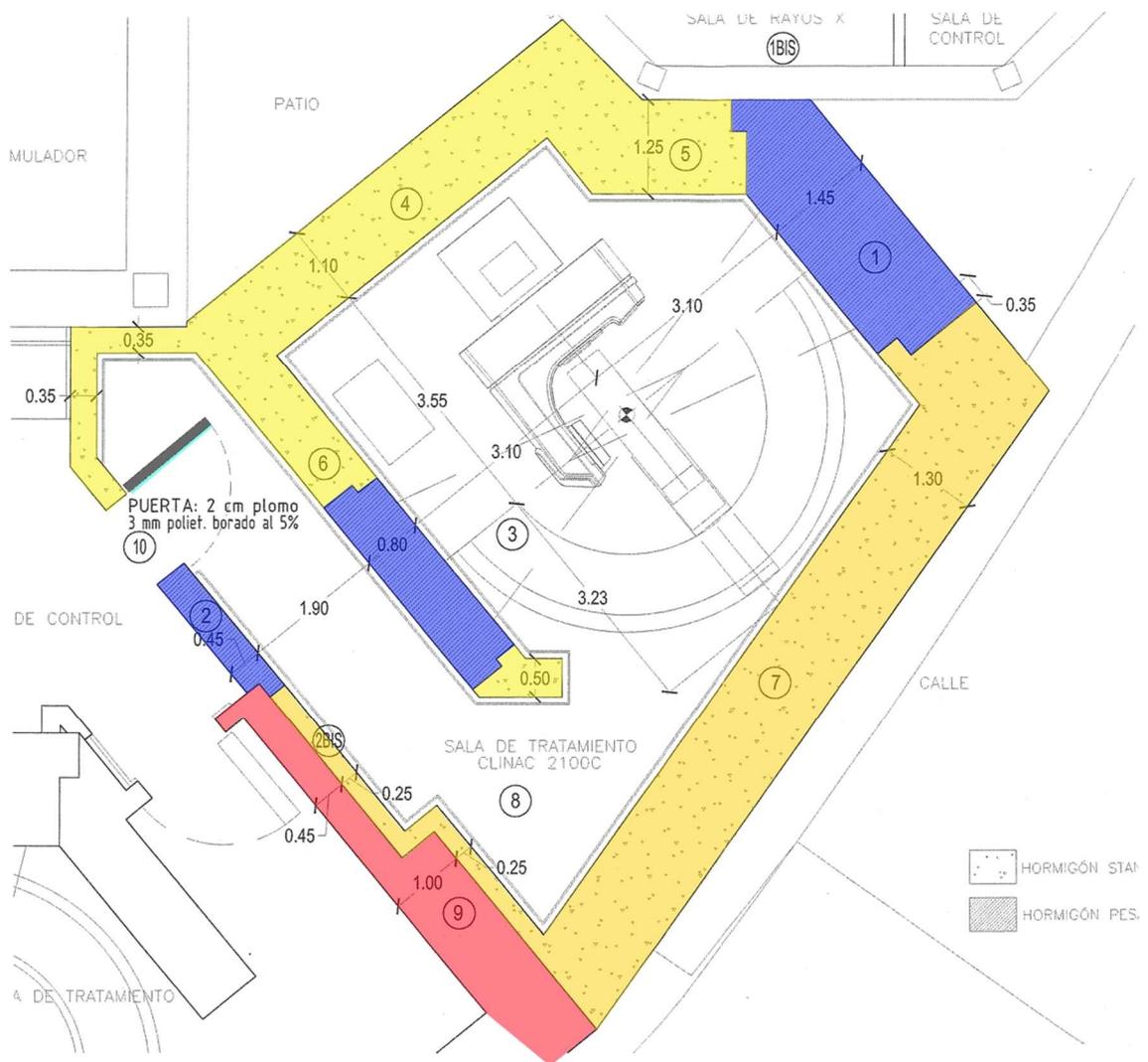




MANUAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Instalación Radiactiva de Oncología Radioterápica

I.R. nº 1461



Unidad de Gestión Clínica de Radiofísica Hospitalaria
Servicio de Protección Radiológica
Hospital Regional Universitario de Málaga
Actualización junio 2022
(Resolución SC011/21 de Ordenación Territorial de la Protección Radiológica)

<http://www.hospitalregionaldemalaga.es>

fypr.hrmal.sspa@juntadeandalucia.es

Última Actualización:

[http://www.hospitalregionaldemalaga.es/intranet/Portals/intranet/UGC/RF/P
R/MPRRT.pdf](http://www.hospitalregionaldemalaga.es/intranet/Portals/intranet/UGC/RF/P
R/MPRRT.pdf)



ÍNDICE

PREÁMBULO	1
MANUAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA	5
1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	5
1.1 Descripción física.....	5
1.2 Fuentes y utilizables.....	5
1.3 Definición de riesgo.....	5
2. TRABAJADORES DE LA INSTALACIÓN Y RESPONSABILIDADES.....	5
2.1 Titular de la instalación.....	5
2.2 Jefe de protección radiológica	6
2.3 Director de la U.G.C. de Oncología Radioterápica	6
2.4 Supervisor de la instalación.....	6
2.5 Operadores de la Instalación	7
2.6 Otros trabajadores	7
2.7 Anotaciones en el libro diario de operaciones.....	8
3. CLASIFICACIÓN RADIOLÓGICA DEL PERSONAL	9
3.1 Trabajadores expuestos.....	9
3.2 Miembros del público.....	10
3.3 Procedimiento para la clasificación radiológica de los trabajadores de la instalación	11
3.4 Vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos	11
4. LÍMITES DE DOSIS SEGÚN CLASIFICACIÓN RADIOLÓGICA DE LOS TRABAJADORES.....	12
4.1 Límites de dosis de los trabajadores expuestos	12
4.2 Límites de dosis para personas en formación y estudiantes.....	12
4.3 Límites de dosis para los miembros del público.....	12
5. TRABAJADORES EXPUESTOS.....	13
5.1 Formación e instrucción de los trabajadores expuestos.....	13
5.2 Dosimetría personal	14
5.3 Normas de uso de los dosímetros personales	15
5.4 Información de dosimetría personal al trabajador expuesto mediante SMS	17
6. NORMAS DE ACCESO A LA INSTALACIÓN.....	18
6.1 Clasificación de Zonas y señalización	18

6.2	Normas de acceso a zona controlada.....	19
7.	NORMAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA APLICABLES.....	22
7.1	Equipos de rayos X utilizados en apoyo del proceso terapéutico	22
7.2	Equipos de teleterapia	23
7.3	Equipo de braquiterapia	23
8.	COMUNICACIÓN DE ANOMALÍAS/AVERÍAS.....	24
8.1	Equipos de rayos X utilizados en apoyo del proceso terapéutico	24
8.2	Equipos de teleterapia y braquiterapia de alta tasa	24
9.	PLAN DE EMERGENCIA.....	25
9.1	Equipos de teleterapia	25
9.2	Braquiterapia.....	26
10.	LEGISLACIÓN.....	27
	ANEXO I: TRABAJADORA EXPUESTA GESTANTE	29
1.	INTRODUCCIÓN	29
2.	DECLARACIÓN DE EMBARAZO	29
3.	EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO.....	30
4.	RESTRICCIONES DE TRABAJO	31
4.1	Situaciones especiales y excepcionales	31
5.	REQUISITOS DE CONTROL Y VIGILANCIA DOSIMÉTRICA	31
6.	VIGILANCIA DOSIMÉTRICA DE LA RADIACIÓN EXTERNA	32
	ANEXO II: PLAN DE EMERGENCIA EN HDR.....	37
1.	PERMANENCIA INJUSTIFICADA DE UNA PERSONA EN LA SALA DURANTE EL TRATAMIENTO.....	37
2.	FALLOS EN LA UNIDAD.....	38
2.1	Obstrucción en el desplazamiento de la fuente.....	38
2.2	Retorno de la fuente.....	39
2.3	Rotura del cable conductor de la fuente	41
3.	INCENDIO, INUNDACIÓN U OTRA CATÁSTROFE	42
4.	SIMULACROS DEL PLAN DE EMERGENCIA.....	43
5.	ORGANIGRAMA DE ACTUACIÓN EN CASO DE ERROR EN LA RECOGIDA DE LA FUENTE	44
	ANEXO III: BRAQUITERAPIA DE BAJA TASA	45
1.	FUENTES RADIATIVAS.....	45
2.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	45



Junta de Andalucía

Consejería de Salud y Familias

SERVICIO ANDALUZ DE SALUD



Hospital Regional
Universitario
de Málaga

3.	NORMAS DE FUNCIONAMIENTO.....	45
3.1	Recepción de material radiactivo	45
3.2	Gestión de Residuos Radiactivos.....	45
3.3	Monitoreo del quirófano	45
3.4	Anotaciones en el cuaderno del quirófano y el libro de la instalación radiactiva.....	46

PREÁMBULO

Será de aplicación a todo el personal de los centros sanitarios del área que utilice equipos emisores de radiación ionizante o material radiactivo, o que esté involucrado en su adquisición, mantenimiento o en cualquier otra actividad relacionada con dichos equipos o materiales.

El objeto principal de la Protección Radiológica es asegurar un nivel apropiado de protección a las personas y al medio ambiente, sin limitar de forma indebida las prácticas beneficiosas de la exposición a las radiaciones ionizantes.

Para conseguir estos objetivos, se deben aplicar los principios del Sistema de Protección Radiológica propuestos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP):

- **JUSTIFICACIÓN:** Los diferentes tipos de actividades que implican una exposición a las radiaciones ionizantes deben estar previamente justificados por las ventajas que proporcionen, frente al detrimento que puedan causar.
- **OPTIMIZACIÓN:** Las dosis individuales, el número de personas expuestas y la probabilidad de que se produzcan exposiciones potenciales, deberán mantenerse en el valor más bajo que sea razonablemente posible, teniendo en cuenta factores económicos y sociales. Para asegurar la optimización de la exposición, deben implantarse procedimientos que regulen y controlen su uso en todas las instalaciones y para todo tipo de equipos.
- **LIMITACIÓN:** La suma de dosis recibidas y comprometidas no debe superar los límites de dosis establecidos en la legislación vigente para los trabajadores expuestos, las personas en formación, los estudiantes y los miembros del público.

Esta limitación no se aplica a ninguna de las exposiciones siguientes:

- La exposición de personas durante su propio diagnóstico o tratamiento médico.
- La exposición deliberada y voluntaria de personas, cuando ello no constituya parte de su ocupación, para ayudar o aliviar a pacientes en diagnóstico o tratamiento médico.
- La exposición de voluntarios que participen en programas de investigación médica y biomédica.

El presente Manual de Protección Radiológica es de obligado cumplimiento en toda la instalación radiactiva de radioterapia, que incluye a la utilización de equipos generadores de radiaciones ionizantes y fuentes radiactivas encapsuladas para terapia, y equipos de rayos X utilizados en apoyo del proceso terapéutico. En este último caso, también será de aplicación el programa de protección radiológica de rayos X de diagnóstico médico, en aquellos aspectos relacionados con la aplicación clínica.

El Manual de Protección Radiológica se establece según lo previsto en el reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, aprobado por el Real Decreto 783/2001, de

6 de julio y en el reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, aprobado por Real Decreto 1836/1999 y modificación mediante Real Decreto 35/2008.

Este manual tiene como objetivo garantizar que las dosis que pudieran recibir los trabajadores y el público se mantienen en niveles tan bajos como razonablemente sea posible alcanzar y que, en todo caso, quedan por debajo de los límites de dosis establecidos en la legislación, considerando específicamente las situaciones de las mujeres embarazadas, las personas en formación y los estudiantes.

El desarrollo e implantación del Manual de Protección Radiológica se entienden sin perjuicio de la obligación del titular de aplicar la totalidad de las disposiciones del citado Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

Este manual se establece para que todos los profesionales con responsabilidad en las instalaciones cooperen para que se mantenga una alta calidad de imagen con una protección radiológica eficaz y eficiente. Conciene a la protección de todas las personas que pueden estar expuestas a la radiación de la citada instalación radiactiva.

- El objetivo es proporcionar a los trabajadores de las instalaciones la máxima información para conseguir:
- Minimizar la exposición al paciente asegurando la necesaria información diagnóstica.
- Asegurar la adecuada protección a los trabajadores que opera los equipos.

Asegurar la adecuada protección de los trabajadores y del público que pudiera estar presente en las áreas colindantes a la instalación.

Para conseguir estos objetivos se establecerán:

- Medidas de Prevención
- Medidas de Control
- Medidas de Vigilancia
- Medidas Administrativas

mediante las cuales:

- Se definen las responsabilidades del titular, operador de los equipos, radiofísico hospitalario, médico especialista, director de la instalación y personal de mantenimiento.
- Se describen las prácticas y procedimientos para minimizar las dosis a operadores y público.
- Se describen las prácticas y procedimientos para minimizar las dosis a los pacientes manteniendo la adecuada calidad de imagen.
- Se describen las prácticas y procedimientos para asegurar que el equipo se utiliza de manera segura.
- Se proporciona la información para el diseño y requerimientos de seguridad de una instalación.

Con instalaciones bien diseñadas, equipos bien mantenidos y usando procedimientos de formación adecuados para los operadores, se pueden minimizar las dosis innecesarias para los trabajadores expuestos y el público, sin que se reduzca la aplicación médica que se precisa.

Para cualquier aclaración y consulta relacionada con Protección Radiológica puede ponerse en contacto con la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria del Hospital Regional Universitario Carlos Haya de Málaga, (Pabellón A Semisótano, tlf: 951291436, tlf corporativo: 901436, correo-e: fypr.hrmal.sspa@juntadeandalucia.es), donde se dará cualquier información e instrucciones relativas a la exposición a radiaciones ionizantes.



MANUAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.1 Descripción física

El presente Programa de Protección Radiológica va dirigido a la Instalación Radiactiva número 1461 correspondiente a la U.G.C. de Oncología Radioterápica del Hospital Regional Universitario Carlos Haya de Málaga.

La U.G.C. de Oncología Radioterápica se encuentra ubicado en el semisótano del pabellón A y consta, básicamente, de:

- 3 aceleradores Lineales de Electrones
- Unidad de Braquiterapia de Alta Tasa
- Tomografía Computarizada

Además, se realizan implantes permanentes de próstata (IPP) en las instalaciones quirúrgicas del Pabellón C (Hospital Civil).

1.2 Fuentes y utilizables

Se utilizan fuentes de Iodo 125 para IPP y la unidad de alta tasa está provista de una fuente de Iridio 192.

1.3 Definición de riesgo

La utilización de radiaciones ionizantes como terapia, puede conllevar riesgo radiológico de Irradiación Externa para el personal que maneja los equipos que es la producida por una fuente de radiación sobre los objetos y seres vivos que la rodean y, en el caso de las fuentes de ¹²⁵I, habrá que tener en cuenta el riesgo de contaminación por rotura accidental de la fuente encapsulada, que puede ser externa por la manipulación o interna en caso de ser inhalado o ingerido el polvo o las partículas formadas tras su rotura.

2. TRABAJADORES DE LA INSTALACIÓN Y RESPONSABILIDADES

2.1 Titular de la instalación

Es el máximo responsable de la Instalación Radiactiva. Corresponde al Director-Gerente del Hospital Regional Universitario Carlos Haya.

2.2 Jefe de protección radiológica

El Servicio de Protección Radiológica fue autorizado el 1 de diciembre de 1988 por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y el Jefe de Protección Radiológica fue acreditado por el CSN.

Es el responsable del cumplimiento de las normas de protección contra radiaciones ionizantes, de acuerdo a la legislación vigente, a la autorización de puesta en marcha y autorizaciones de modificación posteriores y al presente Manual de Protección Radiológica.

En caso de incumplimiento estará obligado a comunicarlo al Titular de la Instalación.

Le corresponde tomar las medidas necesarias y adoptar el plan de emergencia ante un posible accidente.

El Servicio de Protección Radiológica será el encargado de:

- Archivar y registrar los documentos administrativos referentes a la Instalación Radiactiva.
- Registrar y archivar los datos dosimétricos en el correspondiente historial dosimétrico.
- Registrar y archivar los informes remitidos por el Servicio de Vigilancia Médica acerca de la "Aptitud" o "No Aptitud" del personal de la Instalación.

2.3 Director de la U.G.C. de Oncología Radioterápica

Le corresponde designar al Facultativo Especialista con Licencia de Supervisor que hará las funciones de Supervisor de la Instalación Radiactiva por día y turno de funcionamiento.

Asimismo, custodiará los libros diarios de operación de la instalación.

2.4 Supervisor de la instalación

Será un médico especialista adscrito a la U.G.C. de Oncología Radioterápica debidamente acreditado como Supervisor de Instalaciones Radiactivas por el Consejo de Seguridad Nuclear y nombrado por el Director de la U.G.C. de Oncología Radioterápica para asumir las funciones propias en el turno asignado.

Es el responsable del cumplimiento de las normas legales que afectan a la Instalación, en especial del Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, así como del presente Reglamento de Funcionamiento de la Instalación.

En el Libro Diario de Operaciones, deberá figurar el nombre del Supervisor Responsable de la Instalación en cada momento.

Le corresponden las siguientes funciones:

- Tomar las medidas necesarias y adoptar el Plan de Emergencia ante posibles accidentes.
- Realización de las anotaciones en el libro Diario de Operaciones de las posibles incidencias en materia de seguridad radiológica ocurridas en la instalación.
- Responsable de la custodia del citado libro Diario de Operaciones.



- Responsable de la custodia de las llaves de acceso y puesta en marcha de las unidades de tratamiento.
- Responsable de la puesta en marcha inicial de las unidades y comprobación del correcto funcionamiento de los dispositivos de seguridad.
- En caso de accidente, será el responsable de informar al Servicio de Protección Radiológica de lo ocurrido y las medidas tomadas.

2.5 Operadores de la Instalación

Serán Graduados en Enfermería y Técnicos Superiores con Licencia de Operador de Instalaciones Radiactivas debidamente expedidas por el Consejo de Seguridad Nuclear.

En el libro de control de tratamientos de cada equipo deberá figurar el nombre de los operadores adscritos a ese equipo para la administración de tratamientos en cada turno de trabajo.

Bajo la dirección del correspondiente Supervisor, realizarán las siguientes funciones:

- Realización de las verificaciones diarias iniciales de las diferentes unidades, así como de las medidas de seguridad asociadas que figurarán registradas en el libro de control y verificaciones de los equipos. El nombre de los operadores debe figurar en el libro anteriormente mencionado.
- Colocación del enfermo en la mesa de tratamiento según la técnica prescrita.
- Fijación de los parámetros de tratamiento.
- Puesta en funcionamiento de la Unidad e irradiación del paciente.
- En ausencia del Supervisor, actuar inmediatamente, de acuerdo con lo expuesto en el Plan de Emergencia.
- Informar al Supervisor de la Instalación de cualquier anomalía detectada durante las verificaciones, funcionamiento normal o accidente.

Los Graduados en Enfermería y Técnicos Superiores con Acreditación para Operar Equipos de RX pero sin Licencia de Operador de Instalaciones Radiactivas, podrán operar la TC pero no así los equipos de tratamiento ni realizar ninguna de las funciones anteriormente descritas.

2.6 Otros trabajadores

Formado por Médicos, Graduados en Enfermería y Técnicos Superiores sin Licencia ni Acreditación, así como Auxiliares, Celadores, etc. etc.

Sus funciones no pueden incluir la manipulación de las unidades de diagnóstico y tratamiento ni de los dispositivos de control ni de fuentes radiactivas, pero sí la actuación en

las salas de tratamiento, por lo que no precisan estar en posesión de la correspondiente Licencia.

Deberán poseer formación específica en materia de Protección Radiológica relativa a la instalación.

El acceso de estos trabajadores a las diferentes salas de tratamiento se hará bajo el control y responsabilidad del Supervisor u Operador de la Instalación Radiactiva.

2.7 Anotaciones en el libro diario de operaciones

A continuación, se detallan los tipos de anotaciones que se deben de realizar en el libro diario de operaciones y la persona encargada de realizarla.

	Tipo de anotación	Quien la realiza
A)	Supervisor de servicio.....	Supervisor
B)	INCIDENCIAS/AVERIAS	
	Descripción de la incidencia/Hora	Quien la observe
	Confirmación de la Incidencia	Supervisor
C)	ACTUACIONES DE MANTENIMIENTO	
	Parada por mantenimiento	Técnico que la realiza
	Fecha y hora fin del mantenimiento	Supervisor
	Reanudación de utilización de la unidad.....	Supervisor
D)	OTRAS ANOTACIONES	
	Resultados de:	
	Simulaciones de emergencia	JSPR
	Verificaciones de equipo y área.....	JSPR
	Cambios de procedimiento	Supervisor

3. CLASIFICACIÓN RADIOLÓGICA DEL PERSONAL

De acuerdo con el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes (RD 783/2001), las personas que trabajan en las instalaciones con riesgo radiológico se clasifican, en función de las condiciones en que realizan su trabajo, en:

- Trabajadores expuestos
- Miembros del público

3.1 Trabajadores expuestos

Son personas que, por las circunstancias en que se desarrolla su trabajo, bien sea de modo habitual, bien de modo ocasional, están sometidas a un riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes susceptible de entrañar dosis superiores a alguno de los límites de dosis para miembros del público.

Los estudiantes y personas en formación, mayores de dieciocho años, que durante sus estudios se encuentren expuestos a radiaciones ionizantes, se consideran incluidos en esta categoría.

Los estudiantes y personas en formación entre 16 y 18 años sólo pueden ocupar puestos de categoría B.

Los estudiantes y personas en formación menores de 16 años no podrán realizar tareas que los conviertan en trabajador expuesto.

Los trabajadores expuestos se clasifican en dos categorías:

- **Categoría A**

Pertencen a esta categoría los que puedan recibir una dosis efectiva superior a 6 mSv por año oficial, o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades.

En el caso de la Instalación de Oncología Radioterápica, pertenecen a esta categoría los Supervisores y Operadores adscritos a la actividad en Braquiterapia y los profesionales que manejen fuentes radiactivas encapsuladas para implantes permanentes en próstata

La condición de trabajador expuesto de categoría A exige obligatoriamente:

- a) Superar el reconocimiento médico de ingreso y los reconocimientos periódicos.
- b) Haber recibido formación en protección radiológica.
- c) Utilizar obligatoriamente dosímetro individual que mida la dosis externa, representativa de la totalidad del organismo siempre que realicen trabajos que supongan riesgos de exposición externa (dosímetro de solapa).

- d) Utilizar dosímetros adecuados en las partes potencialmente más afectadas, en el caso de riesgo de exposición parcial o no homogénea del organismo (dosímetro de muñeca).

- **Categoría B**

Pertenecen a esta categoría aquellos que es muy improbable reciban dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial, o a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades. La mayoría de las personas que trabajan en instalaciones radiológicas pertenecen a esta categoría.

En el caso de la Instalación de Oncología Radioterápica, pertenecen a esta categoría los Supervisores y Operadores adscritos a la actividad en terapia con los aceleradores lineales y TC.

La condición de trabajador expuesto de categoría B exige obligatoriamente:

- a) Superar el reconocimiento médico establecido.
- b) Haber recibido formación en protección radiológica.
- c) Estar sometido a un sistema de vigilancia dosimétrica que garantice que las dosis recibidas son compatibles con su clasificación en categoría B. Esta vigilancia dosimétrica, puede ser individual o de puesto de trabajo.

Las normas de utilización del dosímetro personal, así como información de interés para los usuarios de los mismos, vienen descritas en el apartado 5.3 de este documento.

A cada trabajador expuesto le será abierto:

- a) Un protocolo médico individual, conteniendo los resultados del examen de salud previo a su incorporación a la instalación y los exámenes médicos periódicos y ocasionales.
- b) Un historial dosimétrico individual que, en el caso de trabajadores con dosimetría individual, debe contener como mínimo las dosis mensuales, las dosis acumuladas en cada año oficial y las dosis acumuladas durante cada período de 5 años oficiales consecutivos, y en el caso de trabajadores de categoría B que no tengan vigilancia dosimétrica individual, las dosis anuales determinadas, o estimadas, a partir de los datos de la vigilancia radiológica de zonas.

3.2 Miembros del público

Se consideran miembros del público:

- Los trabajadores no expuestos: a modo de orientación en el caso de las instalaciones radiológicas, se considera como miembros del público a celadores, administrativos y personal de limpieza.
- Los trabajadores expuestos fuera de la actividad asignada.



- Los usuarios de las instituciones sanitarias mientras no estén siendo atendidos como pacientes con fines diagnósticos o terapéuticos.
- Cualquier otro individuo de la población.

3.3 Procedimiento para la clasificación radiológica de los trabajadores de la instalación

El Servicio de Protección Radiológica, conocidas las funciones asignadas a cada puesto de trabajo, realizará la valoración radiológica del mismo y su correspondiente clasificación, comunicándolo al Servicio de Prevención de Riesgos Laborales.

En virtud de dicha clasificación, los trabajadores, al ser contratados, deben demostrar su aptitud desde el punto de vista médico y acreditar la formación adecuada para desempeñar tales puestos de trabajo.

El responsable de los recursos humanos, conocida la aptitud médica, exigirá la capacitación o acreditación para aquellos puestos de trabajo que lo requieran, como paso previo a su contratación o traslado.

Cuando, excepcionalmente, no exista personal con la capacitación o acreditación necesaria para desempeñar un puesto de trabajo, el Centro asumirá su formación bajo la supervisión del Servicio de Protección Radiológica, y su actividad se realizará bajo el control y supervisión de un Operador o Supervisor de la instalación

Si el trabajador ha trabajado o trabaja expuesto en otra instalación radiológica, deberá aportar su historial dosimétrico al Servicio de Protección Radiológica.

Una vez superados los requisitos anteriores, el Servicio de Protección Radiológica, en colaboración con el SPRL correspondiente, arbitrará el procedimiento más oportuno para proporcionar al trabajador la información en protección radiológica adecuada a su instalación específica y a su puesto de trabajo y, en su caso, gestionar el dosímetro personal.

Antes de producirse el traslado interno de un trabajador a una zona con riesgo radiológico, la Dirección Médica, la Dirección de Enfermería o la Dirección de Gestión, según corresponda, deberá proceder de forma similar a la descrita anteriormente.

3.4 Vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos

El control sanitario de los trabajadores expuestos se lleva a cabo conforme a lo establecido en el capítulo IV del título IV del Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, de forma que a los trabajadores de categoría A les aplican las disposiciones específicas de dicho reglamento y a los de categoría B lo establecido en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y reglamentos que la desarrollan, utilizándose para la realización de tales controles los protocolos de vigilancia sanitaria específica elaborados por la autoridad competente y en vigor en el SSPA.

La vigilancia y control sanitario de los trabajadores expuestos de la instalación la realiza el Servicio de Medicina Preventiva correspondiente a cada centro donde se mantienen actualizados los historiales médicos.

4. LÍMITES DE DOSIS SEGÚN CLASIFICACIÓN RADIOLÓGICA DE LOS TRABAJADORES

4.1 Límites de dosis de los trabajadores expuestos

Los límites de dosis para los trabajadores expuestos son los siguientes:

- a) El límite de dosis efectiva será de 100 mSv durante todo período de cinco años oficiales consecutivos, sujeto a una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año oficial.
- b) Sin perjuicio de lo indicado en el apartado anterior:
 - El límite de dosis equivalente para el cristalino es de 150 mSv por año oficial.
 - El límite de dosis equivalente para la piel es de 500 mSv por año oficial. Dicho límite se aplica a la dosis promediada sobre cualquier superficie de un centímetro cuadrado, con independencia de la zona expuesta.
 - El límite de dosis equivalente para las manos, antebrazos, pies y tobillos es de 500 mSv por año oficial.
- c) Cuando una trabajadora expuesta comunica su estado de gestación a la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria/Protección Radiológica, pasa a ser considerada a efectos de límite de dosis como miembro del público durante todo el tiempo restante de embarazo.

4.2 Límites de dosis para personas en formación y estudiantes

Los límites de dosis para personas en formación y estudiantes que deban manejar fuentes de radiación por razón de sus estudios serán los siguientes:

- a) Para estudiantes mayores de dieciocho años: Los límites son los mismos que para los trabajadores expuestos.
- b) Para estudiantes entre dieciséis y dieciocho años:
 - El límite de dosis efectiva es de 6 mSv por año oficial.
 - Los límites de dosis equivalente para cristalino, piel, manos, antebrazos y pies son tres décimos de los límites establecidos para trabajadores expuestos.
- c) Para estudiantes menores de dieciséis años los límites son los mismos que para los miembros del público.

4.3 Límites de dosis para los miembros del público

Los límites de dosis para los miembros del público son los siguientes:



- a) El límite de dosis efectiva será de 1 mSv por año oficial.
- b) Sin perjuicio de lo indicado en el apartado anterior:
 - El límite de dosis equivalente para el cristalino es de 15 mSv por año oficial.
 - El límite de dosis equivalente para la piel es de 50 mSv por año oficial. Dicho límite se aplica a la dosis promediada sobre cualquier superficie de un centímetro cuadrado, con independencia de la zona expuesta.
 - El límite de dosis equivalente para las manos, antebrazos, pies y tobillos es de 50 mSv por año oficial.

5. TRABAJADORES EXPUESTOS

5.1 Formación e instrucción de los trabajadores expuestos

La formación en protección radiológica constituye uno de los factores más importantes para la seguridad de los trabajadores expuestos, estudiantes, personas en formación y pacientes, por lo que resulta necesario que el director del centro, en su condición de titular, impulse la organización de programas de formación y actualización profesional en protección radiológica y facilite a las personas implicadas la asistencia a las actividades formativas que se programen.

Los trabajadores deben estar suficientemente capacitados y entrenados en el desarrollo de sus tareas para que de él se derive la mínima exposición posible a la radiación.

La formación e instrucción, inicial y periódica, a los trabajadores expuestos en relación con los riesgos radiológicos asociados a su trabajo y con las normas y procedimientos a aplicar para el adecuado desarrollo del mismo, se organiza de la siguiente forma:

5.1.1 Formación inicial

Tanto el trabajador que dirige el funcionamiento de la instalación como el que opera los equipos existentes en la misma, deberá tener los conocimientos adecuados sobre el diseño y uso de los equipos, sobre el riesgo radiológico asociado y los medios de seguridad y protección radiológica que deben adoptarse y además, deberá estar acreditado efecto por el Consejo de Seguridad Nuclear, según se establece en el “Reglamento sobre instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico” (RD 1085/2009 de 3 de julio, BOE 18 de julio de 2009) y las licencias correspondientes según el “Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas” (RD 1836/1999, modificación por RD 35/2008).

Si una persona sin acreditación para operar equipos de rayos X con fines médicos, desempeña, de forma excepcional, funciones de operador, deberá conocer y cumplir las normas de protección contra las radiaciones ionizantes y su actuación en caso de emergencia y poseerá los conocimientos y especialización necesarios. Estas personas actuarán bajo el control y supervisión del Supervisor o de un Operador de la Instalación.

El trabajador que no dirige ni opera, pero que está expuesto a radiaciones ionizantes, recibe una formación inicial sobre protección radiológica adecuada al tipo de instalación en la que va a desempeñar su trabajo.

5.1.2 Formación continuada

Todo trabajador adscrito a la U.G.C. de Oncología Radioterápica deberá participar en sesiones de formación continuada en protección radiológica básica, con la periodicidad que el responsable del programa de garantía de calidad y la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria determinen.

Para el trabajador que dirige u opera los equipos, los contenidos de formación incluyen aspectos de calidad en el proceso terapéutico.

Además, el Servicio Andaluz de Salud cuenta con un programa de formación en protección radiológica por el que la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria (SPR) de cada hospital puede solicitar la dotación económica necesaria para la realización de los cursos citados anteriormente en función del análisis de las necesidades reales de formación que se realiza anualmente y mediante el que se detectan:

- Las necesidades de formación derivadas de la incorporación de nuevos profesionales.
- Las necesidades de formación derivadas de la incorporación de nuevo equipamiento.
- La demanda directa de los profesionales.

5.1.3 Formación en el uso de nuevos equipos

La formación en este caso está ligada al proceso de adquisición de los mismos, y su realización debe venir exigida en los pliegos de prescripciones de los concursos para adquisición de equipamiento del Servicio Andaluz de Salud. Normalmente, es impartida por un especialista de aplicaciones del fabricante o suministrador del equipo.

5.1.4 Formación en la puesta en marcha de nuevas técnicas o procedimientos

La introducción de nuevas técnicas o procedimientos para la obtención de imágenes o tratamientos requieren una formación específica en cada caso. Se establecerán los especialistas responsables y la formación necesaria para la puesta en marcha de las nuevas técnicas.

5.2 Dosimetría personal

La dosimetría personal tiene como finalidad determinar las dosis recibidas por el organismo, utilizándose para ello dosímetros personales que acompañan al trabajador y quedan expuestos a la radiación en las mismas condiciones.

Los dosímetros personales utilizados en estas instalaciones son dosímetros de termoluminiscencia que se remiten mensualmente al Centro Nacional de Dosimetría (CND) para su lectura.



Se utiliza un tipo de dosímetro:

- Dosímetro de solapa: que permite estimar la dosis individual profunda y superficial al cuerpo completo.

El CND remite mensualmente un informe que muestra las dosis profunda y superficial, en el caso de dosímetros de solapa, y la dosis superficial en el caso de dosímetros de muñeca y anillo.

Así mismo, el CND remite un historial dosimétrico anual, estando en todo momento disponible para el trabajador expuesto.

Esta información dosimétrica es remitida a la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria, donde será registrada y archivada, y sólo tendrá acceso a la misma el propio interesado.

5.3 Normas de uso de los dosímetros personales

El uso del dosímetro es personal y está asignado a una instalación radiológica concreta. Bajo ningún concepto podrá ser utilizado fuera de la misma.

El usuario del dosímetro es responsable directo del mismo y de su correcta utilización. Su deterioro o pérdida debe comunicarse a la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria/SPR.

Fuera de la jornada laboral, el dosímetro debe estar en lugar donde no exista riesgo de ser irradiado accidentalmente.

En ningún caso debe utilizarse el dosímetro fuera del centro y debe tenerse en cuenta que la exposición a temperaturas extremas y los ambientes húmedos falsean las lecturas.

Los dosímetros de solapa se colocan en una posición representativa para la determinación de la dosis en todo el organismo durante toda la jornada laboral, se recomienda su colocación en el interior del bolsillo superior del uniforme de trabajo y pegado al cuerpo, sujeto con la pinza.

Los dosímetros de muñeca y anillo se emplean para la determinación de la dosis en las extremidades superiores cuando están expuestas directamente al haz o próximas a él o

cuando por el tipo de actividad a realizar se puedan alcanzar valores próximos a los 3/10 de los límites de dosis correspondientes.

En caso de utilizar delantal plomado o guantes plomados, el dosímetro se debe colocar debajo, de modo que esté totalmente cubierto.

Cuando el portador de dosímetro se expone a radiaciones como paciente, tanto en terapia como en diagnóstico, deberá quitarse el dosímetro y se pondrá en contacto con la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria para estimar la dosis recibida y adjuntarla en su historial dosimétrico.

Los dosímetros de solapa vienen envueltos en una bolsa de papel aluminizado por razones de seguridad e higiene.

- Dicha envoltura se sustituirá cada vez que se envíe al centro de lectura.
- Si necesitaran esterilizarlos NO DEBEN UTILIZAR CALOR, ya que se perderían sus lecturas.
- La envoltura NO SE DEBE ROMPER BAJO NINGÚN CONCEPTO, dado que el dosímetro quedaría inutilizado.
- Si por accidente fortuito se les rompiera dicha envoltura, deben remitir INMEDIATAMENTE, dentro de un sobre, las distintas partes del dosímetro a la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria, para su remisión al CND.

Los dosímetros de solapa llevan una pinza de sujeción.

- Dicha pinza DEBEN CONSERVARLA EN SU PODER para engancharla al nuevo dosímetro que le enviemos el mes siguiente.
- Sobre la envoltura del dosímetro aparecen impresos los siguientes datos:
 - nombre y apellidos del usuario (Juan Ejemplo Ejemplo2),
 - mes de uso para el que está destinado el dosímetro (MAR-21)
 - número de historia (11B821001S)
 - un número de control interno del CND (1234)

Juan	MAR-21
Ejemplo Ejemplo2	
11B821001S	1234

El mes de uso del dosímetro, que aparece en la envoltura, debe servir de guía para controlar los dosímetros que se deben utilizar y los que se tienen que devolver para su lectura en cada ocasión.

Los dosímetros se cambian mensualmente. El usuario debe depositar, en el lugar dispuesto para ello en su Unidad, el dosímetro utilizado durante ese mes y colocarse el correspondiente al mes que comienza.

El usuario del dosímetro personal está obligado a efectuar un cambio mensual en el plazo y forma establecidos. En caso de olvido de cambio debe ponerse en contacto con el responsable de los dosímetros de su Unidad o directamente con la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria.

Los valores que arrojen las lecturas dosimétricas se registrarán en el historial dosimétrico que se abrirá para cada persona de la Instalación en la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria.

En el caso de causar baja en la instalación (por baja laboral o cambio de instalación), el usuario del dosímetro está obligado a entregar personalmente el dosímetro en su poder al responsable de los dosímetros de su Unidad o directamente a la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria.

Cuando algún trabajador de la instalación se traslade a otra Institución, deberá solicitar de la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria informe de su historial dosimétrico.

El personal que trabaje además en otra instalación, tendrá la obligación de comunicarlo a la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria, y suministrar la información sobre los resultados de la dosimetría personal durante el tiempo que trabajo en la otra instalación.

Debe comunicar a la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria cualquier incidencia o anomalía de su dosímetro personal (alta, baja, pérdida, rotura, pinza...). En caso de vacaciones o cambio de puesto de trabajo o actividad dentro de la misma instalación, debe comunicar con la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria para que se tomen las medidas oportunas.

El Centro Nacional de Dosimetría, a requerimiento del Consejo de Seguridad Nuclear, asigna una dosis administrativa de 2 mSv/mes para la dosis equivalente personal profunda y de 40 mSv/mes para la dosis superficial, en los casos en que se produzca pérdida de información dosimétrica por los siguientes motivos:

- No envío reiterado de dosímetro personal para su lectura
- Pérdida de un dosímetro personal
- Lectura anómala de un dosímetro personal

5.4 Información de dosimetría personal al trabajador expuesto mediante SMS

Para realizar una gestión más directa y personal, y transmitir una información rápida y con garantía de recepción, se ha desarrollado y puesto en marcha un sistema de información dosimétrica personalizada a través de mensajería por Servicio de Mensajes Cortos (SMS) y acceso al historial dosimétrico y gestión dosimétrica a través del espacio web de la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria, para los trabajadores expuestos.

Desde esta plataforma, mensualmente de forma sistemática, o ante cualquier incidencia, se envía a cada trabajador expuesto información sobre el recambio mediante un mensaje SMS personalizado a su teléfono móvil.

Al mismo tiempo, esta actividad se complementa con una base de datos electrónica del historial dosimétrico que está disponible para cada trabajador, con acceso con DMSAS, a través del espacio web de la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria del centro:

<http://www.hospitalregionaldemalaga.es/dosimetria/>

donde cada trabajador puede conocer todos sus datos de forma personalizada y realizar todas las gestiones necesarias y de comunicación.

6. NORMAS DE ACCESO A LA INSTALACIÓN

6.1 Clasificación de Zonas y señalización

El SPR realizará la clasificación de los lugares de trabajo de acuerdo con lo establecido al respecto en el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes.

La clasificación de las distintas zonas vendrá señalizada mediante un símbolo internacional, al que se denomina trisector: un “trébol” enmarcado por una orla rectangular del mismo color que el símbolo y de la misma anchura que el diámetro de la circunferencia interior del símbolo (UNE-73-302).

Como el riesgo asociado a la Instalación Radiactiva, excepto en caso de accidente, es solamente de riesgo de irradiación externa, el “trébol” vendrá rodeado de puntas radiales.

Además, en la parte superior de la señal, una leyenda nos indicará el tipo de zona, y en la inferior otra el tipo de riesgo. Los colores de los “tréboles” indicarán la clasificación de la zona. De mayor a menor riesgo de irradiación, las zonas tendrán que clasificarse según:



a) Zona controlada: señalizada mediante *el trisector verde*, es aquella zona en la que:

- Existe la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalentes para el cristalino, la piel y las extremidades
- Sea necesario seguir procedimientos de trabajo con objeto de restringir la exposición a la radiación ionizante, evitar la dispersión de contaminación radiactiva o prevenir o limitar la probabilidad y magnitud de accidentes.

Las zonas controladas se podrán subdividir en:



I. Zonas de permanencia limitada: señalizadas con el *trisector amarillo*, son aquellas en las que existe el riesgo de recibir una dosis superior a los límites de dosis fijados para el trabajador expuesto

II. Zonas de permanencia reglamentada: señalizadas con el *trisector naranja*, son aquellas en las que existe el riesgo de recibir en cortos períodos de tiempo una dosis superior a los límites de dosis fijados para el trabajador



expuesto y que requieren prescripciones especiales desde el punto de vista de la optimización.



III. Zonas de acceso prohibido: señalizadas con el *trisector rojo*, son aquellas en las que existe el riesgo de recibir, en una exposición única, dosis superiores a los límites de dosis fijados para el trabajador expuesto.

b) Zona vigilada: señalizada con el *trisector gris azulado*, es aquella zona en la que, no siendo zona controlada, exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a los límites de dosis fijados para los miembros del público

Las zonas quedan clasificadas como:

- Zona Vigilada: las salas de control de los diferentes equipos.
- Zona Controlada: Las salas de diagnóstico y tratamiento de los diferentes equipos.
- Zona de Acceso Prohibido: Las salas de tratamiento durante la exposición.

En el caso de los equipos emisores de RX de apoyo a la terapia, las zonas quedan como de Libre Acceso cuando el equipo no esté en funcionamiento.

En el caso de los equipos de teleterapia, las zonas quedan como de Libre Acceso **sólo cuando el equipo esté parado**.

En el caso del bunker de Braquiterapia, la clasificación es permanente.

6.2 Normas de acceso a zona controlada

6.2.1 Equipos de rayos X utilizados en apoyo del proceso terapéutico

Es de aplicación el Programa de Protección Radiológica para instalaciones de rayos X para diagnóstico médico.

Cuando los equipos de rayos X estén en funcionamiento, el acceso a las zonas controladas queda restringido a los trabajadores expuestos adscritos a la instalación quienes, previamente, deberán haber recibido la formación necesaria para el desarrollo de su trabajo. Para ello, cuando un nuevo trabajador expuesto se incorpora a la instalación, debe comunicarlo previamente al responsable de la gestión dosimétrica o a la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria para recibir el dosímetro, si procede, y una información inicial básica sobre protección radiológica.

Además, las zonas están delimitadas y señalizadas convenientemente de forma que:

1. Queda de manifiesto el riesgo de exposición existente en ellas.
2. Su acceso está limitado a las personas autorizadas al efecto.
3. Se establecen procedimientos de trabajo adaptados al riesgo radiológico existente.

4. A los pacientes objeto de pruebas diagnósticas o tratamientos que deban permanecer en alguna de estas zonas, se les facilitará la información y los medios necesarios para evitar irradiaciones accidentales ajenas al acto médico que les afecta.
5. Durante la exposición, la puerta de acceso a la sala donde se realiza la exploración deberá permanecer cerrada.
6. Cuando las luces rojas situadas sobre las puertas están iluminadas indican que no se puede entrar a la sala. Antes de entrar a una sala de exploración ha de asegurarse que el equipo no está en exposición, mediante la observación de dicha señal luminosa.
7. Ningún paciente o familiar debe esperar en la sala mientras se esté explorando a otro paciente.

6.2.2 Equipos de teleterapia

Cuando los aceleradores de electrones estén “en operación”, el acceso a las zonas controladas queda restringido a los Operadores y Supervisores de la Instalación Radiactiva quienes, previamente, deberán haber recibido la formación necesaria para el desarrollo de su trabajo, así como de las normas de acceso y medidas de seguridad asociadas a cada equipo. Para ello, cuando un nuevo trabajador expuesto se incorpora a la instalación, debe comunicarlo previamente al responsable de la gestión dosimétrica o la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria para recibir el dosímetro, si procede, y una información inicial básica sobre protección radiológica.

El acceso de otro personal se realizará bajo el control y responsabilidad del Supervisor u Operador adscrito al equipo.

Además, las zonas están delimitadas y señalizadas convenientemente de forma que:

1. Queda de manifiesto el riesgo de exposición existente en ellas.
2. Su acceso está limitado a las personas autorizadas al efecto.
3. Se establecen procedimientos de trabajo adaptados al riesgo radiológico existente.
4. A los pacientes objeto de tratamientos que deban permanecer en alguna de estas zonas, se les facilitará la información y los medios necesarios para evitar irradiaciones accidentales ajenas al acto médico que les afecta.
5. Los pacientes deben acceder al interior de la sala acompañados de un Operador.
6. El operador será el último en abandonar la sala de tratamiento y deberá comprobar que sólo se encuentra el paciente en la sala antes de cerrar la puerta.
7. El operador, antes de accionar el botón de tratamiento (“Beam On”) comprobará a través de los monitores que el paciente no se ha movido y que no queda nadie en la sala excepto el paciente objeto de tratamiento.
8. Cuando haya más de un operador por equipo, el último en abandonar la sala de tratamiento deberá comprobar que en la sala sólo se encuentra el paciente antes de



cerrar la puerta. Este Operador también será el encargado de accionar el botón de irradiación (“Beam On”).

9. Para cumplir con los criterios de calidad y seguridad, deberán figurar dos operadores adscritos a cada unidad de tratamiento.

6.2.3 Equipo de braquiterapia de alta tasa

El acceso a las zonas controladas queda restringido a los Operadores y Supervisores de la Instalación Radiactiva quienes, previamente, deberán haber recibido la formación necesaria para el desarrollo de su trabajo, así como de las normas de acceso y medidas de seguridad asociadas al equipo. Para ello, cuando un nuevo trabajador expuesto se incorpora a la instalación, debe comunicarlo previamente al responsable de la gestión dosimétrica o a la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria para recibir el dosímetro, si procede, y una información inicial básica sobre protección radiológica.

El acceso de otro personal se realizará bajo el control y responsabilidad del Supervisor u Operador adscrito al equipo.

Además, las zonas están delimitadas y señalizadas convenientemente de forma que:

1. Queda de manifiesto el riesgo de exposición existente en ellas.
2. Su acceso está limitado a las personas autorizadas al efecto.
3. Se establecen procedimientos de trabajo adaptados al riesgo radiológico existente.
4. A los pacientes objeto de tratamientos que deban permanecer en alguna de estas zonas, se les facilitará la información y los medios necesarios para evitar irradiaciones accidentales ajenas al acto médico que les afecta.
5. Los pacientes deben acceder al interior de la sala acompañados de un Operador.
6. El Operador será el último en abandonar la sala de tratamiento y deberá comprobar que sólo se encuentra el paciente en la sala antes de accionar el pulsador de “último hombre” (*last man*) y cerrar la puerta.
7. El operador, antes de accionar el botón de tratamiento comprobará a través de los monitores que el paciente no se ha movido y que no queda nadie en la sala.
8. Cuando haya más de un operador por equipo, se determinará cuál de ellos será el último en abandonar la sala de tratamiento de tal forma que deberá comprobar que en la sala sólo se encuentra el paciente antes de cerrar la puerta. Este Operador también será el encargado de accionar el botón de “último hombre” y proceder a ejecutar el tratamiento.
9. Durante toda la fase de irradiación del paciente, deberá encontrarse presente el Supervisor que será el responsable de poner en práctica el Protocolo de Emergencia.

7. NORMAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA APLICABLES

7.1 Equipos de rayos X utilizados en apoyo del proceso terapéutico

Es de aplicación el Programa de Protección Radiológica para instalaciones de rayos X para diagnóstico médico y en especial el punto 7.2.5. de normas referidas a equipos de tomografía computarizada (TC).

7.1.1 Normas de Protección para los trabajadores expuestos y los miembros del público

1. Las puertas de acceso a la sala permanecerán cerradas durante el tiempo que dure la exploración.
2. Durante la exposición, el trabajador debe colocarse detrás de la mampara del puesto de control y no entrar en la sala.
3. Cuando los equipos estén fuera de funcionamiento, deberán permanecer en condiciones de seguridad, de modo que no puedan ser puestos en marcha ni manipulados por personal ajeno a la instalación.
4. Todo el trabajador de categoría A debe llevar dosímetro personal, y los de categoría B que tengan asignados dosímetro personal.
5. La utilización de los dosímetros se hará conforme a las normas específicas recogidas en el punto 5.3.
6. Una vez que los equipos estén en operación, la instalación no debe quedar nunca sin personal.
7. La sujeción de pacientes se realizará siempre que sea posible por medios mecánicos. En caso contrario se tomarán medidas farmacológicas adecuadas al tipo de tratamiento al que van destinadas las imágenes.

7.1.2 Normas de Protección para las trabajadoras expuestas embarazadas

Las trabajadoras expuestas que estén embarazadas deben comunicar inmediatamente su estado de embarazo al supervisor de la instalación y a la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria (Servicio de Protección Radiológica) para tomar las medidas adecuadas de protección al feto y para recibir instrucciones y normas específicas. En cualquier caso, deberá cumplir lo siguiente:

1. Se situará siempre en un puesto de trabajo con blindaje estructural.
2. No participarán en los planes de emergencia.
3. La U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria seguirá lo establecido al respecto en el Programa de Evaluación y Control de las Dosis de Radiación que pueda recibir el embrión/feto de una trabajadora expuesta gestante.

7.2 Equipos de teleterapia

7.2.1 Normas de Protección para los trabajadores expuestos y los miembros del público

El diseño de la instalación en lo referente a diseño y blindajes, las medidas de seguridad asociadas al control de acceso, estado del equipo e irradiación y las normas aquí descritas en lo relativo a cualificación y formación del personal, garantizan que, en condiciones habituales de uso, las dosis de los trabajadores sean asimilables a público y las dosis que pueden recibir los miembros del público estén por debajo de los límites legales.

1. Cuando los equipos estén fuera de funcionamiento, deberán permanecer en condiciones de seguridad, de modo que no puedan ser puestos en marcha ni manipulados por personal ajeno a la instalación y con las puertas cerradas.
2. Todo el trabajador de categoría A debe llevar dosímetro personal, y los de categoría B que tengan asignados dosímetro personal.
3. La utilización de los dosímetros se hará conforme a las normas específicas recogidas en el punto 5.3.
4. Una vez que los equipos estén “en operación” y con posibilidad de emitir radiación, la instalación no debe quedar nunca sin al menos un operador.

7.2.2 Normas de Protección para las trabajadoras expuestas embarazadas

Las trabajadoras expuestas que estén embarazadas deben comunicar inmediatamente su estado de embarazo al supervisor de la instalación y a la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria (Servicio de Protección Radiológica) para tomar las medidas adecuadas de protección al feto y para recibir instrucciones y normas específicas.

No se establecen restricciones para las trabajadoras embarazadas en lo referente al trabajo con aceleradores lineales de electrones desde el punto de Protección Radiológica.

La U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria seguirá lo establecido al respecto en el Programa de Evaluación y Control de las Dosis de Radiación que pueda recibir el embrión/feto de una trabajadora expuesta gestante.

7.3 Equipo de braquiterapia

7.3.1 Normas de Protección para los trabajadores expuestos y los miembros del público

El diseño de la instalación en lo referente a diseño y blindajes, las medidas de seguridad asociadas al control de acceso, estado del equipo e irradiación y las normas aquí descritas en lo relativo a cualificación y formación del personal, garantizan que, en condiciones habituales de uso, las dosis de los trabajadores sean asimilables a público y las dosis que pueden recibir los miembros del público estén por debajo de los límites legales.

1. Cuando el equipo esté fuera de funcionamiento, deberán permanecer en condiciones de seguridad, de modo que no pueda ser puesto en marcha ni manipulados por personal ajeno a la instalación y con la puerta cerrada.
2. Todo el trabajador de categoría A debe llevar dosímetro personal, y los de categoría B que tengan asignados dosímetro personal.
3. La utilización de los dosímetros se hará conforme a las normas específicas recogidas en el punto 5.3.
4. Una vez que el equipo esté con posibilidad de que la fuente radiactiva pueda ponerse en exposición, la instalación no debe quedar nunca sin al menos un Operador.

7.3.2 Normas de protección para las trabajadoras expuestas embarazadas

Las trabajadoras expuestas que estén embarazadas deben comunicar inmediatamente su estado de embarazo al supervisor de la instalación y a la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria (Servicio de Protección Radiológica) para tomar las medidas adecuadas de protección al feto y para recibir instrucciones y normas específicas.

La trabajadora embarazada NO DEBERÍA colocar equipos de medida o pacientes en los equipos de carga diferida, por lo que no debe acceder a la sala de tratamiento.

La trabajadora embarazada NO DEBERÁ participar en el plan de emergencia.

La U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria seguirá lo establecido al respecto en el Programa de Evaluación y Control de las Dosis de Radiación que pueda recibir el embrión/feto de una trabajadora expuesta gestante.

8. COMUNICACIÓN DE ANOMALÍAS/AVERÍAS

8.1 Equipos de rayos X utilizados en apoyo del proceso terapéutico

El Operador de la Instalación vigilará el correcto funcionamiento del equipo. En caso de detectar alguna anomalía en el comportamiento del haz de radiación, desconectará el equipo y dará cuenta al Supervisor de la Instalación y se aplicará el procedimiento establecido de la U.G.C. de Oncología Radioterápica.

8.2 Equipos de teleterapia y braquiterapia de alta tasa

Cualquier anomalía que se detecte en las unidades de tratamiento debe ponerse en conocimiento del Supervisor de la Instalación.

La persona que detecte cualquier avería en las Unidades de Tratamiento, tendrá obligación de:

- Anotar en el Diario de Operación la hora y síntomas de dicha avería.
- Comunicar el hecho al Supervisor de la Instalación.



- El Supervisor constatará en el Diario de Operación la hora en que recibe esta comunicación, y procederá según el procedimiento establecido, comunicándolo a la Unidad de Radiofísica Hospitalaria
- Los Servicios Técnicos de Mantenimiento serán los encargados de reparar la avería.
- Si la avería ha podido afectar a la calidad de los tratamientos o a la seguridad radiológica de los trabajadores expuestos y público, se procederá a una verificación del equipo por la Unidad de Radiofísica Hospitalaria según el programa de garantía de calidad, de la que emitirá un informe.
- No se reanudará nunca la utilización de una unidad tras una avería sin la autorización previa del Supervisor de servicio y previo informe favorable de la Unidad de Radiofísica Hospitalaria, si procede.

9. PLAN DE EMERGENCIA

9.1 Equipos de teleterapia

9.1.1 Permanencia injustificada de una persona en la sala durante el tratamiento.

Cuando una persona, distinta al paciente que se va a tratar, permaneciera dentro de la sala de tratamiento con el aparato en situación de emisión de radiación, se actuará según el siguiente protocolo.

• Actuación inmediata

- En caso de que la persona que haya quedado en el interior sea un Operador de la Instalación:
 - a) Procederá a accionar la parada de emergencia más próxima a la posición donde se encuentre y se dirigirá a la puerta de entrada de la sala.
 - b) Saldrá al exterior de la misma.
 - c) Comunicará la incidencia al Jefe del Servicio de Protección Radiológica y al Supervisor de la Instalación para que tomen las medidas oportunas.
- En caso de que dicha persona no sea un Operador, el Operador responsable de la Instalación actuará inmediatamente según el siguiente proceso.
 - a) Desconectará el equipo accionando el botón de parada de emergencia.
 - b) Hará salir de la sala a la persona en cuestión, indicándole que espere por si fueran necesarias acciones posteriores.
 - c) Comunicará inmediatamente la incidencia al Jefe del Servicio de Protección Radiológica o en su defecto al Supervisor de la misma, para que adopte las medidas oportunas.

- **Actuación posterior**

- a) El Jefe del Servicio de Protección Radiológica evaluará la dosis que se estima ha recibido la persona en cuestión.
- b) La incidencia se comunicará al titular de la Instalación y será anotada en el Libro Diario de Operaciones.
- c) En función de la dosis estimada y/o recibida será remitido al Servicio de Vigilancia Médica y se procederá según el Protocolo de Comunicación de Incidencias (IS-18) del Consejo de Seguridad Nuclear.

9.1.2 Incendio

En caso de propagarse un incendio en la Instalación se actuará de la forma siguiente:

- a) Evacuar la sala de tratamiento.
- b) Cerrar la puerta.
- c) Desconectar la sala pulsando el interruptor de emergencia situado en la pared de fuera de la sala.

Se comunicará a:

- Centralita telefónica (**901 112**) siguiendo las normas contempladas en el Plan de emergencia del Hospital Regional Universitario de Málaga.
 - Supervisor de servicio
 - Servicio de Protección Radiológica
- d) Si es posible, intentará sofocarlo utilizando los extintores situados en:
 - Salas de control.
 - Sala de tratamiento.

El equipo quedará clausurado hasta que el personal técnico evalúe los posibles daños y riesgos derivados del incidente.

9.1.3 Simulacros del plan de emergencia

Con una periodicidad mínima anual se realizará un simulacro de aplicación del plan de emergencia con todo el personal de la Instalación dirigida por el Jefe del Servicio de Protección Radiológica.

9.2 Braquiterapia

El plan de emergencia de Braquiterapia de alta tasa se encuentra recogido en el Anexo II.

El plan de emergencia de Braquiterapia con fuentes radiactivas de baja tasa se encuentra en el Anexo III.



10. LEGISLACIÓN

- RD 601/2019. Justificación y optimización del uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de exposiciones médicas.
- RD 1085/2009, de 3 de julio, por el que se aprueba el reglamento sobre instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico.
- RD 35/2008, de 18 de enero, por el que se aprueba el reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas.
- RD 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- RD 1976/1999, de 23 de diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad en radiodiagnóstico.
- RD 1566/1998 de 17 de julio, donde se establecen criterios de calidad en radioterapia

ANEXO I: TRABAJADORA EXPUESTA GESTANTE

Programa de evaluación y control de las dosis de radiación que pueda recibir el embrión/feto de una trabajadora expuesta gestante

1. INTRODUCCIÓN

Las mujeres embarazadas que, por razón de su actividad laboral, están expuestas a las radiaciones ionizantes constituyen un colectivo laboral con una casuística singular desde el punto de vista de la protección radiológica. Ello obedece a que el feto es un organismo que resulta especialmente vulnerable frente a las radiaciones, puesto que su exposición conlleva riesgos específicos (por ejemplo, el de malformaciones) que no se dan en la exposición de los ya nacidos.

Por ello, y aunque las bases y principios para el control de la exposición laboral a las radiaciones son los mismos en las mujeres que en los hombres, en el caso particular de las trabajadoras gestantes puede ser necesario aplicar medidas adicionales de control con objeto de proteger al feto. No obstante, es importante que tales medidas adicionales se contemplen siempre bajo una perspectiva realista.

Esta problemática es especialmente relevante en el ámbito de los usos médicos de las radiaciones ionizantes, donde el número de trabajadoras expuestas a radiaciones en edad fértil (y por tanto susceptibles de quedar embarazadas) es significativo. Por ello, en el contexto del Foro sobre Protección Radiológica en el Medio Sanitario, constituido por el Consejo de Seguridad Nuclear, la Sociedad Española de Protección Radiológica y la Sociedad Española de Física Médica, se decidió constituir un grupo de trabajo para abordar esta temática.

El programa de evaluación y control de las dosis de radiación que pueda recibir el embrión/feto de una trabajadora expuesta gestante que a continuación se desarrolla, se basa en las conclusiones de este grupo de trabajo.

Los elementos esenciales de los que consta son:

- Declaración formal voluntaria del embarazo incluyendo la fecha estimada de la concepción.
- Evaluación de las condiciones en las que se desarrolla el trabajo de la trabajadora expuesta gestante y de los riesgos a los que está expuesta.
- Restricciones de trabajo, si procede, a la trabajadora expuesta gestante.

2. DECLARACIÓN DE EMBARAZO

La declaración de embarazo por parte de la trabajadora expuesta gestante es responsabilidad exclusiva de ésta.

La declaración de embarazo debe hacerse en la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria/SPR o responsable del centro que lo comunicará al SPR. Los datos necesarios para ello, se recogen en la ficha para la declaración de embarazo.

Esta información es necesaria, ya que, en España, al igual que en los países de la Unión Europea, se establece 1 mSv como límite de dosis al feto, como consecuencia de la actividad laboral de la madre desde el momento en que se toma conciencia del embarazo hasta el final de la gestación. Éste es el límite de dosis que puede recibir el público y por tanto ha sido establecido para el feto atendiendo a consideraciones éticas ya que él no participa en la decisión y no recibe beneficio alguno de ella.

La aplicación de este límite a la práctica, se correspondería con una dosis de 2 mSv recibida en la superficie del abdomen (tronco inferior) de la mujer hasta el final de la gestación.

Una vez que el embarazo haya sido declarado, es responsabilidad del titular asegurarse de que las condiciones de trabajo sean tales que la dosis equivalente en la superficie del abdomen sea inferior a 2 mSv durante el resto de la gestación. Además, debe procurar que la mujer esté totalmente informada de los riesgos (en el grado en que los haya) que existen en su puesto de trabajo y de los límites de dosis que se le van a aplicar, proporcionándole en todo momento asesoramiento y asistencia. Esto se llevará a la práctica mediante la intervención de la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria/SPR que entregará a la interesada una ficha informativa al respecto.

Los derechos y privacidad de la trabajadora deberán ser mantenidos antes, durante y después de la declaración de embarazo.

3. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Una vez que se ha realizado la declaración de embarazo, a la vista de las condiciones en las que se desarrolla la actividad laboral y teniendo en cuenta el historial dosimétrico de los últimos meses (o el de otros trabajadores expuestos que realicen una actividad similar), la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria/SPR hará una estimación de la dosis que pueda recibir la trabajadora expuesta gestante en la superficie del abdomen hasta el final de la gestación, de acuerdo con la siguiente clasificación:

- A: con alta probabilidad, inferior a 2 mSv.
- B: es probable que sea inferior a 2 mSv.
- C: es probable que sea superior a 2 mSv.

En el caso A, probablemente no sea necesario realizar ningún cambio en las condiciones de trabajo.

En el caso B, la trabajadora puede continuar con su trabajo normal, pero se deben tomar ciertas restricciones o medidas para reducir la probabilidad de posibles exposiciones.

En el caso C, la trabajadora debe ser trasladada a otro puesto de trabajo donde se garanticen las situaciones A o B.

Deberá existir una coordinación total entre el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales correspondiente, el director o supervisor de la instalación y el responsable de protección radiológica, en cuanto a las condiciones del trabajo a desempeñar por la trabajadora expuesta gestante.

4. RESTRICCIONES DE TRABAJO

A continuación, se revisan los diferentes puestos de trabajo que pueden ser ocupados en las distintas zonas radiológicas de la Instalación indicando, en cada caso, las restricciones aplicables.

Como regla general, la trabajadora expuesta gestante (Facultativa, Técnico, Enfermera, etc.) puede seguir desarrollando su actividad habitual ya que es muy improbable que la dosis equivalente a la superficie del abdomen exceda de 2 mSv.

Por el contrario, NO DEBERÍA:

- Colocar equipos de medida o pacientes en equipos de carga diferida.
- Manipular fuentes radiactivas.
- Trabajar en todas aquellas situaciones en las que no existan barreras estructurales que puedan protegerla.

La trabajadora expuesta gestante NO DEBERÁ participar en los planes de emergencia de la instalación.

4.1 Situaciones especiales y excepcionales

Con objeto de no introducir elementos de discriminación laboral para las mujeres gestantes, se considera que, con carácter excepcional, se podría permitir el trabajo en mujeres gestantes expuestas en los siguientes casos:

- Verificaciones de los equipos de alta tasa.
- Manipulación de fuentes de braquiterapia prostática.

siempre que la trabajadora gestante manifieste, de forma expresa, su voluntad de continuar en esa actividad laboral y siempre que el trabajo se realice en condiciones que aseguren el cumplimiento de la legislación vigente. Dichas condiciones deberán ser establecidas, y justificadas de forma documental, por el Servicio de Protección Radiológica que, asimismo, supervisará el cumplimiento de las mismas.

5. REQUISITOS DE CONTROL Y VIGILANCIA DOSIMÉTRICA

En cumplimiento de las disposiciones del Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes, las trabajadoras expuestas gestantes deberán estar sometidas a una vigilancia dosimétrica que permita asegurar que sea improbable que la dosis equivalente en la superficie del abdomen exceda de 2 mSv en el período comprendido entre la comunicación

de su estado y el final del embarazo. Para ello, la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria/SPR establecerá una dosimetría de abdomen personalizada a la trabajadora expuesta gestante.

6. VIGILANCIA DOSIMÉTRICA DE LA RADIACIÓN EXTERNA

La estimación de la dosis al feto, debe realizarse a partir de la determinación de la dosis equivalente personal $H_p(10)$ en el abdomen de la trabajadora expuesta gestante. A tal efecto, las dosis recibidas por la trabajadora expuesta embarazada en su abdomen, una vez comunicado su estado a la empresa y durante toda la gestación, se estimarán mediante un dosímetro individual, que se colocará a la altura del abdomen. Por ello:

- Si la trabajadora gestante estuviera sometida a vigilancia dosimétrica de área y, en consecuencia, no dispusiera de dosímetro individual, se le asignará, durante toda la gestación, un dosímetro individual de solapa y otro de abdomen.
- Si la trabajadora gestante estuviera sometida a vigilancia dosimétrica individual, se le asignará durante toda la gestación un segundo dosímetro, que se colocará a la altura del abdomen.

En caso de que la trabajadora expuesta gestante tuviera que utilizar mandil plomado en el transcurso de su actividad laboral, el dosímetro de abdomen se deberá colocar siempre debajo de dicho mandil.

El dosímetro de abdomen tendrá iguales características que los utilizados para la determinación de las dosis recibidas por los trabajadores expuestos y, de acuerdo a lo establecido en el artículo 27 del Reglamento sobre Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes, la lectura de dicho dosímetro la realizará, con periodicidad mensual, un servicio de dosimetría expresamente autorizado por el Consejo de Seguridad Nuclear, en nuestro caso el Centro Nacional de Dosimetría de Valencia.

El dosímetro de abdomen dispondrá de medios apropiados de identificación (códigos, etiquetas, etc.) que permitan distinguirlo del resto de los dosímetros.

A lo largo del período de gestación, la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria/SPR, llevará a cabo el seguimiento y control de las dosis registradas en el dosímetro de abdomen de las trabajadoras expuestas gestantes, con objeto de asegurar que las dosis acumuladas a lo largo de dicho período no exceden el valor de 2 mSv.

Los resultados de dichas lecturas se recogerán en una ficha dosimétrica abierta al efecto y que será archivada en el historial dosimétrico personal de la trabajadora.



FICHA DE DECLARACIÓN DE EMBARAZO

DECLARACIÓN DE EMBARAZO

Declaro voluntariamente que estoy embarazada con el fin de asegurar que, en el desempeño de mi trabajo, se apliquen las medidas de protección establecidas en la legislación vigente y que he sido informada por la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria/SPR, de los posibles riesgos y de los límites de dosis aplicables en mi puesto de trabajo.

Nombre y apellidos

DNI

Lugar de Trabajo

Puesto de trabajo

Fecha estimada de la concepción

Fecha de la declaración

Firma de la trabajadora

Fdo.

Firma del Jefe del Servicio de Protección Radiológica de la instalación*

Fdo.

Firma del médico responsable de Prevención de Riesgos Laborales*

Fdo.

Firma del Director/Supervisor de la instalación*

Fdo.

* Firmado por el responsable que reciba la declaración.

HOJA INFORMATIVA

Nombre:

Si Vd. es una trabajadora expuesta a radiaciones ionizantes debe saber que:

Las radiaciones ionizantes pueden producir efectos biológicos. Estos efectos se clasifican en: efectos deterministas y efectos estocásticos.

Hay efectos que requieren de una dosis umbral para su aparición; es decir, sólo se producen cuando la dosis de radiación supera un valor determinado y, a partir de este valor, la gravedad del efecto aumentará con la dosis recibida. Éstos son los efectos deterministas. Ejemplos de efectos deterministas que pueden aparecer en el embrión-feto son, el aborto, las malformaciones congénitas y el retraso mental.

Existen efectos que no requieren una dosis umbral para su aparición y además, la probabilidad de aparición de los mismos aumentará con la dosis. Esto es, se estima que si se duplica la dosis de radiación, la probabilidad de que aparezca el efecto se multiplicará por dos. A estos efectos, se les denominan efectos estocásticos y cuando aparecen, no se diferencian de los producidos por causas naturales u otros factores. El cáncer es un ejemplo de efecto estocástico.

La prevención de los efectos deterministas queda garantizada estableciendo unos límites de dosis por debajo de la citada dosis umbral. En el caso de los efectos estocásticos, al no existir una dosis umbral conocida, para reducir la probabilidad de su inducción, estamos obligados a mantener los niveles de dosis recibidas tan bajos como razonablemente sea posible.

En España, al igual que en los países de la Unión Europea, se acepta que la dosis que puede recibir el feto como consecuencia de la actividad laboral de la madre desde el momento en que se toma conciencia del embarazo hasta el final de la gestación, es de 1 mSv. Éste es el límite de dosis que puede recibir el público y por tanto se ha sido establecido para el feto atendiendo a consideraciones éticas ya que él no participa en la decisión y no recibe beneficio alguno de ella.

La aplicación de este límite a la práctica, se correspondería con una dosis de 2 mSv recibida en la superficie del abdomen (tronco inferior) de la mujer hasta el final de la gestación.

Este límite de dosis es muy inferior a las dosis que se requieren para la aparición de efectos deterministas en el feto, ya que, el aborto, las malformaciones congénitas, la disminución del cociente intelectual o el retraso mental severo, requieren dosis entre 100 y 200 mSv.

El valor medio anual de las dosis recibidas por la población procedente de las fuentes naturales de radiación es de 2'4 mSv y no hay diferencia alguna entre los efectos que pudiera provocar una misma dosis de radiación ya sea de origen natural o artificial.

Con el fin de proteger adecuadamente al feto, es imprescindible que la trabajadora expuesta gestante, en cuanto tenga conocimiento de su embarazo, lo comunique al Jefe del Servicio de Protección Radiológica del centro en el que trabaja y al responsable de la

instalación, para que se establezcan las medidas de protección oportunas para garantizar el cumplimiento de la normativa vigente y asegurar que el desempeño de su trabajo no suponga un riesgo añadido para su hijo.

Dichas medidas requieren la asignación de un dosímetro especial para determinar dosis en abdomen y la evaluación cuidadosa de su puesto de trabajo, de modo que, la probabilidad de incidentes con dosis o incorporaciones altas sea insignificante.

Cualquier embarazada que trabaje en un entorno en el que las dosis debidas a radiaciones ionizantes permitan asegurar que la dosis en feto puede mantenerse por debajo de 1 mSv, puede sentirse muy segura en su puesto de trabajo durante todo su embarazo.

En resumen:

Si Ud. es una trabajadora expuesta a radiaciones ionizantes y se queda embarazada
RECUERDE:

- **COMUNIQUE SU EMBARAZO AL RESPONSABLE DE LA INSTALACIÓN**
- **UTILICE ADECUADAMENTE SU DOSÍMETRO PERSONAL**
- **CUMPLA LAS NORMAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**

**FICHA DE RECEPCIÓN DE INFORMACIÓN Y
DATOS DOSIMÉTRICOS**

Nombre y apellidos.....

DNI.....

Lugar de Trabajo.....

Puesto de trabajo

Fecha estimada de la concepción.....

Fecha de la declaración.....

He sido informada por el Servicio de Protección Radiológica, de los posibles riesgos y de los límites de dosis aplicables en mi puesto de trabajo.

Fdo.....
(Firma de la trabajadora)

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Dosímetro individual</i>									
<i>Dosímetro abdomen</i>									
<i>Dosímetro muñeca</i>									

JEFE DEL SERVICIO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Programa de evaluación y control de las dosis de radiación que pueda recibir el embrión/feto de una trabajadora expuesta gestante.

ANEXO II: PLAN DE EMERGENCIA EN HDR

1. PERMANENCIA INJUSTIFICADA DE UNA PERSONA EN LA SALA DURANTE EL TRATAMIENTO

Existe una posible causa para la necesidad de una actuación inmediata en la sala de la unidad de tratamiento, producida cuando una persona, distinta del enfermo que se va a tratar, permaneciera dentro de la sala de tratamiento con el aparato en situación de emisión de radiación.

• Actuación inmediata

- En caso de que la persona que haya quedado en el interior sea un operador de la Instalación:
 - a) Procederá a accionar el pulsador de emergencia del equipo de carga diferida o a abrir la puerta de la sala.
 - b) Saldrá al exterior de la misma.
 - c) Comunicará la incidencia al Jefe del Servicio de Protección Radiológica o en su defecto al Supervisor de la misma para que tome las medidas oportunas.
- En caso de que dicha persona no sea un Operador, el Operador responsable de la Instalación actuará inmediatamente según el siguiente proceso.
 - a) Desconectará el equipo accionando cualquiera de los pulsadores de emergencia.
 - b) Hará salir de la sala a la persona en cuestión, indicándole que espere por si fueran necesarias acciones posteriores.
 - c) El Operador o Supervisor comunicará inmediatamente la incidencia al Jefe del Servicio de Protección Radiológica para que adopte las medidas oportunas.

• Actuación posterior.

- a) El Jefe del Servicio de Protección Radiológica evaluará la dosis que se estima ha recibido la persona en cuestión.
- b) La incidencia se comunicará al titular de la Instalación y será anotada en el Libro Diario de Operaciones.
- c) En función de la dosis estimada y/o recibida será remitido al Servicio de Vigilancia Médica y se procederá según el Protocolo de Comunicación de Incidencias (IS-18) del Consejo de Seguridad Nuclear.

2. FALLOS EN LA UNIDAD

La unidad de tratamiento, como equipo de carga diferida, está diseñada para evitar fallos y disminuir los riesgos tanto a pacientes como al personal.

En la actuación ante las situaciones planteadas por la unidad de tratamiento se debe tener en cuenta:

- Personal entrenado en los procedimientos de actuación.
- Procedimientos de emergencia realizados en el menor tiempo posible y con la mayor eficiencia.
- Análisis de la situación planteada para prevenir nuevas incidencias.

Debido a los riesgos asociados a una unidad de alta tasa de dosis, en toda aplicación se requiere la presencia física del Supervisor y Operador y cualquier incidencia será comunicada a un especialista en Radiofísica Hospitalaria de la Unidad de Radiofísica Hospitalaria que actuará como responsable de protección radiológica, independientemente de las competencias asignadas en dosimetría física y clínica.

Las incidencias que se pueden presentar están relacionadas con:

- a) Obstrucción en el desplazamiento de la fuente.
- b) Retorno de la fuente.
- c) Rotura del cable conductor de la fuente.

2.1 Obstrucción en el desplazamiento de la fuente

El problema se puede presentar cuando exista alguna resistencia mecánica en la guía por la que se desplaza la fuente, impidiendo a ésta desplazarse adecuadamente y situarse en el lugar elegido, para minimizar este efecto se seguirá el siguiente procedimiento:

1. Antes de cada salida de fuente por el canal, se verificará el recorrido con la fuente virtual del equipo, tantas veces como aplicadores existan en el tratamiento.
2. Si existe obstrucción, se suspenderá el tratamiento hasta que no quede resuelto el problema.
3. En todo momento, se comprobarán los sistemas del equipo que indican la colocación de la fuente y la posición de almacenamiento de la misma, mediante el detector G-M que se encuentra a la entrada.

2.2 Retorno de la fuente

Para afrontar este tipo de emergencia, la Instalación contará con el siguiente equipamiento:

- En la sala de control:
 - Dosímetro de lectura directa.
 - Cronómetro.
- En la sala de tratamiento:
 - Contenedor blindado.
 - Pinzas largas.
 - Alicates de mango largo.



No se recomienda el uso de mandil plomado.

Antes de comenzar los tratamientos se deberá:

- Comprobar el carro de emergencia.
- Comprobar el dosímetro de lectura directa y el cronómetro.
- Colocar la manivela de la retracción manual en posición de uso.

Si por obstrucción o cualquier otro motivo, la fuente no se retira a su posición de almacenamiento una vez terminado el tiempo de tratamiento, se activarán las siguientes alarmas:

- a) Alarma acústica y luminosa en la consola de tratamiento.
- b) Luz roja activada sobre la puerta.
- c) Alarma acústica y luminosa en la puerta.
- d) Detector G-M autónomo activado.





Estas alarmas no desaparecerán hasta que la fuente se encuentre en un lugar seguro.

La finalidad de las siguientes acciones es que la fuente quede en la zona segura del equipo de carga diferida o en el contenedor de emergencias.

1. Automáticamente, se pondrá en marcha el dispositivo de emergencia autónomo del equipo para forzar la retirada y situar la fuente en la zona de almacenamiento.
2. Si el dispositivo falla y la fuente no es retirada:
 - Operador: accionar el pulsador de emergencia de la consola.
 - Supervisor: coger el dosímetro de lectura directa, anotar su lectura y dirigirse hacia la puerta.
3. Si el problema persiste:
 - Operador: conectar el cronómetro.
 - Supervisor: accionar el pulsador de emergencia de la puerta y si esto no es suficiente abrirá la puerta de la sala.
4. Si el problema persiste:
 - Supervisor: accionar el pulsador de emergencia del equipo de carga diferida.
 - Operador: controlar el tiempo de la actuación y la situación de los sistemas de detección de radiación para informar al Supervisor.
5. Si el problema persiste:
 - Supervisor: girar la manivela de recogida manual en la dirección indicada por la flecha. **No se deben dar más de 12 giros.**

- Operador: controlar el tiempo de actuación y la situación de los sistemas de detección para informar al Supervisor.
6. Si el aplicador puede retirarse con facilidad, se retira y se coloca en el contenedor de emergencia y el paciente es trasladado fuera de la sala.
 7. Si el aplicador consiste en un montaje con varios canales, el operador informará del canal en el que ha quedado obstruida la fuente.

El supervisor desconectará del equipo de carga diferida, todos los conectores, menos el identificado con la fuente. A continuación se extraerá el catéter del paciente con la fuente y se colocará en el contenedor. El paciente es trasladado fuera de la sala.

8. El Operador confirmará e informará al Supervisor de que la fuente ha sido retirada y parará el cronómetro.
9. Si se sigue detectando radiación en el paciente, habría que realizar un procedimiento quirúrgico de urgencia siguiendo el protocolo médico a tal efecto. Es imprescindible que la fuente se saque del paciente tan rápido como sea posible e introducirla en el contenedor de emergencia.

Una vez que la fuente se encuentre en lugar seguro:

- Se realizará una monitorización radiológica minuciosa del paciente para asegurar que no ha quedado ningún rastro de la fuente en el paciente.
- Evacuar y clausurar la sala.
- El Jefe del Servicio de Protección Radiológica evaluará la dosis que se estima han recibido los trabajadores que han participado en el proceso.
- La incidencia se comunicará al titular de la Instalación y será anotada en el Libro Diario de Operaciones.
- En función de la dosis estimada y/o recibida será remitido al Servicio de Vigilancia Médica y se procederá según el Protocolo de Comunicación de Incidencias (IS-18) del Consejo de Seguridad Nuclear
- No se utilizará la unidad hasta la verificación del correcto funcionamiento del equipo.

2.3 Rotura del cable conductor de la fuente

La rotura del cable conductor impedirá que la fuente se sitúe en el lugar de tratamiento, o en caso contrario, que se pueda colocar en la posición de almacenamiento por cualquiera de los sistemas existente en el equipo.

En todo caso, la situación se detectará por los indicadores de posicionamiento y almacenamiento existente en el sistema.

1. Si la fuente no puede salir:

- Se suspenderán los tratamientos.
 - Se verificará la causa
 - Se comunicará con los servicios técnicos
2. Si la fuente no puede retornar:
- Se procederá a la retirada manual de los aplicadores, como en el caso anterior (2.2).
 - Se cerrará la sala de tratamiento, cuidando que no quede nadie en el interior y se comunicará a los servicios técnicos.
 - Se realizará un control dosimétrico personal específico para esta actuación de emergencia.

3. INCENDIO, INUNDACIÓN U OTRA CATÁSTROFE

En caso de propagarse un incendio en la Instalación durante un tratamiento, se actuará de la forma siguiente:

- a) Accionar el pulsador de emergencia.
- b) Evacuar la sala de tratamiento.
- c) Cerrar la puerta.

Se comunicará a:

- Centralita telefónica (**901 112**) siguiendo las normas contempladas en el Plan de emergencia del H.R.U. Carlos Haya.
- Supervisor de servicio
- Servicio de Protección Radiológica

Si es posible, intentará sofocarlo utilizando los extintores situados en:

- Salas de control.
 - Sala de tratamiento.
- d) Se procederá según el Plan de Emergencias y Catástrofe del Complejo Hospitalario (salidas, evacuación,...)
 - e) Se comunicará a los servicios de extinción de incendios, la existencia de una fuente radiactiva en la sala de tratamiento.

El equipo quedará clausurado hasta que el personal técnico evalúe los posibles daños y riesgos derivados del incidente.

En caso de que el incendio sea detectado sin que haya un paciente en tratamiento, no será necesario activar la parada de emergencia.

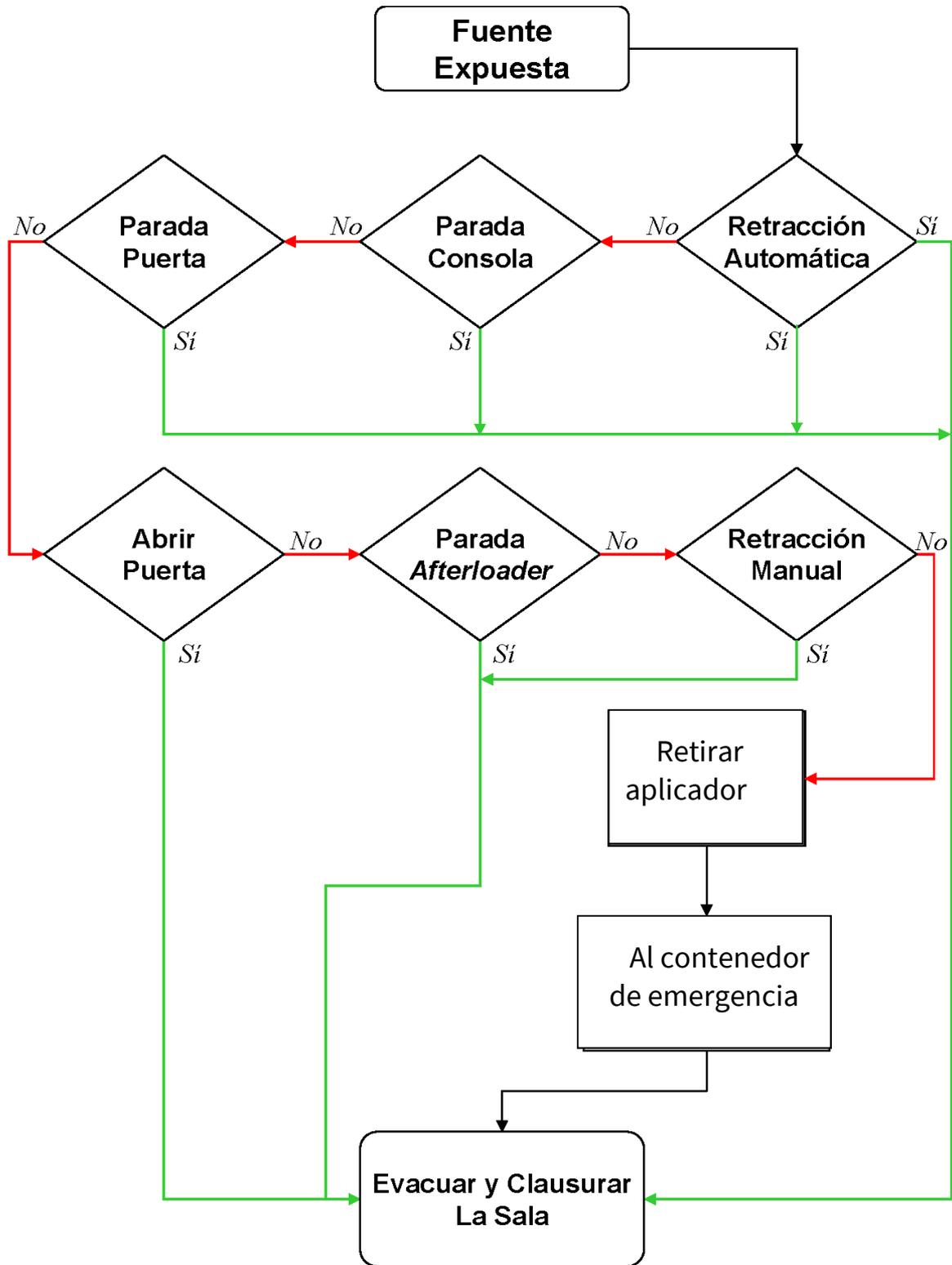
Para el resto de catástrofes se seguirá un protocolo similar al anteriormente descrito.

4. SIMULACROS DEL PLAN DE EMERGENCIA

Con una periodicidad mínima anual se realizará un simulacro de aplicación del plan de emergencia con todo el personal de la Instalación dirigida por el Jefe del Servicio de Protección Radiológica.

En esta simulación se pondrá especial interés en la actuación para la retirada manual de los aplicadores, con la fuente y la introducción en el contenedor de emergencia.

5. ORGANIGRAMA DE ACTUACIÓN EN CASO DE ERROR EN LA RECOGIDA DE LA FUENTE



ANEXO III: BRAQUITERAPIA DE BAJA TASA

1. FUENTES RADIATIVAS

La braquiterapia de baja tasa de próstata, se realiza con fuentes de ^{125}I y son fuentes encapsuladas, hiladas entre sí y almacenadas en un carrete autoblindado. Cada carrete viene identificado individualmente, además de por su número de registro, por el número de fuentes que contiene, la fecha de calibración, la tasa de kerma de referencia en aire (TKRA), la fecha de fabricación, la fecha prevista del implante, etc...

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Las fuentes se reciben en los quirófanos del Hospital Civil, que es donde se realiza el implante. Desde su recepción hasta que son utilizadas se almacenan en una gammateca debidamente señalizada.

La carga de las agujas con las fuentes será realizada en el mismo quirófano donde se realice el implante. La verificación de las fuentes se hará en un lugar adecuado fuera del quirófano.

3. NORMAS DE FUNCIONAMIENTO

3.1 Recepción de material radiactivo

La recepción de las fuentes se realizará por parte de la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria o una persona responsable de la Unidad de Quirófano del Hospital Civil.

Las semillas serán almacenadas en la gammateca, se comunicará su recepción y se enviará la documentación relativa a la U.G.C. de Radiofísica Hospitalaria.

3.2 Gestión de Residuos Radiactivos

De cada carrete de fuentes que se utilice para implantar en el paciente, se extraerán 3 semillas para realizar la verificación de la TKRA del certificado de calibración.

La distribución de las fuentes en las diferentes agujas se realizará de acuerdo con el tratamiento planificado.

Las fuentes no utilizadas en el implante serán custodiadas en la propia instalación para su posterior retirada por parte de la empresa suministradora, que está autorizada por el CSN.

Se almacenarán en la gammateca, señalizada con el trisector correspondiente: las semillas que hayan sobrado del implante se conservarán en su carrete, y las utilizadas para verificación y otras que pudieran haber sido desechadas, se guardan en un bote plomado autorizado para el envío de las fuentes que se han extraído del carrete.

3.3 Monitoreo del quirófano

Una vez terminada la intervención quirúrgica, cuando el paciente haya abandonado el quirófano, se monitorizará todo el material utilizado durante el procedimiento, trabajo

redundante ya que se realiza un control exhaustivo sobre cada fuente que se utiliza en el implante.

Las semillas sueltas que no permanecen en los carretes habilitados se guardan en los botes homologados para la ocasión y se custodian en los recintos señalizados en la propia instalación para su posterior retirada por la empresa suministradora. para la gestión de los residuos generados.

3.4 Anotaciones en el cuaderno del quirófano y el libro de la instalación radiactiva.

Una vez terminado el implante, utilizando las pegatinas correspondientes a cada carrete, se completa en el cuaderno elaborado para llevar la contabilidad de las fuentes utilizadas en el implante, y las que restan en los carretes, así como las de calibración o las que hayan quedado inservibles, que se almacenan en los botes homologados que nos facilita la empresa suministradora de las fuentes.

En el libro de la instalación sellado por el CSN se anotará el número y actividad de las fuentes implantadas en los pacientes, y las que restan se almacenan en la propia instalación hasta su recogida. Se anotarán también la retirada de las fuentes no utilizadas, una vez que hayan decaído convenientemente, comprobándose que la lectura en el exterior del bulto en contacto es inferior a $5\mu\text{Sv/h}$ (bulto exceptuado) y la actividad total de todas las fuentes contenidas en es inferior a 3GBq .