus.
- La central nuclear José Cabrera se hallaba en fase de desmantelamiento.

9. Siempre que la dosis total recibida en un periodo de cinco años consecutivos no exceda de 100 mSv.

III.1. Número de trabajadores expuestos y dosis colectivas

- El número de trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes, y que fueron controlados dosimétricamente, durante el año 2011 asciende a 107.046 a los que corresponde una dosis colectiva de 23.242 mSv·persona¹⁰, que se distribuyen sectorialmente según muestra la siguiente tabla:

	Nº trabajadores	Dosis colectiva (mSv·persona)
Instalaciones radiactivas médicas	82.330	12.316
Instalaciones radiactivas industriales	7.853	2.929
Centrales nucleares	9.861	7.029
Ciclo combustible, residuos y desmantelamiento	1.144	277
Otras instalaciones	6.420	692
Total	107.046	23.242

Esta información aparece representada gráficamente en las siguientes figuras del anexo III:

- Figura 1. Número de trabajadores en instalaciones radiactivas médicas e industriales.

- Figura 2. Número de trabajadores por intervalo de dosis en instalaciones radiactivas médicas e industriales.

- Figura 3. Dosis colectiva en instalaciones radiactivas médicas e industriales.

- Figura 4. Número de trabajadores y dosis colectiva en centrales nucleares.

- Figura 5. Número de trabajadores por intervalo de dosis en centrales nucleares.

- Figura 6. Dosis colectiva en centrales nucleares.

- Figura 7. Dosis colectiva y número de trabajadores por sectores.

- La mayor contribución a la dosis colectiva de los trabajadores expuestos corresponde a las instalaciones radiactivas médicas y, dentro de éstas, a las instalaciones de radiodiagnóstico (4.145 mSv·persona). Asimismo, son estas instalaciones de radiodiagnóstico las más representativas en cuanto al número de trabajadores (43.135 personas, lo que supone un 43% del total de trabajadores expuestos durante al año 2011).

- En el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales la mayor contribución a la dosis colectiva corresponde a las instalaciones de gammagrafía industrial (945 mSv·persona). El ámbito englobado en

10. En relación con este valor hay que indicar, en primer lugar, que los valores presentes en el *Informe del Consejo de Seguridad Nuclear al Congreso de los Diputados y al Senado. Año 2011* contemplaban las dosis administrativas. Asimismo, en dicho Informe anual no se incluye información relativa al personal del Consejo de Seguridad Nuclear y desde la fecha de elaboración del mismo se han llevado a cabo revisiones de la información remitida por los SDP para su carga en el BDN.

“Comercialización y asistencia técnica” es el más representativo en cuanto al número de trabajadores expuestos (1.759 personas).

- Dentro del ámbito “otras instalaciones” son los centros de investigación/docencia los que más contribuyen a la dosis colectiva (519 mSv·persona) y son también los más representativos en cuanto al número de trabajadores expuestos (6.094 personas).
- En el sector nuclear la dosis colectiva media por reactor a lo largo del año 2011 ha sido de 879 mSv·persona, superior a la correspondiente del año 2010 (380 mSv·persona), lo cual está directamente relacionado con el hecho de que en 2011 se produjeron más paradas de recarga del combustible (cinco en 2010 frente a siete en 2011).
- Con el fin de efectuar una valoración global de la dosimetría de los trabajadores expuestos en el sector nucleoelectrico español, en las figuras 8 y 9 del anexo III se muestra la evolución temporal de la dosis colectiva media trienal por reactor para las centrales nucleares españolas de agua a presión (PWR) y a ebullición (BWR), y se comparan dichas dosis con los valores registrados en el ámbito internacional¹¹.

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

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

- Para los reactores tipo PWR (figura 8):
 - Se observa un ligero aumento de la dosis colectiva por reactor respecto al trienio anterior, dentro de la tendencia que se viene observando en los últimos años.
 - La situación de las dosis ocupacionales en las centrales nucleares españolas de esta tecnología continúa mostrando valores inferiores que los presentados en las centrales de los países de nuestro entorno tecnológico.
- Para los reactores tipo BWR (figura 9):
 - Durante el trienio 2009-2011 se observa también un aumento de las dosis colectivas medias trienales respecto al trienio anterior debido a que durante los años 2009 y 2011 las dos centrales BWR del parque español efectuaron paradas de recargas. La dosis colectiva media trienal se ve afectada por el mayor valor alcanzado en las recargas en la central nuclear de Cofrentes.
 - La dosis colectiva media trienal de los reactores de agua en ebullición en el trienio 2009-2011 es del mismo

orden que la obtenida en el trienio 2006-2008.

- Teniendo en cuenta lo que se indica en el párrafo anterior, las dosis en los reactores tipo BWR, son superiores a los valores de dosis colectiva media trienal de las centrales del resto de los países de nuestro entorno tecnológico.
- Dentro del sector nuclear, es en la central nuclear de Cofrentes donde se registra la dosis colectiva más elevada (2.971 mSv·persona).

Por el contrario, es la central nuclear de Trillo la que presenta valores de dosis colectiva inferiores a los del resto de centrales en operación (265 mSv·persona).

- Dentro del sector del ciclo de combustible, residuos e instalaciones nucleares en desmantelamiento, es la fábrica de combustible de Juzbado (75 mSv·persona) la que contribuye en mayor medida a los valores de dosis colectiva registrados.

III.2. Dosis individuales medias

- Si se consideran únicamente los trabajadores con dosis significativas y se excluyen los casos de potencial sobreexposición, la dosis individual media correspondiente al año 2011, para el global de los trabajadores expuestos del país, resulta ser de

0,80 mSv/año. Los valores de este parámetro en cada uno de los sectores considerados se indican en la tabla siguiente:

	Dosis individual media (mSv/año)
.....	
Instalaciones radiactivas médicas	0,59
Instalaciones radiactivas industriales	1,29
Centrales nucleares	1,63
Ciclo combustible, residuos y desmantelamiento	1,01
Otras instalaciones	0,46

Esta información aparece representada gráficamente en las siguientes figuras del anexo III:

- Figura 10. Dosis individual media por sectores.
- Figura 11. Dosis individual media en instalaciones radiactivas médicas e industriales.
- Figura 12. Dosis individual media en centrales nucleares.

- Dentro de estos sectores laborales, son las instalaciones radiactivas industriales las que registran la dosis individual media más elevada (1,29 mSv/año) superior a la registrada en las instalaciones médicas (0,59 mSv/año), debiéndose destacar que:

- En el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales, son las instalaciones de control de procesos las que registran una dosis individual media más alta (2,23 mSv/año).
- En el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas, son las instalaciones de medicina nuclear las que registran una dosis individual media más alta (1,83 mSv/año).
- Dentro del sector de centrales nucleares, la dosis individual media es de 1,63 mSv·persona, siendo el personal de contrata el que más contribuye a este valor (1,72 mSv/año frente a 1,09 mSv/año para el personal de plantilla). Esta tendencia es general a nivel internacional y obedece a que la realización de los trabajos radiológicamente más significativos (mantenimiento mecánico, reparaciones, etc.) se realiza habitualmente por personal de contrata. La dosis individual media más alta (2,43 mSv/año) se registra en la central nuclear de Cofrentes, y la más baja (0,47 mSv/año) en la central nuclear de Trillo.
- Dentro del sector que se ha denominado “otras instalaciones” se encuentran los trabajadores expuestos implicados en actividades de transporte, quienes registran el valor más alto de dosis individual media (2,18 mSv/año). Esta situación ya se puso en evidencia en años anteriores, lo que motivó que el CSN acometiera la implementación

de una serie de medidas encaminadas a disminuir las dosis en este sector.

- Dentro del sector “ciclo del combustible, residuos y desmantelamiento”, es la central en desmantelamiento José Cabrera la que contribuye en mayor medida a los valores de dosis individual media con 1,35 mSv/año.
- 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 2011. 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, en torno a un 99 % de los trabajadores ha recibido dosis inferiores a 6 mSv/año.

III.3. Número de trabajadores con dosis superiores a 20 mSv

- Sobre un colectivo total de 107.046 trabajadores expuestos, hay 14 trabajadores

(0,01% del total) que han presentado dosis superiores a 20 mSv/año (sin alcanzar los 50 mSv/año); estos trabajadores se distribuyen según se indica en la tabla siguiente:

	Nº de trabajadores	Nº de trabajadores con dosis >20 mSv ¹²
Instalaciones radiactivas médicas	82.330	6
Instalaciones radiactivas industriales	7.853	7
Centrales nucleares	9.861	–
Ciclo combustible, residuos y desmantelamiento	1.144	–
Otras instalaciones	6.420	1

- Es en el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales donde se registran mayor número de trabajadores con dosis superiores a 20 mSv/año (siete trabajadores), siendo el sector de control de procesos el que más contribuye a esta cifra (con cuatro trabajadores).

- Dentro de las instalaciones radiactivas médicas, en las que se contabilizan seis trabajadores con dosis superiores a 20 mSv/año, es el sector de medicina nuclear el que más contribuye a esta cifra (con tres trabajadores).

En relación con este punto, es necesario aclarar que el Real Decreto 783/2001 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 el límite de dosis, este límite solo se excede cuando se superan 50 mSv en un año.

No obstante, estos trabajadores que exceden 20 mSv en un año deben ser objeto de especial atención puesto que, si esta circunstancia se repitiera año tras año, podrían llegar a exceder el límite de dosis reglamentario.

12. No se incluyen los casos de potencial superación del límite anual de dosis.

IV. Tendencias en la exposición a radiaciones

IV. Tendencias en la exposición a radiaciones

En el anexo I, se presenta la tabla 1 “Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Años 2010 y 2011”, que contiene los resultados obtenidos en este informe frente a los obtenidos en el realizado para el año 2010 con el mismo enfoque, es decir excluyendo las asignaciones administrativas de dosis. A continuación, se efectúa un análisis comparativo de los resultados correspondientes al periodo 2010-2011.

- En el conjunto de las instalaciones nucleares y radiactivas:

- Aumenta el número de TE controlados dosimétricamente en un 1,43% (105.533 en 2010 frente a 107.046 en 2011).

- Aumenta la dosis colectiva en un 4% (22.351 mSv·persona en 2010 frente a 23.242 mSv·persona en 2011).

- Aumenta la dosis individual media en un 9,6% (0,73 mSv/año en 2010 frente a 0,80 mSv/año en 2011).

- Disminuye en un 26,3% el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año (19 en el año 2010 frente a 14 en el año 2011).

- En el ámbito de las instalaciones radiactivas médicas:

- Aumenta el número de TE controlados dosimétricamente en un 1,06% (83.209 en 2010 frente a 82.330 en 2011).

- Disminuye la dosis colectiva en un 18,7% (15.158 mSv·persona en 2010 frente a 12.316 mSv·persona en 2011).

- Disminuye la dosis individual media en un 7,8% (0,64 mSv/año en 2010 frente a 0,59 mSv/año en 2011).

- Disminuye el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año en un 50% (doce en el año 2010 frente a seis en el año 2011).

- En el ámbito de las instalaciones radiactivas industriales:

- Aumenta el número de TE controlados dosimétricamente en un 1,4% (7.745 en 2010 frente a 7.853 en 2011).

- Disminuye la dosis colectiva en un 8,7% (3.207 mSv·persona en 2010 frente a 2.929 mSv·persona en 2011).

- Aumenta la dosis individual media en un 1,6% (1,27 en 2010 frente a 1,29 en 2011).

- Se mantiene el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año (siete en 2010 y 2011).

- En el ámbito de las centrales nucleares:
 - Aumenta el número de TE controlados dosimétricamente en un 22,4% (8.058 en 2010 frente a 9.861 en 2011).
 - Aumenta de manera significativa la dosis colectiva en un 131% (3.037 mSv·persona en 2010 frente a 7.029 mSv·persona en 2011).
 - Aumenta la dosis individual media en un 52,3% (1,07 mSv/año en el 2010 frente a 1,63 mSv/año en el 2011).
 - Se mantiene el número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año (ninguno en los años 2010 y 2011).

Por último, con objeto de disponer de una perspectiva temporal más amplia de lo que ha sido la evolución de las dosis ocupacionales en nuestro país:

- En el anexo II se presentan una serie de tablas que amplían el estudio comparativo realizado en este apartado al periodo comprendido entre 2007 y 2011:
 - Tabla 1. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en instalaciones radiactivas. Años 2007-2011.

- Tabla 2. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en instalaciones radiactivas médicas. Años 2007-2011.
- Tabla 3. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en instalaciones radiactivas industriales. Años 2007-2011.
- Tabla 4. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en centrales nucleares. Años 2007-2011.

- La información recogida en estas tablas aparece representada gráficamente en las siguientes figuras del anexo III:

- Figura 14. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en instalaciones radiactivas médicas e industriales. Años 2007-2011.
- Figura 15. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en instalaciones radiactivas médicas. Años 2007-2011.
- Figura 16. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en instalaciones radiactivas industriales. Años 2007-2011.
- Figura 17. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en centrales nucleares. Años 2007-2011.

- Figura 18. Análisis comparativo del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año en distintos sectores laborales. Años 2007-2011.
- Figura 19. Análisis comparativo del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año en instalaciones radiactivas médicas. Años 2007-2011.
- Figura 20. Análisis comparativo del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año en instalaciones radiactivas industriales. Años 2007-2011.

Anexos

Anexo I. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Años 2010 y 2011

Tabla 1. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Años 2010 y 2011

Categoría ocupacional	Número de trabajadores		Dosis individual media (mSv) ¹		Dosis colectiva (mSv-persona)		Número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv ²	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Centrales nucleares	8.058	9.861	1,07	1,63	3.037	7.029	–	–
Instalaciones radiactivas médicas	83.209	82.330	0,64	0,59	15.158	12.316	12	6
Radiodiagnóstico	44.218	43.135	0,58	0,53	5.340	4.145	9	–
Radioterapia	2.880	2.912	0,43	0,45	205	134	–	–
Medicina nuclear	2.609	2.503	1,8	1,83	2.650	2.347	3	3
Odontología	17.924	18.587	0,52	0,49	4.689	3.676	–	1
Otras	16.850	16.552	0,61	0,64	2.275	2.013	–	2
Instalaciones radiactivas industriales	7.745	7.853	1,27	1,29	3.207	2.929	7	7*
Radiografía industrial	1.306	1.403	1,24	1,94	527	727	1	2
Gammagrafía Industrial	808	848	2,59	1,93	1.358	945	2	–
Control de procesos	1.427	1.408	1,53	2,23	386	461	1	4
Densidad y humedad	1.020	940	0,63	0,56	185	128	1	–
Comercialización-asistencia	1.684	1.759	0,66	0,62	326	314	–	–
Otros	1.582	1.595	0,76	0,71	426	353	2	–
Ciclo del combustible	1.068	1.144	0,69	1,01	124	277	–	–
Otras instalaciones	5.947	6.423	0,52	0,46	824	692	–	1
Total	105.533	107.046	0,73	0,80	22.351	23.242	19	14

1. Sólo trabajadores expuestos con dosis significativas. 2. No se incluyen los casos de potencial superación de los límites de dosis.

* Un trabajador tuvo dosis menores de 20 mSv en dos ramas específicas. La dosis final para ese trabajador resultó mayor de 20 mSv por lo que aparece contabilizado en la rama genérica instalaciones radiactivas industriales.

Anexo II. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Años 2007 a 2011

Tabla 1. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en instalaciones radiactivas. Años 2007-2011

Tipo de instalación	Médicas					Industriales				
	2007	2008	2009	2010	2011	2007	2008	2009	2010	2011
Nº de personas	7.752	81.082	81.831	83.209	82.330	7.264	7.645	7.832	7.745	7.853
Nº personas con dosis significativa	24.559	23.315	22.276	23.785	20.810	2.881	2.797	2.590	2.521	2.275
Dosis colectiva (mSv-persona)	16.569	14.810	14.381	15.158	12.316	2.699	2.962	3.017	3.207	2.929
Dosis individual media (mSv/año)	0,67	0,64	0,65	0,64	0,59	0,94	1,06	1,16	1,27	1,29
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	11	13	13	12	6	7	6	4	7	7

Tabla 2. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en instalaciones radiactivas médicas. Años 2007-2011

Tipo de instalación	Radiodiagnóstico					Radioterapia				
	2007	2008	2009	2010	2011	2007	2008	2009	2010	2011
Nº de personas	43.834	44.621	44.167	44.218	43.135	2.671	2.818	2.876	2.880	2.912
Nº personas con dosis significativa	10.480	9.852	8.970	9.212	7.799	550	484	426	480	298
Dosis colectiva (mSv-persona)	6.045	5.502	5.293	5.340	4.145	256	263	201	205	134
Dosis individual media (mSv/año)	0,58	0,56	0,59	0,58	0,53	0,47	0,54	0,47	0,43	0,45
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	7	5	11	9	-	-	1	-	-	-

Tipo de instalación	Medicina nuclear					Odontología				
	2007	2008	2009	2010	2011	2007	2008	2009	2010	2011
Nº de personas	2.357	2.513	2.526	2.609	2.503	15.943	16.535	17.138	17.924	18.587
Nº personas con dosis significativa	1.504	1.463	1.407	1.474	1.285	245	8.250	8.419	9.029	8.380
Dosis colectiva (mSv-persona)	2.461	2.506	2.580	2.650	2.347	5.337	4.183	4.186	4.689	3.676
Dosis individual media (mSv/año)	1,64	1,71	1,83	1,80	1,83	0,62	0,51	0,50	0,52	0,44
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	1	3	1	3	3	3	2	-	-	1

Tabla 3. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en instalaciones radiactivas industriales. Años 2007-2011

Tipo de instalación	Radiología					Gammagrafía				
	Año	2007	2008	2009	2010	2011	2007	2008	2009	2010
Nº de personas	1.138	1.253	1.270	1.306	1.403	952	834	852	808	848
Nº personas con dosis significativa	469	509	432	426	374	571	533	559	527	490
Dosis colectiva (mSv-persona)	265	627	576	527	727	985	1.194	1.278	1.358	945
Dosis individual media (mSv/año)	0,57	1,23	1,33	1,24	1,94	1,73	2,24	2,29	2,59	1,93
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	-	1	-	1	2	1	-	-	-	-

Tipo de instalación	Control de procesos				
	Año	2007	2008	2009	2010
Nº de personas	1.398	1.470	1.481	1.427	1.408
Nº personas con dosis significativa	333	305	280	252	207
Dosis colectiva (mSv-persona)	221	171	255	386	461
Dosis individual media (mSv.año)	0,66	0,56	0,91	1,53	2,23
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	-	-	-	1	4

Tabla 4. Análisis comparativo de dosis ocupacionales en centrales nucleares. Años 2007-2011

Tipo de trabajo	Plantilla					Contrata				
	Año	2007	2008	2009	2010	2011	2007	2008	2009	2010
Nº de personas	1.958	1.956	2.043	2.099	2.173	6.261	4.991	7.672	6.112	7.807
Nº personas con dosis significativa	729	538	703	478	674	3.448	2.018	4.094	2.376	3.660
Dosis colectiva (mSv-persona)	1.107	456	839	357	738	10.514	2.428	8.378	2.679	6.291
Dosis individual media (mSv/año)	1,52	0,85	1,19	0,75	1,09	3,05	1,20	2,05	1,13	1,72
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-

Tipo de trabajo	Total				
	Año	2007	2008	2009	2010
Nº de personas	8.152	6.898	9.580	8.058	9.861
Nº personas con dosis significativa	4.149	2.554	4.771	2.844	4.314
Dosis colectiva (mSv-persona)	11.620	2.884	9.217	3.037	7.029
Dosis individual media (mSv.año)	2,80	1,13	1,93	1,07	1,63
Nº personas dosis entre 20-50 mSv/año	40	-	-	-	-

Anexo III. Análisis comparativo de dosis ocupacionales. Figuras

Figura 1. Número de trabajadores en instalaciones radiactivas médicas e industriales (año 2011)

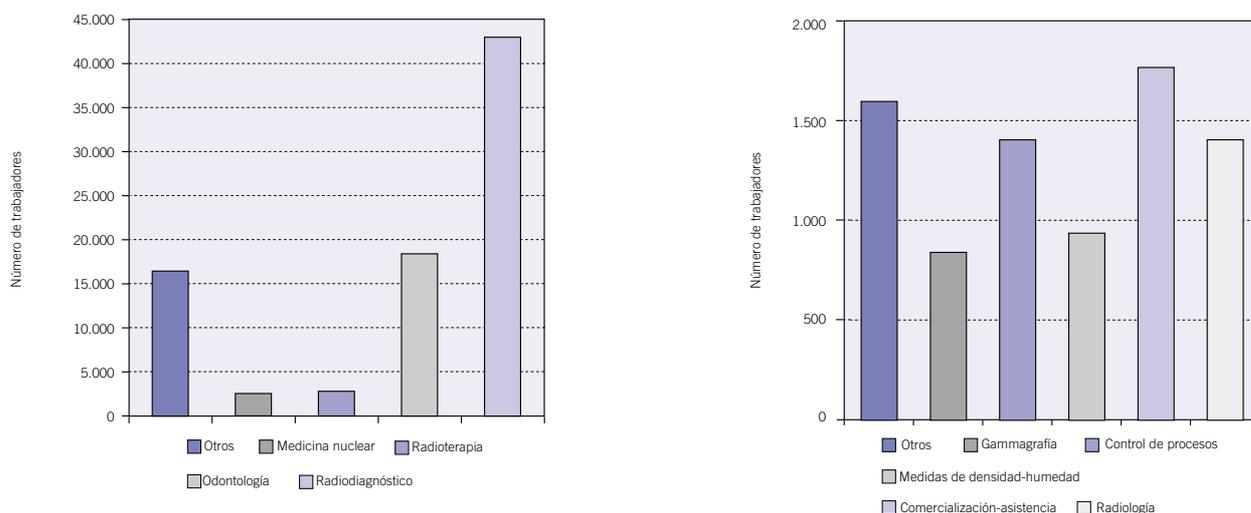


Figura 2. Número de trabajadores por intervalo de dosis en instalaciones radiactivas médicas e industriales (año 2011)

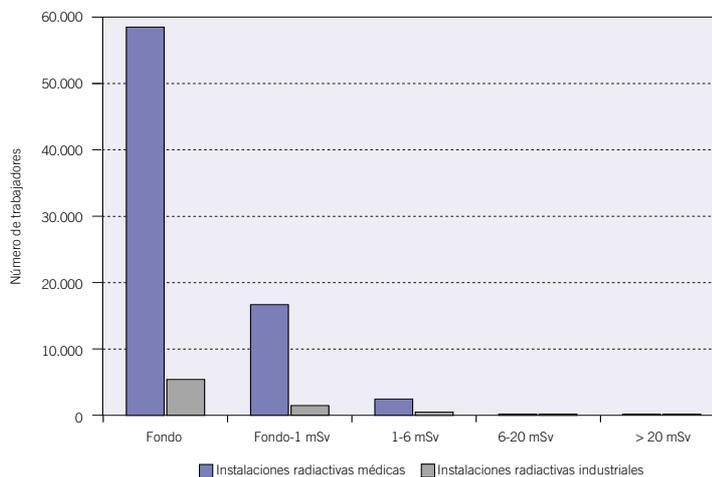


Figura 3. Dosis colectiva en instalaciones radiactivas médicas e industriales (año 2011)

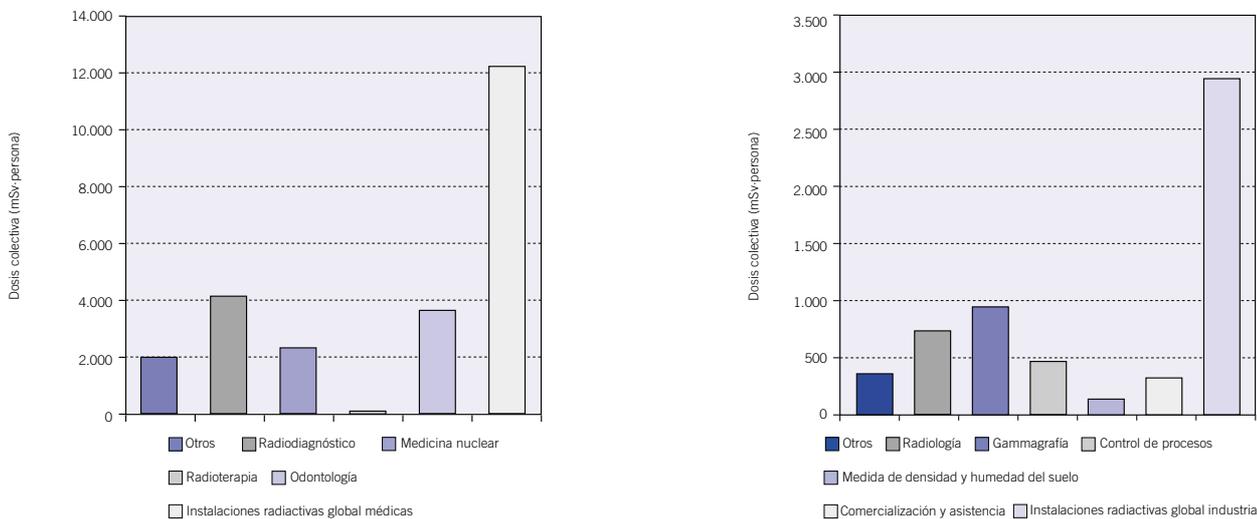


Figura 4. Número de trabajadores y dosis colectiva en centrales nucleares (año 2011)

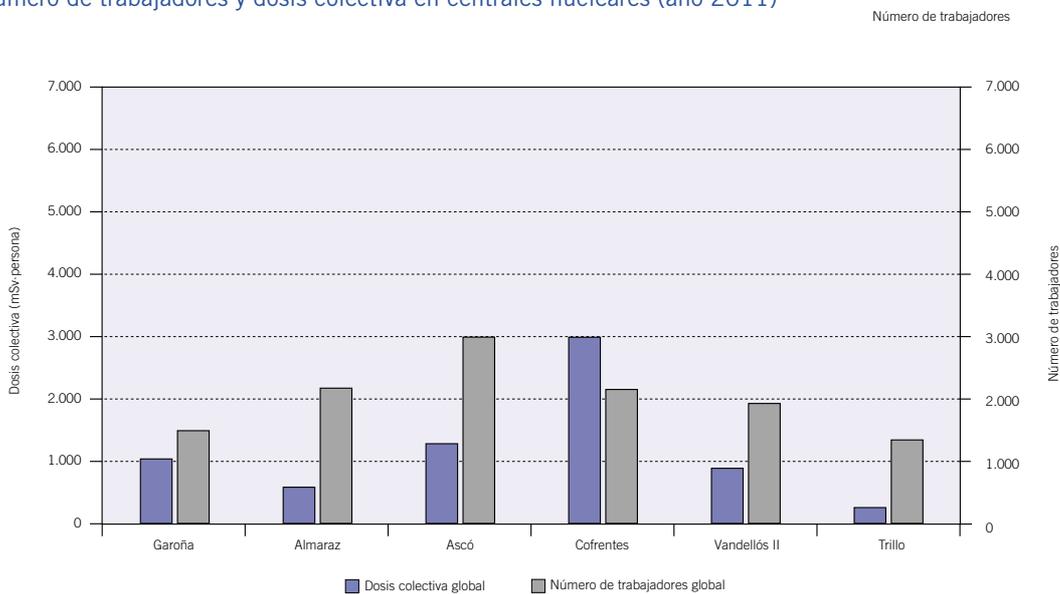


Figura 5. Número de trabajadores por intervalo de dosis en centrales nucleares españolas (año 2011)

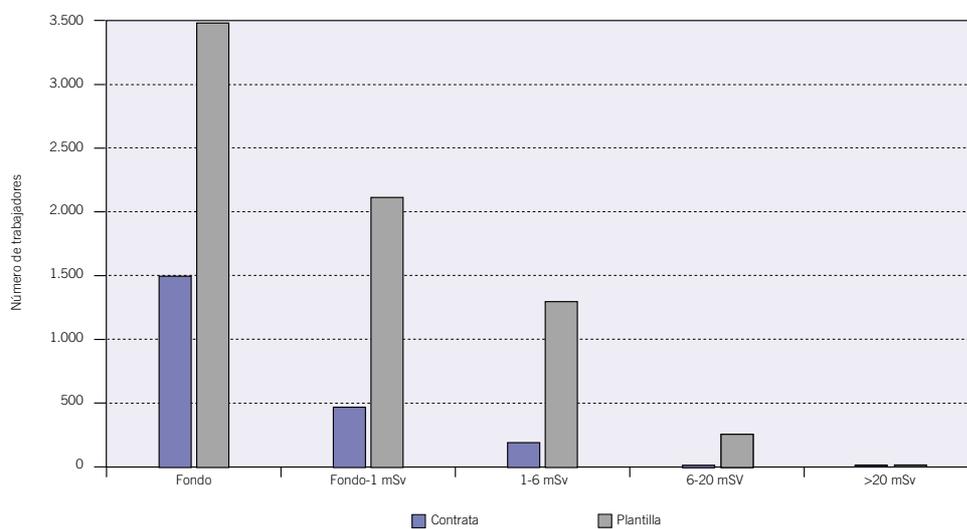


Figura 6. Dosis colectiva de trabajadores en centrales nucleares (año 2011)

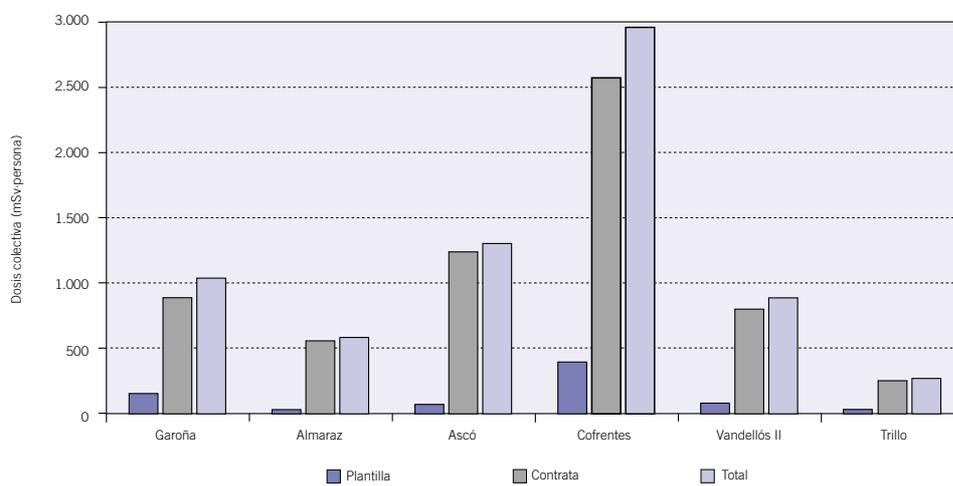


Figura 7. Dosis colectiva y número de trabajadores por sectores (año 2011)

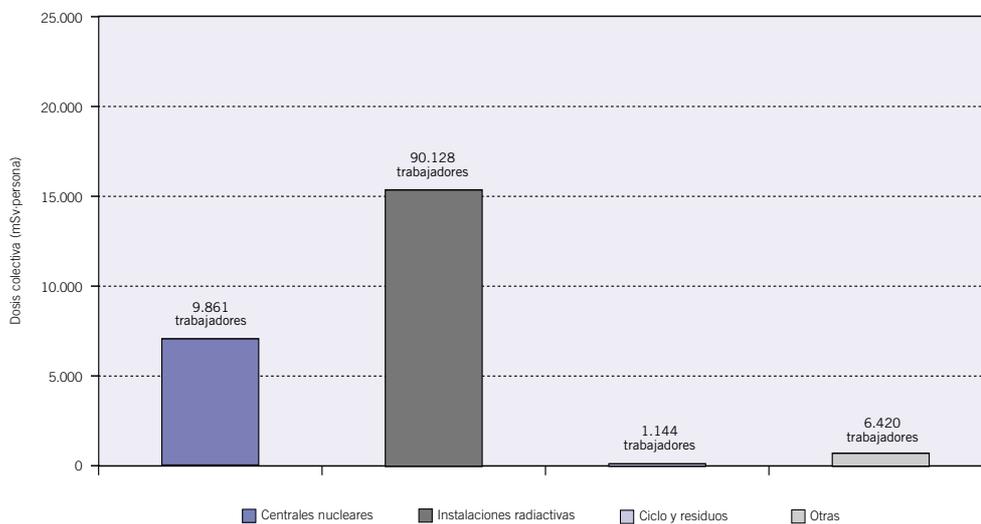
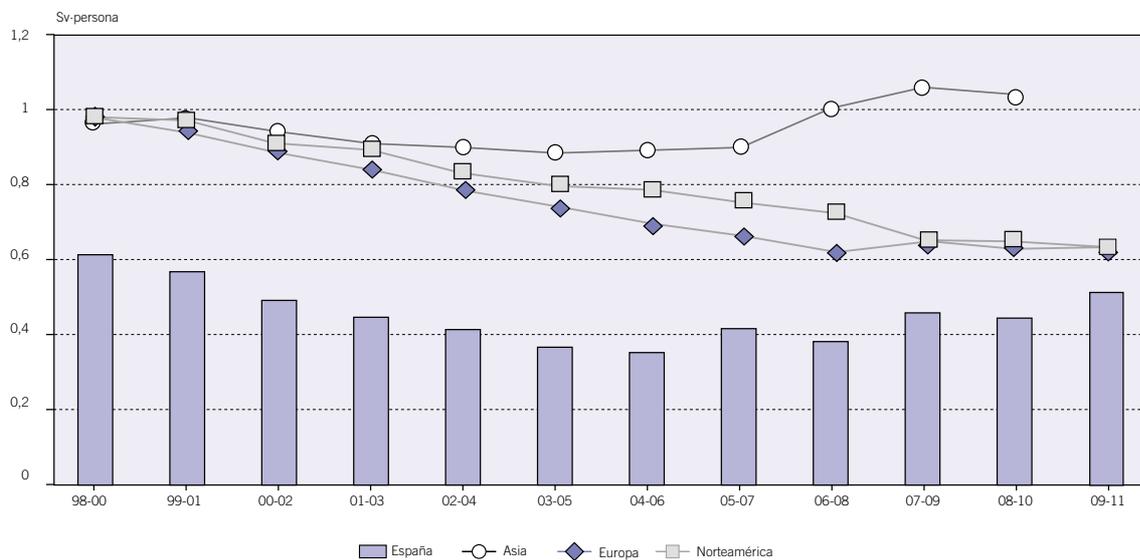
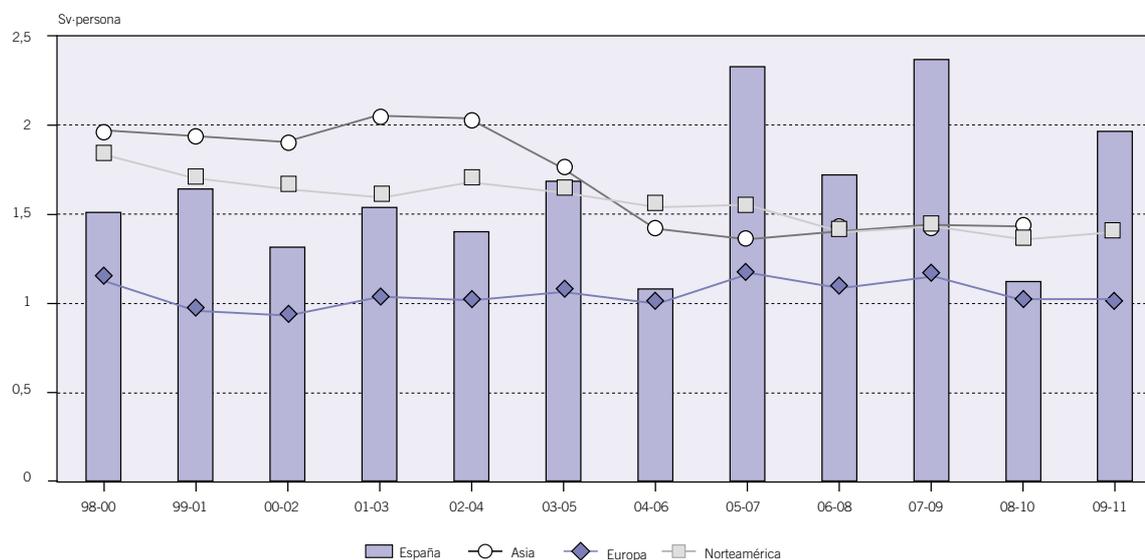


Figura 8. Dosis colectiva media trienal (Sv-persona) por reactor para reactores de tipo PWR. Comparación internacional



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

Figura 9. Dosis colectiva media trienal (Sv.persona) por reactor para reactores de tipo BWR. Comparación internacional



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

Figura 10. Dosis individual media por sectores (año 2011)

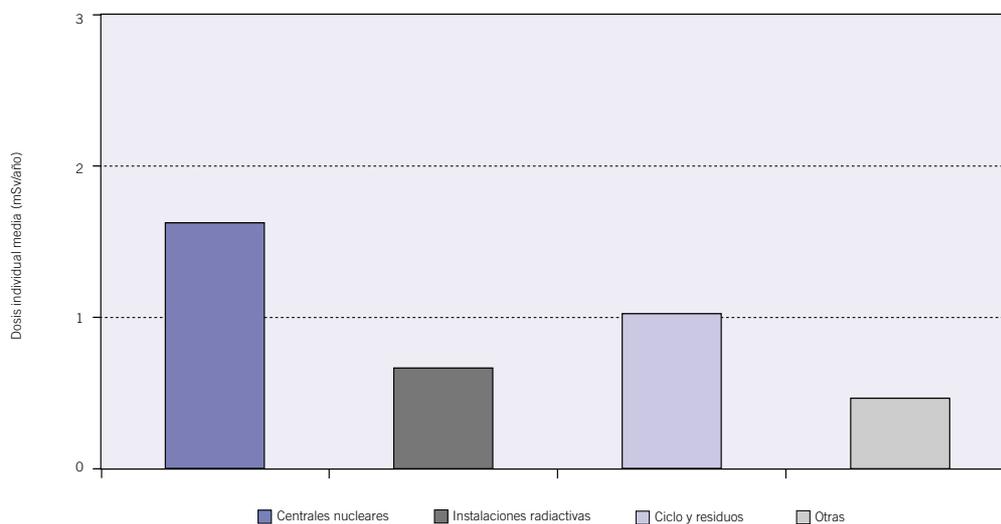


Figura 11. Dosis individual media en instalaciones radiactivas médicas e industriales (año 2011)

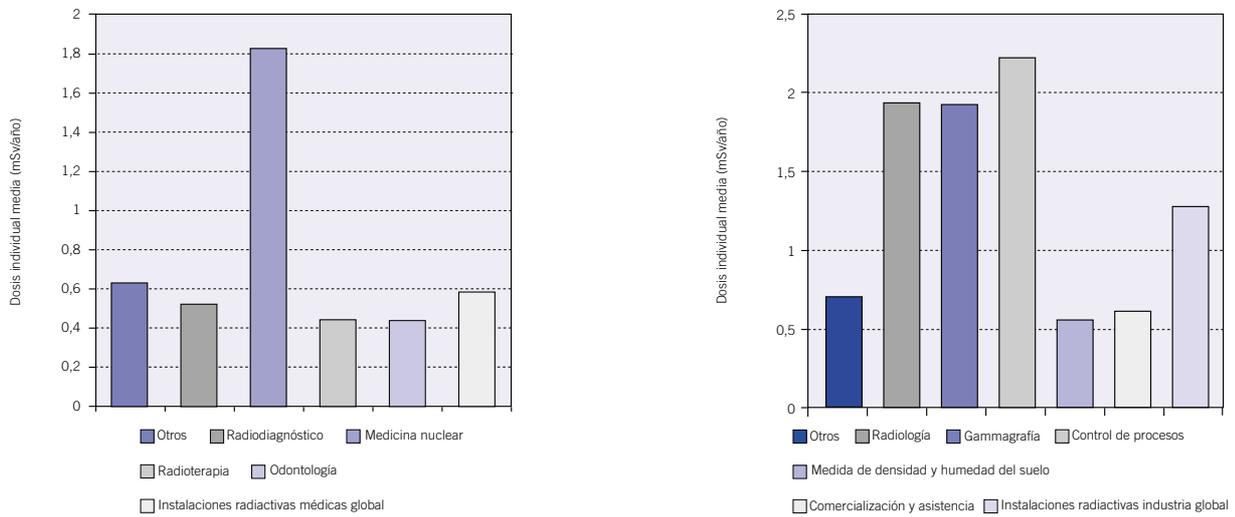


Figura 12. Dosis individual media en centrales nucleares (año 2011)

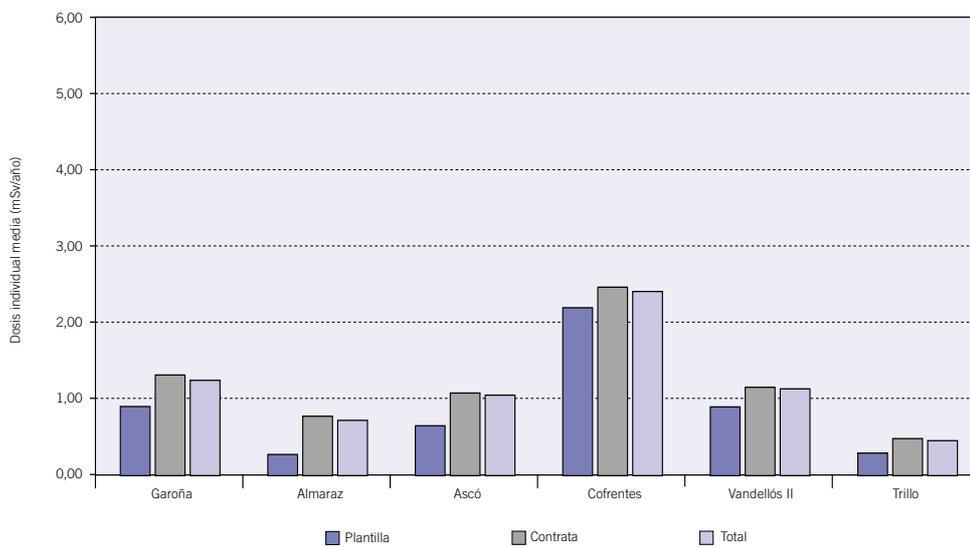


Figura 13. Distribución de las dosis de los trabajadores expuestos (año 2011)

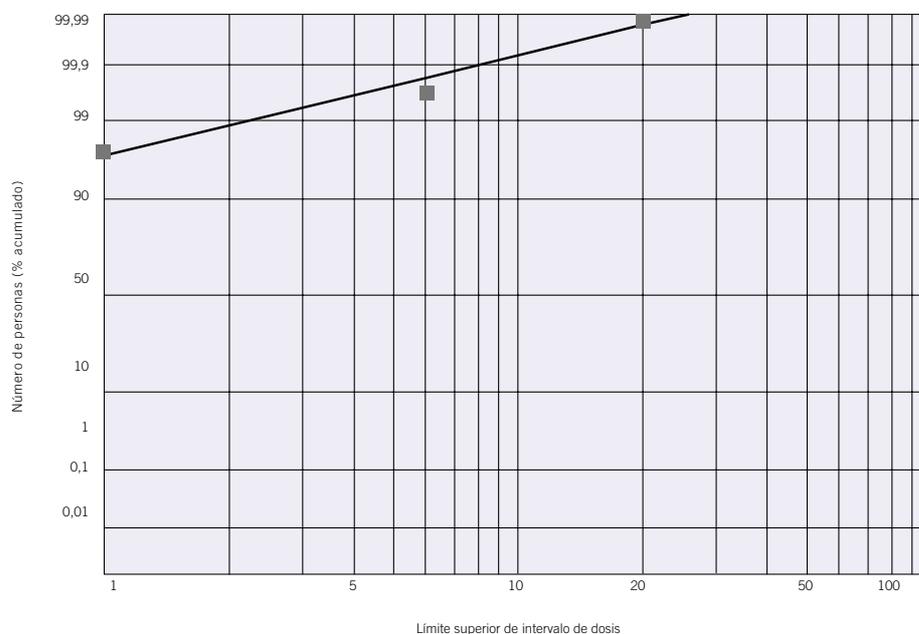


Figura 14. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en instalaciones radiactivas médicas e industriales. Años 2007-2011

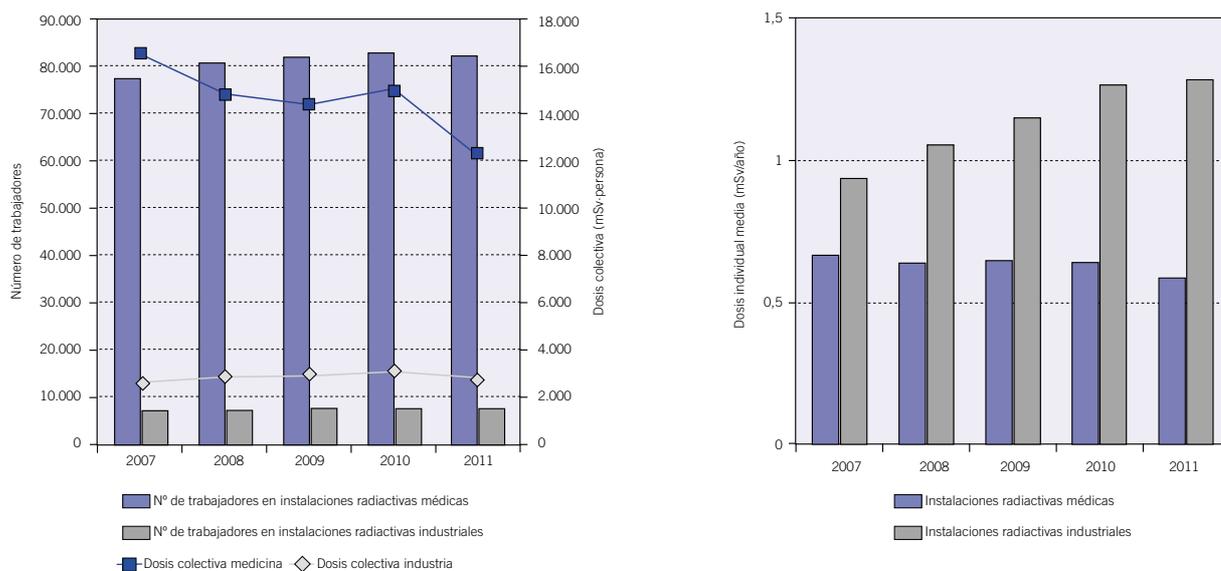


Figura 15. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en instalaciones radiactivas médicas. Años 2007-2011

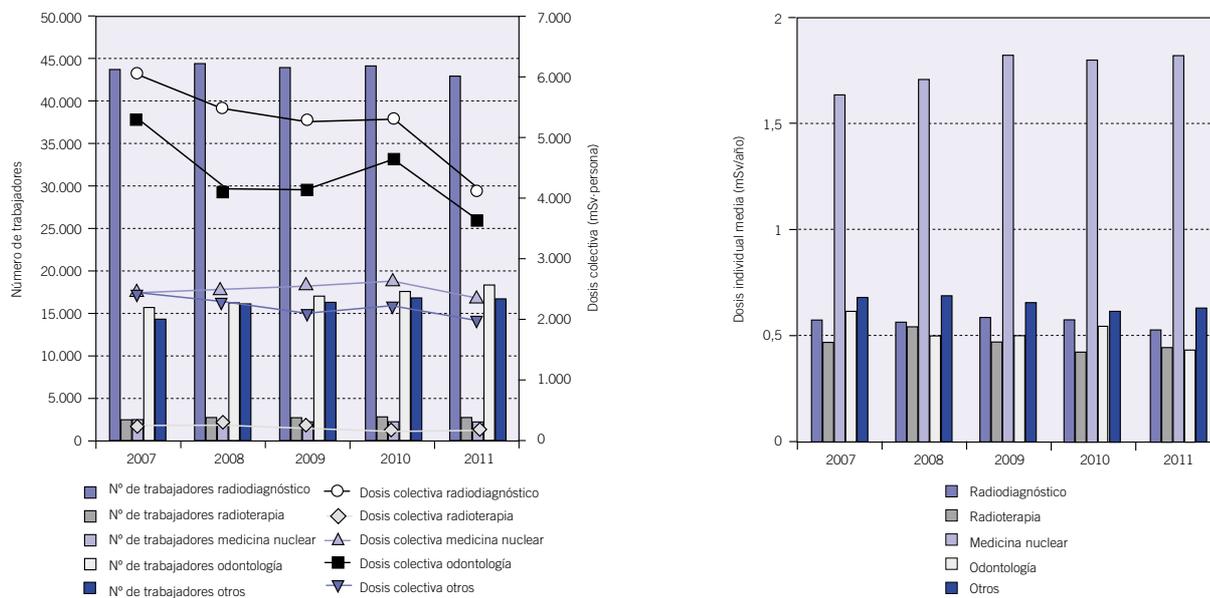


Figura 16. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en instalaciones radiactivas industriales. Años 2007-2011

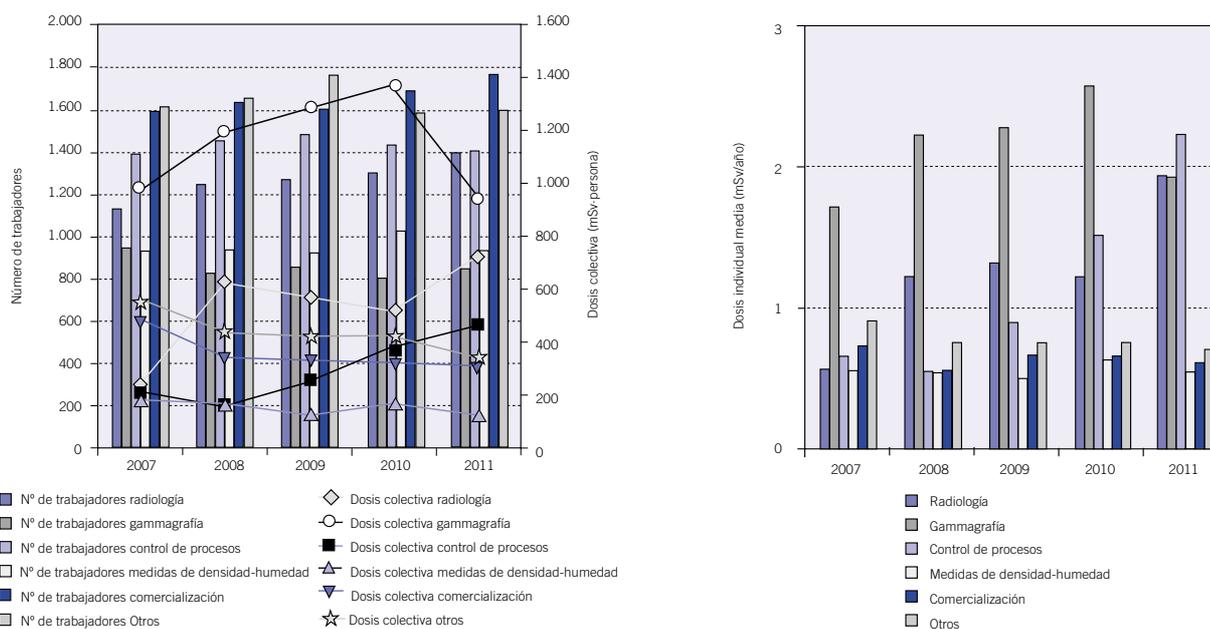


Figura 17. Análisis comparativo de la dosis colectiva y la dosis individual media en centrales nucleares. Años 2007-2011

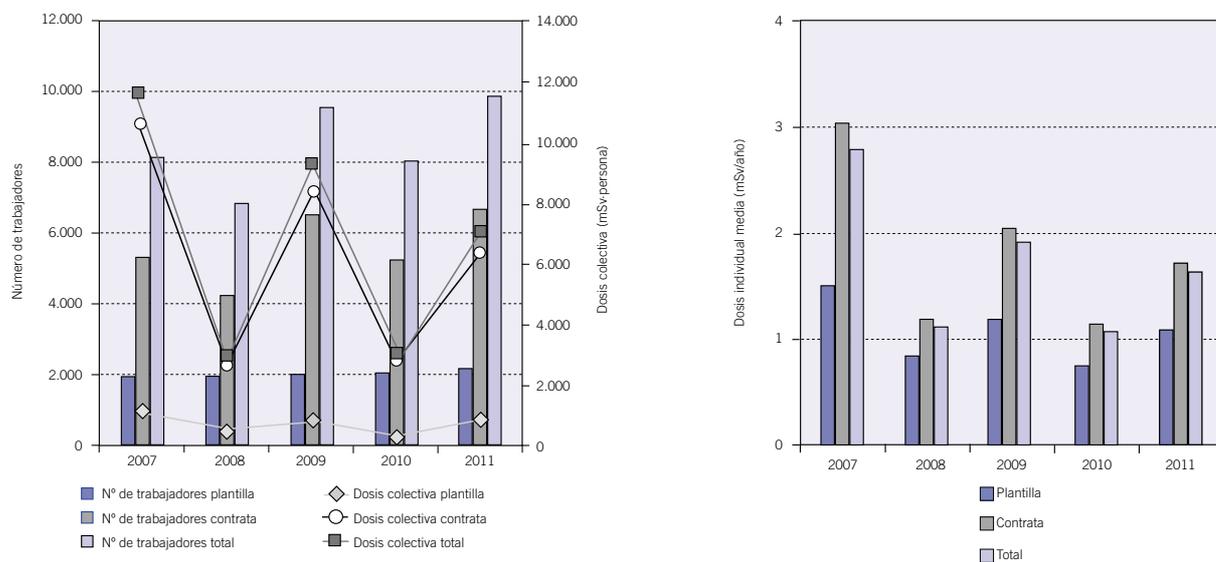


Figura 18. Análisis comparativo del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv/año en los distintos sectores laborales. Años 2007-2011

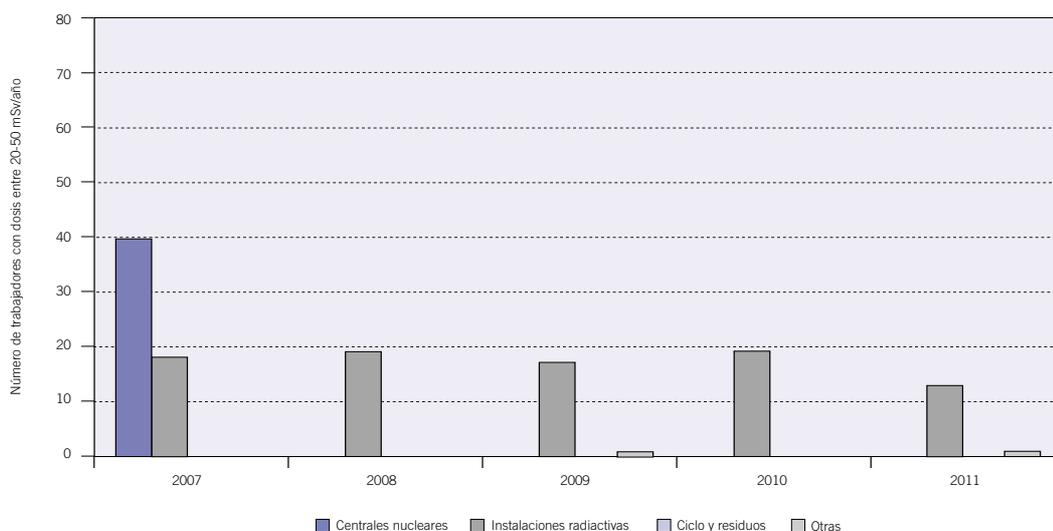


Figura 19. Análisis comparativo del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año en instalaciones radiactivas médicas. Años 2007-2011

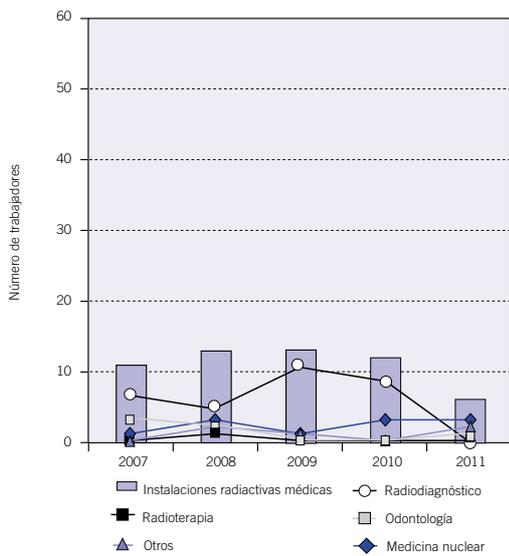
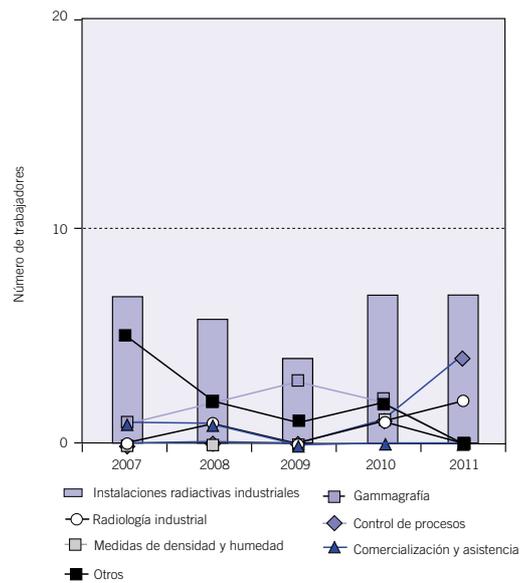


Figura 20. Análisis comparativo del número de trabajadores con dosis comprendidas entre 20 y 50 mSv por año en instalaciones radiactivas industriales. Años 2007-2011



**La dosimetría de los
trabajadores expuestos
en España durante
el año 2011**

Estudio Sectorial

Colección Documentos
22.2013