

**INFORMACIÓN DE RIESGOS
DERIVADOS DE LOS MATERIALES
RADIOACTIVOS.
NORMAS DE TRABAJO Y MEDIDAS
DE EMERGENCIA**



Esta información proviene del manual del curso de formación básico para los usuarios de la instalación radioactiva de la UIB, elaborado por M^a Trinidad García Barceló (Supervisora IR-697).

Para consultar el manual completo, póngase en contacto con Trinidad García (edificio Cientificotécnico, Email trinidad.garcia@uib.es)



PROTECCIÓN RADIOLÓGICA OPERACIONAL

1.-CONCEPTOS PRELIMINARES

Las medidas de protección radiológica contra las radiaciones ionizantes están recogidas en su mayor parte en el RD 783/2001 y se basan en el principio de que la utilización de las mismas debe estar plenamente justificada con relación a los beneficios que aporta, y ha de efectuarse de forma que el nivel de exposición y el número de personas expuestas sea lo más bajo posible, procurando no sobrepasar los límites de dosis establecidos para los trabajadores expuestos, las personas en formación, los estudiantes y los miembros del público.

Estas medidas consideran los siguientes aspectos:

- Evaluación previa de las condiciones laborales para determinar la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico y asegurar la aplicación del principio de optimización.
- Clasificación de los lugares de trabajo en diferentes zonas, considerando la evaluación de las dosis anuales previstas, el riesgo de dispersión de la contaminación y la probabilidad y magnitud de las exposiciones potenciales.
- Clasificación de los trabajadores expuestos en diferentes categorías según sus condiciones de trabajo.
- Aplicación de las normas y medidas de vigilancia y control relativas a las diferentes zonas y las distintas categorías de trabajadores expuestos, incluida, si es necesaria, la vigilancia individual.
- Vigilancia sanitaria.

También, clasifica a las personas en distintos grupos:

- **Trabajador expuesto (TE).**
- **Personas en formación y estudiantes.**
- **Miembros del público.**
- **Población en su conjunto.**

Se considera **trabajador expuesto** a aquellas personas sometidas a una exposición a causa de su trabajo, derivada de las prácticas a las que se refiere el reglamento que pudieran entrañar dosis anuales superiores a alguno de los límites de dosis fijados para los miembros del público.

Las **personas en formación o estudiantes** son aquellas personas que, no siendo trabajadores expuestos, reciben formación o instrucción en el seno o fuera de la empresa para ejercer un oficio o profesión, relacionada indirecta o directamente con actividades que pudieran implicar exposición a las radiaciones ionizantes.

Se considera como **“miembro del público”** a cualquier individuo de la población considerado aisladamente, con exclusión explícita de los trabajadores expuestos y estudiantes durante sus horas de trabajo habitual y las personas sometidas a exposición por tratamientos médicos y exposiciones voluntarias para ayudar a pacientes o participar en programas de investigación médica o biomédica.

Población en su conjunto es la colectividad formada por los trabajadores expuestos, los estudiantes, las personas en formación y los miembros del público.



Límites de dosis (RD 783/2001)

	DOSIS EFECTIVA	DOSIS EQUIVALENTE
TRABAJADORES EXPUESTOS*	100mSv/5años 50mSv/año	Cristalino: 150mSv/año Piel: 500mSv/año Extremidades: 500mSv/año
PERSONAS EN FORMACIÓN (16-18AÑOS)	6mSv/año	Cristalino: 50mSv/año Piel: 150mSv/año Extremidades: 150mSv/año
MIEMBROS DEL PÚBLICO	1mSv/año**	Cristalino: 15mSv/año Piel: 50mSv/año Extremidades: 50mSv/año
EMBARAZADAS	1mSv/año durante el embarazo (idem público)	
LACTANCIA	No se le asignaran puestos de trabajo con un riesgo significativo de contaminación radiactiva.	
EXPOSICIONES ESPECIALMENTE AUTORIZADAS	Sólo trabajadores profesionalmente expuestos de categoría A: en casos excepcionales las autoridades competentes pueden autorizar exposiciones individuales superiores a los límites establecidos, siempre que sea con limitación de tiempo y en zonas delimitadas.	

* También se aplica a personas en formación mayores de 18 años.

** El CSN puede autorizar un valor superior mientras el promedio en 5 años no supere 1mSv/año.

2.- PREVENCIÓN DE LA EXPOSICIÓN

Las zonas de trabajo en las instalaciones radiactivas se clasifican de acuerdo con sus niveles de radiación y las correspondientes dosis al personal. Esta clasificación se apoya en los criterios dictados por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), cuyas recomendaciones informan las legislaciones de todos los países avanzados y, entre ellos, España.

Se define una zona radiológica con **riesgo de irradiación externa**, cuando en esta zona es posible recibir una irradiación del organismo por una fuente emisora de radiaciones ionizantes externa al mismo.

Se define una zona radiológica con **riesgo de contaminación radiactiva**, cuando en esta zona se considera que existe la probabilidad de presencia de una sustancia radiactiva indeseable en una materia, una superficie, un medio cualquiera o una persona.



2.1. – Clasificación y señalización de zonas

El titular de la actividad debe clasificar los lugares de trabajo, considerando el riesgo de exposición y la probabilidad y magnitud de las exposiciones potenciales, en las siguientes zonas:

Zona vigilada. Zona en la que, no siendo zona controlada, exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv/año o una dosis equivalente superior a 1/10 de los límites de dosis equivalente para cristalino, piel y extremidades, pero inferiores a las indicadas en la zona controlada. Se señala con un trébol gris/azulado sobre fondo blanco.

Zona controlada. Zona en la que exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv/año oficial o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalentes para cristalino, piel y extremidades. También tienen esta consideración las zonas en las que sea necesario seguir procedimientos de trabajo, ya sea para restringir la exposición, evitar la dispersión de contaminación radiactiva o prevenir o limitar la probabilidad y magnitud de accidentes radiológicos o sus consecuencias. Se señala con un trébol verde sobre fondo blanco.

En las zonas controladas es obligatoria la existencia de monitores de área y la utilización de dosímetros personales. El personal que trabaja en la zona controlada estará sometido a controles médicos periódicos y se llevará un registro de las dosis recibidas por cada individuo de acuerdo con las lecturas de su dosímetro personal.

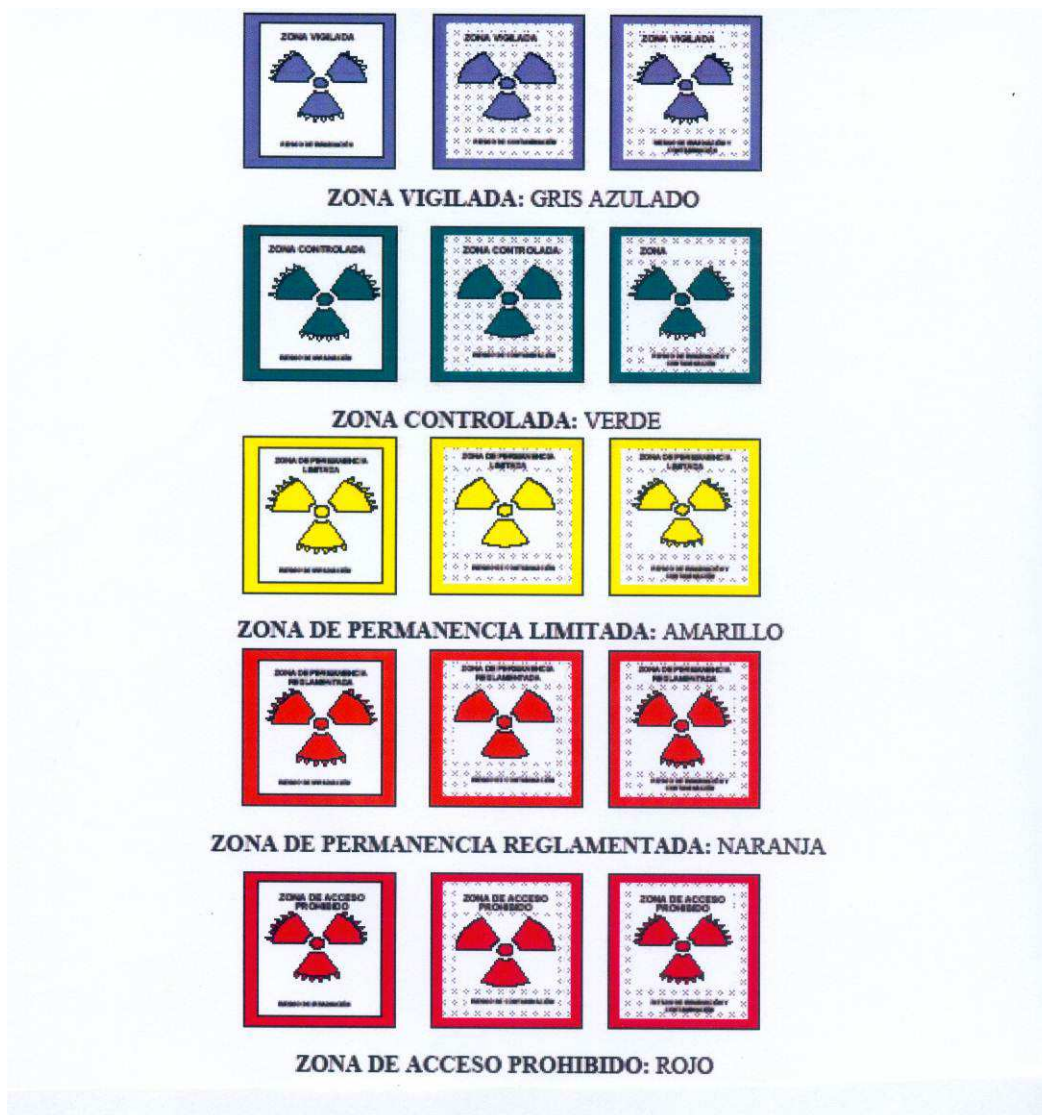
Las zonas controladas se pueden subdividir en:

Zona de permanencia limitada. Zona en la que existe el riesgo de recibir una dosis superior a los límites anuales de dosis. Se señala con un trébol amarillo sobre fondo blanco.

Zona de permanencia reglamentada. Zona en la que existe el riesgo de recibir en cortos periodos de tiempo una dosis superior a los límites de dosis. Se señala con un trébol naranja sobre fondo blanco.

Zona de acceso prohibido. Zona en la que hay riesgo de recibir, en una exposición única, dosis superiores a los límites anuales de dosis. Se señala con un trébol rojo sobre fondo blanco.

En el caso de que el riesgo fuera solamente por irradiación externa, el trébol va bordeado de puntas radiales y si fuera de contaminación radiactiva el trébol está dibujado sobre un campo punteado. Si se presentan los dos riesgos conjuntamente el trébol está bordeado con puntas radiales sobre campo punteado.



Normas de acceso y permanencia.

El acceso a las zonas clasificadas estará limitado a personas autorizadas al efecto y que hayan recibido las instrucciones adecuadas en función al riesgo existente. En Zonas Controladas estas instrucciones serán acordes con los procedimientos de trabajo establecidos.

En el laboratorio de radioisótopos situado en la planta sótano del Edificio Cientifitécnico, en principio, y dadas la naturaleza y cantidad de material radiactivo que serán utilizadas en el laboratorio, las dosis por irradiación que se prevé que pueda recibir el personal expuesto que desarrolle su trabajo de forma permanente en la instalación durante unas 2000h/año, no sobrepasarán el valor de 6mSv/año. Se considera que la contribución a la dosis anual por incorporación de radionucleidos al organismo será prácticamente nula. En consecuencia el laboratorio estará clasificado como “ZONA VIGILADA. RIESGO DE IRRADIACIÓN EXTERNA Y CONTAMINACIÓN”.

Por otro lado, clasificaremos el almacén como “ZONA CONTROLADA. RIESGO DE IRRADIACIÓN EXTERNA Y CONTAMINACIÓN”.



2.2. – Clasificación de trabajadores expuestos.

Los trabajadores se consideraran expuestos cuando puedan recibir dosis superiores a 1mSv por año oficial y se clasificaran en dos categorías:

Categoría A: personas que, por las condiciones en que se realiza su trabajo, pueden recibir una dosis 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.

Categoría B: personas que, por las condiciones en que se realiza su trabajo, es muy improbable que reciban dosis superiores a 6 mSv por año oficial o 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades

Por tanto, los usuarios de la IR-697 son considerados trabajadores categoría B.

3. - EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN

La evaluación de las condiciones de trabajo servirá para minimizar el riesgo radiológico. Esta evaluación tiene una doble vertiente, la **vigilancia del ambiente de trabajo** y la **vigilancia individual de la exposición**.

3.1. - Vigilancia del ambiente de trabajo.

a) La medición de las **tasas de dosis externas**, especificando la naturaleza y calidad de las radiaciones.

b) La mediación de **concentraciones de actividad en el aire y la contaminación superficial** especificando la naturaleza de las sustancias radiactivas contaminantes y sus estados físicos y químicos.

Estas medidas pueden ser utilizadas para estimar las dosis individuales en aquellos casos en los que no sea posible o resulten inadecuadas las mediciones individuales.

Los documentos correspondientes al registro, evaluación y resultado de dicha vigilancia deberán ser archivados por el titular de la práctica, quien los tendrá a disposición de la autoridad competente.

3.2. - Vigilancia individual de la exposición.

Cuando las condiciones de trabajo sean normales, se determinarán con una periodicidad **no superior a un mes** para la dosimetría externa y con la periodicidad que, en cada caso, se establezca para la dosimetría interna, si procede.

Para la determinación de las dosis totales, no se tendrá en cuenta las dosis debidas al fondo radiactivo natural ni las debidas a examen y tratamientos médicos.

Para los trabajadores expuestos de categoría A es obligatorio:

a) En caso de riesgo de exposición externa, la utilización de **dosímetros individuales**, que midan la dosis externa, representativa de la dosis para la totalidad del organismo durante toda la jornada laboral. En el caso de riesgo de exposición parcial o no



homogénea del organismo, la utilización de dosímetros adecuados en las partes potencialmente más afectadas.

b) En caso de riesgo de contaminación interna, la realización de las medidas o análisis pertinentes para evaluar las dosis correspondientes.

Para los trabajadores expuestos de categoría B:

Las dosis individuales recibidas se podrán estimar a partir de los resultados de la vigilancia realizada en el ambiente de trabajo, siempre y cuando éstos permitan demostrar que dichos trabajadores están clasificados correctamente en la categoría B.

La dosimetría individual, tanto externa como interna, será efectuada por los Servicios de Dosimetría Personal expresamente autorizados por el Consejo de Seguridad Nuclear.

Dadas las características del laboratorio de radioisótopos situado en la planta sótano del Edificio Cientifcotécnico (diversidad manejo isótopos, diferentes metodologías de trabajo...), cuando sea necesario, los usuarios dispondrán de dosímetro personal, aunque sean catalogados como categoría B.

3.3. - Registro y notificación de resultados

Todas las dosis recibidas por el trabajador expuesto durante la vida laboral es obligatorio registrarlas en un **historial dosimétrico individual** que estará, en todo momento, a disposición del propio trabajador.

En el caso de que éste cambie de instalación o cese en su empleo, el titular de la instalación deberá proporcionarle una copia certificada de dicho historial. Asimismo, el trabajador deberá entregar una copia certificada de su historial dosimétrico al titular de su nuevo destino.

Los trabajadores expuestos que lo sean en más de una instalación tienen la obligación de dar cuenta expresa de tal circunstancia a los encargados de la protección radiológica de cada uno de los centros en los que trabajen, al objeto de que en todos ellos conste, actualizado y completo, su historial dosimétrico individual. A tal fin, el trabajador deberá comunicar en cada instalación los resultados dosimétricos que se le proporcionen en las demás.

El titular de la instalación deberá archivar el historial dosimétrico hasta que el trabajador haya o hubiera alcanzado la edad de 75 años y nunca por un periodo inferior a treinta años, contados a partir de la fecha del cese del trabajador en su condición de trabajador expuesto. En el caso de cese definitivo de las actividades el titular está obligado a remitir dicha información al CSN.

4. - VIGILANCIA SANITARIA DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS.

El RPSRI no especifica una vigilancia especial sobre los trabajadores expuestos de **categoría B**, a excepción del examen de salud previo que es necesario para solicitar o renovar una licencia de operador o supervisor. Los trabajadores de categoría B se acogerán, por tanto, a los “Principios Generales de Medicina del Trabajo” y a la ley 31/1995 sobre Prevención de Riesgos Laborales.

Trabajadores de Categoría A:



Examen de salud previo antes de darse de alta como trabajador tipo A.

Exámenes de salud periódicos cada **12 meses** o más frecuentemente si fuera necesario. Desde el punto de vista médico los trabajadores expuestos se clasificarán en **aptos, aptos en determinadas condiciones y no aptos.**

Los reconocimientos médicos previos, periódicos y adicionales han de realizarse por el Servicio de Prevención que desarrolle la función de vigilancia y control de la salud de los trabajadores.

Registro y notificación:

Cada trabajador expuesto de **categoría A** le será abierto un **historial médico** que incluirá los resultados de los exámenes de salud y el historial dosimétrico. **El historial médico se archivará hasta que el trabajador haya o hubiera alcanzado la edad de 75 años y nunca por un periodo inferior a treinta años,** contados a partir de la fecha del cese del trabajador en su condición de trabajador expuesto, y estará a disposición de la autoridad competente y del propio trabajador.

5.- NORMAS DE PROTECCIÓN PARA PERSONAS EN FORMACIÓN Y ESTUDIANTES

Las condiciones de exposición y la protección operacional de las personas en formación y de los estudiantes mayores de 18 años serán equivalentes a las de los trabajadores expuestos de categoría A o B. Para las personas en formación y de los estudiantes menores de 18 y mayores de 16 años serán equivalentes a las de los trabajadores expuestos de categoría B.



**NORMAS DE MANIPULACIÓN DE MATERIALES RADIATIVOS Y
NORMAS DE DESCONTAMINACIÓN. GESTIÓN DE MATERIALES
RESIDUALES CON CONTENIDO RADIATIVO.**

1.- NORMAS DE MANIPULACIÓN DE MATERIALES RADIATIVOS

Para el caso concreto de la Instalación Radiactiva IR-697 de la Universitat de les Illes Balears se establecen las siguientes normas:

1.1- Entrada y salida de los laboratorios de la IR.

- Sólo estará permitida la entrada al Laboratorio de Radioisótopos situado en la planta sótano del Edificio Cientificotécnico a los usuarios acreditados por la Supervisora de la Instalación Radiactiva IR-697.
- En las zonas de trabajo será OBLIGATORIO llevar como prendas de protección al menos BATA, GUANTES Y CALZADO CERRADO.
- Cubrir las pequeñas heridas o raspaduras de la piel con cinta protectora impermeable antes de entrar en la Zona Vigilada o Controlada.
- Todos los usuarios deberán entrar en las instalaciones con su dosímetro personal. Dicho dosímetro deberá ser colocado mediante la pinza de sujeción en el bolsillo de la bata situado junto al pecho. Si se usase delantal de plomo como protección ante la radiación, el dosímetro deberá ser colocado por detrás de dicho delantal.
- El dosímetro debe cambiarse mensualmente. En los 4 últimos días del mes, el usuario tendrá que mandar su dosímetro a la persona responsable de los SCT y ésta le proporcionará el nuevo dosímetro cuando se lo envíen desde la empresa autorizada que realiza los contajes. El incumplimiento de esta norma puede ocasionar la baja del dosímetro.
- Mensualmente, el usuario deberá informar a la Supervisora del gasto en actividad de cada radioisótopo utilizado.
- Las zonas de trabajo son áreas de acceso restringido, por lo que las puertas deben permanecer cerradas.
- Es responsabilidad del usuario dejar la puerta del Laboratorio de Radioisótopos cerrada al abandonar el edificio.

1.2- Normas antes, durante y después del trabajo

- **CUALQUIER** compra de material radiactivo debe ser autorizada por la Supervisora.
- El usuario deberá notificar a la Supervisora cuando vaya a trabajar con material radiactivo, de igual manera deberá hacer una reserva para el uso del contador de centelleo (u otros equipos comunes) situado en el Laboratorio de Radioisótopos del Edificio Cientificotécnico.
- Dentro de las zonas de trabajo está absolutamente PROHIBIDO:
 - Fumar
 - Comer o beber.
 - Llevar pelo largo suelto.
 - Usar maquillaje.



- Si sufre una herida en el área de trabajo, hay que comunicarlo inmediatamente a la Supervisora para el oportuno e inmediato tratamiento.
- Cualquier objeto que deba abandonar la Zona Vigilada o Controlada ha de ser sometido a control de contaminación. Los objetos que presenten actividad se etiquetaran convenientemente y las herramientas e instrumentos a utilizar en zona de riesgo de contaminación deben reservarse para su uso exclusivo en la misma
- Los trabajos con material radiactivo no encapsulado se realizarán en las áreas de trabajo destinadas a tal fin (bandejas amarillas o similares con o sin pantalla protectora de metacrilato, según el isótopo que se esté usando).
- Trasladar el material radiactivo en bandejas que limiten el efecto de un posible derrame.
- **ANTES** de proceder a trabajar se efectuará un chequeo de contaminación de las superficies de trabajo y del instrumental que se vaya a usar (pipetas, baños, etc). Si presentasen contaminación se apuntará la incidencia en las hojas de trabajo y se avisará al responsable (Supervisora) para que tome las medidas oportunas.
- Siempre se utilizaran mamparas de metacrilato como una protección cuando se trabaje con radionucleidos beta de alta energía y mamparas plomadas para radionucleidos emisores gamma.
- Las superficies de trabajo estarán cubiertas de una capa de papel de aluminio (o un material plástico desechable) sobre la cual se pondrá papel de filtro para recoger posibles derrames que se produzcan.
- Es **OBLIGATORIO** usar algún sistema de contención de líquido (bandejas o similares) siempre que se manipule cualquier producto radiactivo no encapsulado.
- No manipular el teclado del contador de centelleo (u otro equipo) con los guantes utilizados en la manipulación de material radiactivo!!!!
- **DESPUÉS** de finalizar los trabajos (periodicidad mínima semanal) será obligatorio, y **RESPONSABILIDAD DEL USUARIO**, el control de la contaminación de **TODOS LOS OBJETOS Y SUPERFICIES UTILIZADOS**, para lo cual se realizará un frotis (o un detector de contaminación, según sea el isótopo utilizado) en cada uno de todas las superficies de trabajo u objetos/equipos que se han usado. Si alguna superficie estuviera contaminada es responsabilidad del usuario su descontaminación inmediata.
- Lavarse cuidadosamente las manos al finalizar el trabajo con materiales radiactivos.

2.-RESIDUOS GENERADOS EN INSTALACIONES RADIATIVAS DE FUENTES NO ENCAPSULADAS

Se considera residuo radiactivo todo material o producto de desecho, para el que no está previsto ningún uso, que está contaminado con radionucleidos en concentraciones o niveles de actividad superiores a los establecidos por el Ministerio de Industria, previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear.

En todas las manipulaciones realizadas con fuentes no encapsuladas, se utiliza material de laboratorio (tubos, viales, etc.), equipos de protección individual (bata, guantes, calzas, etc.), muestras biológicas, animales, reactivos, instrumentación, etc. Parte de este material, al finalizar la manipulación, puede resultar contaminado con radionucleidos.



3.- GESTION DE RESIDUOS

La gestión de los materiales residuales con contenido radiactivo es el conjunto de actividades técnicas y administrativas que tienen por objeto acondicionar y controlar los residuos de forma que, desde el momento de su generación, se optimice su gestión y se minimice el impacto radiológico que podrían causar a la salud y al medio ambiente. La gestión de los residuos tiene como objetivo prioritario, disminuir al máximo posible, teniendo en cuenta factores técnicos, medioambientales, éticos y económicos, las dosis de radiación que pueden recibir las personas y evitar la incorporación de los productos radiactivos a las cadenas tróficas o directamente a las personas que pudieran entrar en contacto con los mismos. Corresponde al supervisor de la Instalación radiactiva elaborar las normas para llevar a cabo la correcta gestión de los materiales residuales con contenido radiactivo generados en la instalación.

3.1.- Clasificación de los residuos

Es necesario establecer una clasificación de los diferentes tipos de residuos generados con objeto de gestionar su disposición definitiva en los lugares más adecuados para cada tipo. Los criterios básicos aplicados en este tema para clasificar los residuos han sido:

- Vía de evacuación de los residuos
- Tipología de los residuos
- Actividad de los residuos

a) Atendiendo a su vía de evacuación

a 1) Residuos a evacuar por vía convencional, también llamados Residuos de Gestión Interna

Se trata de aquellos residuos que contienen radionucleidos cuya actividad permite gestionarlos como no radiactivos. Dentro de este grupo puede hacerse una subdivisión, a efectos prácticos, entre los que se podrían eliminar directamente (desclasificación) por vía convencional y los que después de un tiempo apropiado de decaimiento de su actividad, pueden someterse a la misma gestión. Normalmente se trata de materiales residuales contaminados con radionucleidos de $T_{1/2} < 100$ días.

a 2) Residuos transferibles a ENRESA

Residuos radiactivos que contienen radionucleidos cuyo período de semidesintegración es superior, en general, a un factor discriminador de tiempo determinado (100 días) y su actividad supera los valores establecidos para la desclasificación. En este grupo estarían incluidos materiales contaminados con ^3H , ^{14}C , etc.

b) Atendiendo a su tipología se clasifican de la siguiente manera

b 1) Sólidos

b 2) Líquidos, que en función de su composición química pueden ser:

Acuosos: soluciones acuosas salinas, básicas o ácidas, diferentes líquidos biológicos.

Orgánicos: solventes orgánicos y líquidos de centelleo.



b 3) Mixtos, en general, viales o frascos que contienen una cierta fracción de líquido que no ha sido segregada (**viales de centelleo**). *b 4) Biológicos*, incluyendo:

Cadáveres de animales

Muestras biológicas consistentes en órganos, tejidos y diferentes fluidos corporales.

c) Atendiendo a su actividad:

c 1) Residuos de baja actividad: corresponde a los residuos generados en las técnicas que utilizan actividades del orden de KBq (μCi).

c 2) Residuos de media actividad: corresponde a los residuos generados en las técnicas en las que se utilizan actividades del orden de MBq (mCi).

3.2.- Segregación

La segregación se realiza teniendo en cuenta la generación y las características físicoquímicas de cada tipo de residuo, el radionucleido contaminante, el riesgo radiológico asociado y la posible existencia de otros riesgos. La segregación en origen, es decir en el momento de la producción de los residuos, permite dar un tratamiento específico a cada tipo de residuo y optimizar su volumen al no mezclar material radiactivo con residuos convencionales.

3.3.- Normas generales

1. No se mezclaran residuos radiactivos con otros tipos de residuos inactivos.
2. Se procurará que la producción de residuos sea mínima, mejorando en lo que sea posible, los métodos de operación, descontaminación, limpieza, etc.
3. Los productos biológicos (heces, sangre, orina, etc.) requerirán para su evacuación un estudio previo, caso por caso, por parte de ENRESA. Los cadáveres de animales conteniendo productos radiactivos deberán congelarse envueltos en papel plástico transparente, que permita visualizar su contenido. La evacuación de los mismos, previa solicitud, se realizará en recipientes isotérmicos facilitados por ENRESA en el momento de la retirada.
4. Los residuos radiactivos deben almacenarse debidamente acondicionados, señalizados (fecha, departamento, radionucleido y actividad aproximada) y controlados hasta su recogida y traslado al Almacén de residuos radiactivos situado en el laboratorio de radioisótopos de los SCT.
5. Todo traslado de material radiactivo se realizará bajo la supervisión de personal de la Instalación Radiactiva.
6. La evacuación de residuos al exterior se realizará únicamente desde el Almacén de residuos radiactivos situado en el laboratorio de radioisótopos de los SCT.
7. Se llevara un registro de residuos radiactivos anotando el tipo de radionucleido, cantidades, actividad aproximada y fechas en que se producen.
8. No se recogerán ni trasladaran al Almacén de residuos radiactivos situado en el laboratorio de radioisótopos de los SCT, los residuos que no cumplan las especificaciones particulares detalladas a continuación y exigidas por ENRESA:
 - o Se separaran los residuos entre: SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y MIXTOS.



- NO se mezclaran los residuos líquidos de tipo orgánico con los de tipo acuoso.
- Se separarán en bolsas y unidades de contención distintas, los residuos de naturaleza metálica, de aquellos que no lo son (papeles, guantes...). Se separarán igualmente los residuos punzantes o cortantes (vidrio, etc.)
- Se separarán los residuos de radionucleidos de periodo corto (inferior a 30 días), de aquellos de periodo más largo, ALMACENANDO CADA UNO POR SEPARADO.
- Se señalará cada unidad de contención de residuos (bolsa, caja...), con una etiqueta que indique el carácter radiactivo del residuo. Si el material existente en la unidad de contención tuviese además riesgo biológico, se deberá adherir también una etiqueta correspondiente al riesgo biológico. En la etiqueta de la unidad de contención deberá figurar el TIPO DE RADIONUCLEIDO, LA ACTIVIDAD APROXIMADA, FECHA DE CIERRE E IDENTIFICACIÓN DE QUIEN LO PRODUCE.

3.4.- Residuos líquidos.

1. Se deberá utilizar un contenedor para cada radionucleido.
2. Los residuos líquidos de I-125 se almacenaran hasta que su actividad decrezca lo suficiente como para poderlos evacuar con una dilución razonable.
3. Las unidades de contención para residuos líquidos homologadas son suministradas por ENRESA, tienen 25L de capacidad, y deben ser utilizadas únicamente para líquidos. Una vez completado cada uno de los envases, se debe identificar con la etiqueta correspondiente conteniendo los datos señalados anteriormente. Por exigencia de ENRESA se hará constar la composición química del líquido.
4. Por indicación de ENRESA, procede que el contenido de estos recipientes sea neutro, por lo que corresponde realizar un control del pH de estos residuos procediendo a neutralizarlos cuando se obtenga un pH ácido o básico.
5. Es necesario tener las siguientes precauciones con las unidades de contención de residuos líquidos (especialmente para el caso de los no acuosos):
 - Se colocará bajo la unidad de contención una bandeja como objeto de prevenir contaminación por posibles fugas de la misma.
 - Las unidades de contención se mantendrán alejadas de fuentes de calor verificando periódicamente que la presión interior no sea elevada, debido a la posible producción de vapores.
 - Se utilizarán recipientes entregados por la Instalación.

3.5.- Residuos sólidos.

1. Para la contención de residuos sólidos heterogéneos no punzantes, las unidades de contención homologadas por ENRESA son bolsas de plástico de polietileno con una capacidad máxima de 25L. Es importante no introducir en este tipo de recipientes objetos cortantes o punzantes. Una vez que la bolsa está suficientemente llena (sin sobrepasar la línea que indica el nivel máximo de llenado), se cerrará con cinta adhesiva comprobando que está perfectamente identificada como se indica en los puntos anteriores.



2. En el caso de los residuos que puedan ser almacenados para su decaimiento en el Almacén de Residuos Radiactivos y no sea precisa su evacuación por ENRESA, como son los residuos de baja actividad o periodo corto se introducirán en bolsas de plástico convencionales. Se cerraran herméticamente con cinta adhesiva tras su llenado y se etiquetaran como se indica en los puntos anteriores.
3. Las unidades de contención para agujas hipodérmicas homologadas y suministradas por ENRESA son cajas de plástico rígido. Deben ser utilizadas exclusivamente para agujas hipodérmicas con contaminación radiactiva. Una vez completadas, se sellará el cierre con la etiqueta adhesiva dispuesta para tal fin en la cubierta superior de la caja. Posteriormente se introducirán en bolsas para residuos sólidos hasta agotar la capacidad de las mismas, procediendo a su etiquetado indicando tipo de radionucleido contaminante, actividad estimada, fecha y procedencia.
4. Los residuos sólidos puntiagudos que puedan desgarrar las bolsas plásticas, deberán almacenarse en unidades de contención rígidas de cartón, plástico, madera o materiales similares.
5. Los residuos de vidrio se consideran como punzantes aunque estén íntegros, ya que en el caso de romperse desgarrarían las bolsas de plástico. Por lo tanto deberán separarse del resto de residuos sólidos y almacenarse en cajas de cartón.
6. Los residuos que sean sustancias en polvo, deben introducirse en pequeñas bolsas de plástico y cerrarse herméticamente para evitar mezclas con el resto de materiales.

3.6.- Residuos mixtos (viales de centelleo)

IMPOTANTE!!! Se almacenarán en doble bolsa para evitar posibles derrames de líquido radiactivo.

Se utilizarán las unidades de contención homologadas por ENRESA que son bolsas de plástico de polietileno con una capacidad máxima de 25L. Una vez que la bolsa está suficientemente llena (sin sobrepasar la línea que indica el nivel máximo de llenado), se cerrará con cinta adhesiva comprobando que está perfectamente identificada como se indica en los puntos anteriores (tipo de radionucleido contaminante, actividad estimada, fecha y procedencia).

4.- CONTROL DOCUMENTAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

La gestión de los residuos estará documentada de forma correcta, quedando registro de todos los datos relativos a los mismos. Se llevaran Registros de todos los residuos generados y almacenados así como de los residuos evacuados.



LEGISLACIÓN VIGENTE

En España el Organismo encargado de garantizar la seguridad de las prácticas en las que se utilizan las radiaciones ionizantes es el **Consejo de Seguridad nuclear (CSN)**.

La normativa española incluye dos leyes básicas, la ley 25/1964 sobre energía nuclear, actualmente bastante modificada, y Ley 15/1980 de creación del CSN, modificada por la Ley 33/2007 de reforma de la anterior, y por la Ley 24/2005 que establece el carácter vinculante de las instrucciones del CSN.

Los aspectos concretos se desarrollan en Reales Decretos, a destacar:

- Real Decreto 783/2001 sobre protección sanitaria contra las radiaciones ionizantes.
- Real Decreto 1836/1999 por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas y Real Decreto 35/2008 que modifica el anterior.
- Real Decreto 1132/1990, establece las medidas fundamentales de protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos.
- Real Decreto 413/1997 sobre protección operacional de trabajadores externos con riesgos de exposición a radiaciones ionizantes en las zonas controladas.
- Real Decreto 815/2001 sobre justificación del uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de exposiciones médicas.
- Real Decreto 229/2006, sobre el control de fuentes radiactivas encapsuladas de alta actividad y fuentes huérfanas.
- Real Decreto 1085/2009, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalación y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico.

Las instrucciones técnicas son la normativa del CSN **de obligado cumplimiento**.

Por último citamos las normas técnicas y las guías de seguridad publicadas por el CSN (por ejemplo, la guía de seguridad GS-07-10 sobre los planes de emergencia), las normas UNE y resto de documentos de AENOR.



PLAN DE EMERGENCIA INTERIOR

Una emergencia radiológica es una situación que puede suponer la superación de los límites de dosis establecidos por el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes para el personal de operación y los miembros del público, como consecuencia de una alteración en el uso, almacenamiento y evacuación de radionucleidos en la Instalación. Todas las instalaciones radioactivas deben disponer de un **Plan de Emergencia Interior (PEI)**, acorde con el nivel de riesgo radiológico previsible en caso de emergencia. El objetivo del PEI es evitar o al menos reducir los efectos adversos de las radiaciones ionizantes sobre el personal de la instalación, la población y el medio ambiente en caso de accidente. Para ello, el PEI debe detallar las actuaciones y la asignación de responsabilidades para hacer frente a los accidentes, incluyendo la evaluación inicial de la emergencia, los medios de protección del personal y la notificación a las autoridades competentes. Además, establece las actuaciones previstas para colaborar con los servicios de ayuda exterior, de acuerdo con los planes de emergencia exterior que establezcan los órganos competentes.

El plan de emergencia específico de la instalación radioactiva está integrado en el plan de emergencia general del edificio, y está aprobado por la Dirección General de Emergencias de la CAIB.

2. POSIBLES SITUACIONES DE EMERGENCIA RADIATIVA

- Contaminación radiactiva (fuentes no encapsuladas): externa o interna.
- Incendio o Explosión
- Pérdida de hermeticidad en el encapsulamiento de fuentes encapsuladas.
- Robo o pérdida de fuentes radiactivas encapsuladas o no encapsuladas.
- Siniestro en zonas radiactivas (derrumbe, inundación, etc.)
- Fallo de desconexión automática en equipos difractómetros.

En el apartado 6 se detallan los protocolos de actuación para cada emergencia.

3. ORGANIZACIÓN INTERNA PARA AFRONTAR LA EMERGENCIA Y COORDINACIÓN CON LAS AUTORIDADES COMPETENTES

Para lograr una eficaz protección contra las radiaciones es necesaria una buena organización interna, delimitando claramente las funciones y deberes de todas las personas que intervengan en este plan.

3.1. Organización y responsabilidades frente a la emergencia

- **Titular de la instalación radiactiva (IR):** La responsabilidad ante las autoridades competentes recaerá en la UIB como institución.
- **Dirección de la IR:** el Director de los Servicios Científicotécnicos es responsable de la protección radiológica de los trabajadores y del público en general, por lo que tendrá la obligación de declarar cualquier suceso de emergencia y dirigir las operaciones necesarias para afrontarlo.



- **Supervisora de la IR:** debe ayudar a la Dirección de la IR a cumplir sus obligaciones en materia de protección radiológica. Sus funciones son:
 - Proporcionar a los trabajadores instrucciones sobre los riesgos de radiación y contaminación, indicándoles los métodos de trabajo seguros.
 - Velar por el cumplimiento de la legislación evitando que se superen los límites permitidos para trabajadores expuestos y miembros del público.
 - Supervisar periódicamente los resultados de las Vigilancia Radiológicas realizadas por los operadores de la instalación.

Cualquier incidencia que ocurra en la instalación y que afecte a su seguridad y a las normas de protección radiológica, se deberá comunicar inmediatamente a la Supervisora, para que determine las acciones a seguir a fin de recuperar los niveles de seguridad radiológica exigidos en la instalación. La Supervisora siempre estará localizable.

Dado que el PEI debe estar integrado en el Plan de emergencia general del edificio, lo ideal es compatibilizar la línea de autoridad radiológica con el organigrama de seguridad previsto en dicho Plan:

- **Jefe de emergencias:** asume el mando durante la emergencia. Será el Director de la IR (Director de los Servicios Cientifícotécnicos). Actúa desde la sala de control (conserjería) en comunicación permanente con el Jefe de intervención. Decide si es necesaria la evacuación total o parcial del edificio y las acciones a tomar antes de que lleguen los servicios de ayuda externos. Envía a la zona siniestrada las ayudas internas posibles y consigue las ayudas externas necesarias. Cuando éstas llegan les cede el mando, colaborando con ellas.
- **Jefe de intervención:** acude a la zona del siniestro, valora el nivel de la emergencia e informa al Jefe de emergencias de la situación, coordinándose con él. Organiza “in situ” las tareas a realizar y la evacuación de la zona si es necesaria, coordinando a los equipos de intervención y de evacuación. Si el siniestro se produce en la instalación radiactiva, la Jefa de intervención será la Supervisora.
- **Equipo de intervención:** iniciará las tareas para controlar la emergencia (incendio, vertidos, corte de suministros peligrosos –gas, electricidad, agua-, etc.), con los medios disponibles y en función de los conocimientos adquiridos. Acordonarán la zona de riesgo para evitar el paso de personas ajenas a la emergencia. Colaborarán con las ayudas exteriores (bomberos, sanitarios, policía). Los integrantes del equipo de intervención deben conocer el manejo de los equipos de protección individual (máscaras, mandiles, etc.) y de los medios disponibles (extintores, BIEs, materiales para recogida de vertidos, etc.). En las zonas de riesgo radiológico, el equipo estará integrado por los Operadores de la IR y por investigadores autorizados con formación radiológica.
- **Equipo de evacuación:** se encarga de la evacuación, indicando el sentido de salida a los ocupantes de su zona, y ayudarán a las personas que no puedan valerse por si mismas. Comprobarán que no queda nadie en las zonas que tengan



asignadas, comunicándolo al centro de control. En las zonas radiológicas, el equipo de evacuación estará formado por personal con formación radiológica.

Una vez declarada la situación de emergencia en la IR, la Supervisora es la encargada de avisar a los distintos implicados, con la ayuda del personal de conserjería:

- Director de la Instalación (Jefe de emergencias)
- Miembros de los equipos de intervención y de evacuación.
- Ayudas externas (112)
- Unidad médica y Técnico de prevención de la UIB
- Gabinete de crisis de la UIB
- Servicio de mantenimiento y servicio de seguridad y vigilancia de la UIB
- Servicio de Seguridad Nuclear de la CAIB
- Consejo de Seguridad Nuclear

En la conserjería del edificio y en el interior de la instalación radiactiva, constarán los nombres y teléfonos de las personas que intervendrán durante una emergencia, para que sean fácilmente localizados.

En el supuesto que las ayudas externas (bomberos, sanitarios, etc.) entren en las zonas donde se almacenan los materiales, existe un riesgo reducido de irradiación y contaminación externa. Si se produjera un incendio, existe el riesgo de que las fuentes radiactivas encapsuladas o no encapsuladas escapen de sus envases y se evaporen, por lo que aparecería un riesgo de inhalación y contaminación interna. Si se emplearan sistemas de extinción líquidos existe el riesgo de dispersar los radionucleidos almacenados produciendo una contaminación en otras áreas. La Supervisora deberá informar de estos riesgos antes de la entrada de las ayudas externas.

3.2. Coordinación con las autoridades competentes

Tan pronto se tenga conocimiento de la ocurrencia de un accidente que pueda tener consecuencias radiológicas sobre las personas, dependencias, equipos o medio ambiente, se debe notificar a las autoridades competentes (CSN y Servicio de Seguridad Nuclear de la CAIB) en los plazos fijados por la Instrucción IS-18 del CSN:

a) Sucesos notificables con carácter inmediato (1 hora): accidentes que requieran la intervención exterior (bomberos o policía): incendio, explosión, inundación, pérdida o robo de fuentes radiactivas, aparición de fuentes huérfanas, sabotaje, amenaza de bomba

b) Sucesos notificables como máximo en 24 horas: sucesos que no requieren la intervención inmediata de personas externas: exposición externa y contaminación que supere los límites de dosis, derrames o liberación de material radiactivo por pérdida de hermeticidad de la fuente que contaminen zonas de libre acceso, etc.

La notificación inicial podrá realizarse por teléfono. Posteriormente, y dentro del plazo establecido deberá notificarse por escrito, mediante fax. Finalmente se enviará un informe detallado al CSN en un plazo no superior a 10 días, registrándose su envío en el diario de Operaciones y en el informe anual de la IR.



4. FINALIZACIÓN DE LA EMERGENCIA

La emergencia concluirá cuando la Supervisora de la IR haya comprobado que la instalación está bajo control, que las tasas de exposición y las emisiones radiactivas al exterior, si se hubieran producido, se encuentran dentro de los límites aceptables y no se prevé un empeoramiento. En base a esta información, el Director de la IR decretará el final de la emergencia.

El fin de emergencia se comunicará al personal de la instalación, a las autoridades competentes y a las organizaciones de apoyo técnico que se hubieran activado.

5. MANTENIMIENTO DEL PLAN DE EMERGENCIA INTERIOR

La Supervisora de la instalación radioactiva será la responsable de comprobar la operatividad del PEI y verificar que se subsanan las deficiencias. Se deben llevar a cabo las siguientes acciones:

- Se realizarán **pruebas, verificaciones e inspecciones** sobre los medios y equipos para hacer frente a la emergencia, de forma periódica.
- **Formación y entrenamiento:** todo el personal de la instalación debe recibir una formación básica sobre el PEI y cuál debe ser su respuesta ante una emergencia.
- **Simulacros:** se realizarán simulacros de emergencia con el fin de formar y entrenar al personal de la instalación o apoyos externos, que supongan la aplicación práctica del PEI y de los procedimientos que lo desarrollan.

6. PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

6.1. Contaminación radiactiva

Es la presencia no deseada de sustancias radiactivas en el entorno. Tipos:

- **Contaminación externa:** deposición de sustancias radiactivas en la piel y ropas.
- **Contaminación interna:** incorporación de sustancias radiactivas al interior del organismo.

ACCIONES Y MEDIDAS DE EMERGENCIA

Cualquier sospecha de contaminación radiactiva **se debe comunicar inmediatamente a la Supervisora de la instalación radioactiva** para que asesore al usuario y establezca las pautas de actuación.

Las acciones y medidas concretas que se deben seguir son:

Contaminación de superficies (mesas, suelos, paredes, techos) y equipos o material de laboratorio:

La mayoría de las veces la contaminación se produce por el vertido accidental de un líquido radiactivo. Las medidas a tomar dependen del tamaño y movilidad del objeto contaminado y del radionucleido contaminante, pero básicamente son las siguientes:

1. En primer lugar hay que evitar que continúe avanzando la contaminación, limitando su avance con papel o material apropiado.
2. Después hay que señalar la zona contaminada en ese mismo momento (para ello hay tiras de papel adhesivo con la señal internacional de radiactividad).



3. Si la contaminación es importante, se evitará que acceda personal que no esté directamente involucrado en las tareas de descontaminación.
4. Llegados a este punto, hay que valorar si procede la descontaminación (y estudiar en su caso el método a emplear), esperar el decaimiento o sencillamente tratar el objeto contaminado como un residuo y deshacerse de él. Esta última opción se considerará en el caso de ser un objeto de escaso valor económico y fácilmente sustituible.
5. Si decidimos descontaminar, primero hay que protegerse las manos con guantes impermeables. Si hace falta se usaran cubre-bata y cubre-zapatos desechables.
6. Si el vertido es muy pequeño o la contaminación es de muy pequeñas dimensiones, se pueden utilizar toallitas descontaminantes frotando desde los bordes hacia el centro de la contaminación, con objeto de no extenderla.
7. Si el vertido es de mayor volumen, se lavará la superficie u objeto con agentes descontaminantes adecuados al tipo de material contaminado, frotando por vía húmeda siempre que sea posible (el agente humectante puede ser agua, alcohol, acetona o una solución de detergente adecuado). Se frotará desde los bordes hacia el centro de la contaminación con papel secamanos, fregonas, bayetas o esponjas desechables. Se secará bien la zona lavada para terminar de arrastrar la contaminación, siempre desde los bordes hacia el centro de la zona. Este material será de uso exclusivo para los procedimientos de descontaminación radiactiva y se tratará como residuo contaminado. Se monitorizará con el detector de contaminación la radiactividad absorbida (o frotis) y la remanente sobre la superficie.
8. En superficies porosas se deberán utilizar métodos de abrasión mecánica si las condiciones de seguridad lo permiten.
9. Si se trata de un objeto contaminado pequeño y lavable, se sumergirá en un baño para su descontaminación, y si esto no es posible, se lavará con abundante agua corriente y jabón.
10. Una vez realizado el lavado se comprobará con el monitor adecuado si persiste la contaminación. Si persiste, se continuará descontaminando sustituyendo los agentes descontaminantes suaves por los más energéticos. Si aún así la contaminación persiste, se utilizaran estropajos o métodos más enérgicos. Es de vital importancia evitar la contaminación de nuevas superficies al aplicar estos métodos de descontaminación.
11. Si no se puede lograr una descontaminación total de una superficie, se señalizará la zona contaminada con el símbolo radiactivo y se recubrirá con plástico fijado con cinta adhesiva o se cubrirá con un blindaje adecuado provisionalmente, y se avisará a una empresa especializada para que proceda a su descontaminación o sustituya las superficies por nuevo material. Sobre el plástico o blindaje se escribirá el radionucleido contaminante, fecha y hora en que sucedió la contaminación.
12. Los objetos que no se puedan descontaminar se trataran como residuo radiactivo.

Todo el material utilizado durante la limpieza que resulte contaminado, será tratado como material residual radiactivo.

Contaminación ambiental (del aire del laboratorio)

Si la contaminación radiactiva fuera en forma gaseosa o de aerosol, se procederá, de acuerdo al criterio de la Supervisora, a desalojar las dependencias afectadas y a evitar la dispersión de la contaminación (cierre de sistemas de ventilación y puesta en marcha de la vitrina de gases, la cual dispone de un filtro específico).



Descontaminación de la ropa y de los equipos de protección individual:

Si se produce contaminación en prendas de vestir o de trabajo (bata o pijama), o en equipos de protección individual reutilizables (ej: delantal plomado), se sustituirán inmediatamente por material limpio, una vez que se compruebe la ausencia de contaminación en la piel. Después se descontaminarán lavándolos en un recipiente con agua y detergente descontaminante. Se monitorizará la prenda antes de proceder a sucesivos lavados. El agua de lavado se eliminará por dilución controlada. Si la ropa se contamina en un área extensa por isótopos radiactivos de período de desintegración corto, será conveniente su almacenamiento temporal antes de proceder a su lavado.

Si no se puede descontaminar la ropa y equipos de protección, la Supervisora guardará el material como residuo radiactivo. Posteriormente, dicho material podrá desclasificarse tras decaimiento o retirarse a través de un gestor autorizado.

Procedimiento para la descontaminación personal

a) Contaminación personal externa:

No hay que utilizar procedimientos abrasivos que dañen la piel, puesto que favorecería que la contaminación penetrara en el organismo por esas erosiones. También conviene saber que el calor dilata los poros favoreciendo la entrada de sustancias radiactivas, por ello es recomendable lavar la piel con agua fría o tibia en lugar de caliente.

Ante una contaminación externa hay unas reglas generales de conducta que deben observarse siempre:

- Despojarse de las prendas contaminadas y de relojes, anillos, etc. Ponerse ropa y calzado limpios, después de comprobar la ausencia de contaminación en la piel.
- Monitorizar la ropa y objetos retirados con el detector adecuado.
- Lavar las zonas corporales contaminadas varias veces. Si no desaparece la contaminación se usarán procedimientos más enérgicos. Se tendrá especial cuidado en los orificios naturales para evitar incorporaciones internas.
- Dar prioridad a la descontaminación de los orificios naturales de la cara.
- El lavado se hará con precaución para no extender la contaminación a otras zonas del cuerpo.

Hay que distinguir entre:

- Descontaminación de la **piel**, normalmente en manos: el afectado lavará la parte contaminada cuidadosamente con agua templada, jabón neutro y un cepillo blando durante 3 minutos (especial atención merecen los pliegues de la piel y las uñas), cuidando de no erosionar la piel. También se pueden utilizar toallitas descontaminantes o soluciones descontaminantes cutáneas. Posteriormente, comunicará el accidente a la Supervisora para que ésta evalúe el suceso y monitorice con un detector para ver si persiste la contaminación. Si persiste, se puede emplear algún producto comercial para lavar una piel especialmente contaminada.
- Descontaminación del **cuero cabelludo**: se lavará el cabello con un champú o jabón detergente ácido, con la cabeza reclinada hacia atrás y cuidando no contaminar los oídos, ojos, nariz o boca. Se controlará la presencia de contaminación con un

detector y en caso de persistir se repetirá el lavado, cuantas veces sea necesario. Solamente en casos extremos será necesario recurrir al rasurado de los cabellos.

- Descontaminación de los **ojos, orejas, nariz o boca**: se comenzará la descontaminación por la superficie externa de los párpados, después éstos se separarán bien y se lavará el ojo con abundante agua estéril (o corriente si no hay otra, usando el lavaojos de emergencia), haciendo fluir del ángulo interno hacia el externo, para evitar la contaminación del canal lacrimal. También se podrán utilizar toallitas descontaminantes o soluciones descontaminantes cutáneas. Ante todo se evitará la entrada de agua de lavado por el tubo digestivo, conducto auditivo o nasal. Si el contaminante entra en la boca, se harán gárgaras con agua oxigenada al 3%. Se controlará la presencia de contaminación con un detector y en caso de persistir se solicitará supervisión médica. Se tratará la conjuntivitis que haya podido provocar el lavado con un colirio adecuado.

b) Contaminación personal interna

Pueden existir tres vías de contaminación interna: absorción (heridas abiertas), inhalación o ingestión. Es muy importante saber cual es la vía de contaminación, en qué momento, qué isótopo es el causante y cuánta actividad estaba manejando la persona afectada. Ante la certeza o simplemente la sospecha de que se haya producido una contaminación interna, se debe avisar inmediatamente a la Supervisora.

Procedimiento de descontaminación:

- La Supervisora valorará el suceso y continuará si fuera necesario la descontaminación iniciada por el afectado. La Supervisora hará una evaluación aproximada de las dosis recibidas por las diferentes partes del cuerpo basándose en estudios gammagráficos y en medidas con un detector de cuerpo entero. En base a esta evaluación se indicará si existe la necesidad de atención médica para el tratamiento más adecuado, según criterio de un especialista. En cualquier caso avisará a la unidad médica de la UIB.
- Inoculación y absorción a través de **heridas**:
 - Se hará sangrar el pinchazo o la herida lo más rápido posible.
 - Se lavará la herida con agua oxigenada al 3% o con agua abundante, o con soluciones descontaminantes cutáneas.
 - Se valorará la contaminación mediante monitorización y, si se considera adecuado, se repetirá el proceso.
 - Por último, se aplicará un antiséptico y se cubrirá la herida con un apósito estéril para evitar la infección.
- **Ingestión o inhalación**:
 - La Supervisora avisará a la unidad médica de la UIB para que aplique los auxilios pertinentes para acelerar la eliminación del material ingerido.
 - En caso de inhalación, se favorecerá la eliminación del contaminante aumentando la expectoración para reducir la incorporación del contaminante al interior del organismo.
 - En caso de ingesta, se hará una estimación rápida de la cantidad de radionucleido ingerido. Si supera 1/3 del límite anual por ingestión, se dará aviso inmediatamente a los servicios médicos, que estimarán la conveniencia de efectuar un lavado de estómago y el posterior control de los niveles en heces,

orina y sangre.

- El afectado deberá someterse a las pruebas que le realice un servicio de dosimetría interna autorizado por el CSN, con objeto de determinar la dosis equivalente recibida por el afectado y debida al suceso producido.
- En los casos más graves, los cuales son altamente improbables, el afectado debe acudir inmediatamente a un servicio médico oficialmente autorizado, para su descontaminación y para la evaluación de la dosis absorbida. Existen 9 centros médicos autorizados de tratamiento de irradiados y contaminados. Ocho están en las 8 Centrales Nucleares españolas, y el noveno es el Centro de Radioprotección del Hospital Gregorio Marañón (Madrid, c/ Ibiza nº 45, Tel. 915868000 ext 8180).

La Guía de Seguridad nº 7.5 del CSN recopila las actuaciones a seguir en caso de accidente en el que una persona haya podido recibir una dosis por irradiación externa y/o contaminación interna que sobrepase, en una exposición única, los límites de dosis establecidos en la legislación española (50 mSv/año para la dosis equivalente efectiva, 150 mSv/año para el cristalino y 500 mSv/año para cualquier otro órgano aislado). Dicha guía obliga a notificar el accidente al CSN en un plazo máximo de 24 horas. También relaciona las actuaciones a seguir en el lugar del suceso, los datos a recopilar sobre la persona afectada y la forma de proceder para su traslado. En cualquiera de las exposiciones anteriores, la Supervisora calculará la dosis equivalente recibida.

MEDIOS PARA AFRONTAR LA EMERGENCIA

- Monitor de contaminación Berthold LB1210D, nº de serie 6448, sonda BZ-200XK-P.
- Contador Geiger marca Radar Inspector SN 21916. Material de acotación de la zona.
- Medios de protección personal: pantallas, mandil plomado, guantes, mascarillas.
- **Medios de descontaminación:**

Se recomiendan **descontaminantes comerciales** para superficies, equipos y material de laboratorio, y para la descontaminación cutánea. Tipos:

- Toallitas (ej. marca **RADIACWASH**): para todo tipo de materiales, incluidos los metálicos, también las hay para uso cutáneo.
- Detergentes cutáneos (p.ej. marca **RAD-CON**): se pueden utilizar en combinación con las toallitas descontaminantes.
- Detergentes de uso general (p.ej. marca **RAD-CON**): para la descontaminación de superficies y materiales, se utilizarán con precaución ya que muchos de ellos son corrosivos para los metales.
- Detergentes no corrosivos para metales: utilizar para la descontaminación de rotores de centrífuga, baños termostáticos, bandejas y elementos de acero inoxidable, etc.
- Detergentes de alta potencia: adecuados para descontaminaciones difíciles, se deben usar con precaución ya que suelen ser corrosivos para los metales.

Igualmente también se pueden utilizar **descontaminantes de fabricación propia:**

- Para superficies, equipos y material general de laboratorio: EDTA al 10%, pH 7. Si no desaparece la contaminación, introducir el material en un tanque con dicha solución, con ácido fosfórico o crómico al 10 %.
- Para superficies pintadas acrílicas o plásticas: glicerina o acetona en combinación con detergentes.
- Superficies barnizadas: disolvente (xileno). Si no desaparece, usar papel de lija (con mascarilla y guantes).



- Superficies porosas: si la contaminación está incrustada, se usará un aspirador provisto de filtro.
- Para vidrio: mezcla crómica (preparar y utilizar con precaución, es **cancerígena**).
- Para cobre y aluminio: ácido nítrico al 10%.
- Para acero inoxidable: ácido fosfórico al 10% o ácido sulfúrico al 3%.
- Para lavar ojos y boca: suero salino o bicarbonato sódico al 2%.
- Para descontaminar las manos: permanganato potásico al 5%. Posteriormente sumergir las manos en bisulfito sódico al 5% para eliminar las manchas producidas por el permanganato.
- Para radioisótopos concretos:
 - 32P: usar ácido fosfórico al 10%, EDTA 10% o etanol impregnado en gasa.
 - 125I ó 131I: Lavar con gasa o algodones impregnados en una solución de tiosulfato sódico al 10% o lugol.

Cada zona radiológica debe disponer de los medios necesarios para la descontaminación. Además, es conveniente que existan equipos de protección individual, materiales y medios de descontaminación de uso exclusivo para accidentes y emergencias. Su situación debe estar señalizada y fácilmente accesible para todo el personal expuesto, por ejemplo en pasillos o en dependencias de uso común.

6.2. Incendio / explosión

ACCIONES Y MEDIDAS DE EMERGENCIA

Como medida de prevención, ni en la instalación ni en sus alrededores se almacenarán sustancias combustibles o explosivos que puedan ser causa de incendios o explosiones con repercusiones radiológicas.

Los pasos concretos a seguir en caso de incendio/explosión son:

- 1°. Se avisará a la Supervisora.
- 2°. Se intentará controlar el incendio con los medios y el personal propios de la instalación (equipo de intervención).
- 3°. Se desalojará el área afectada y la circundante, tomando las medidas adecuadas para que la dispersión del material radiactivo sea mínima. Cuando sea necesario, el Jefe de emergencias ordenará la activación de las alarmas del edificio para que se inicie la evacuación total.
- 4°. En caso de no controlar el incendio con medios propios, se avisará al 112 (centro de coordinación de emergencias).
- 5°. Se avisará a la SALEM (sala de emergencias de Consejo de Seguridad Nuclear) antes de 24 horas. Asimismo se notificará a la Dirección General de Industria y Energía de la CAIB.

La actuación de los bomberos será asesorada en todo momento por la Supervisora en lo referente a los aspectos de protección radiológica.

Finalizada la extinción se procederá a un control de la posible contaminación de las instalaciones y las personas que hayan intervenido y se procederá a su descontaminación o el tratamiento adecuado. Simultáneamente se recogerán los datos relevantes para la redacción del preceptivo informe al CSN, en el que figurará una estimación de la dosis de radiación externa e interna recibida por los afectados.

MEDIOS PARA AFRONTAR LA EMERGENCIA



- Extintores de incendio: de polvo polivalente y de CO₂.
- Bocas de incendio (BIEs)
- Sistemas de detección de incendios y alarma.
- Hidrantes exteriores.
- Material de acotación de la zona.
- Contador Geiger de la marca Radar Inspector SN 21916.

6.3. Pérdida de hermeticidad de la fuente encapsulada

Es la pérdida de integridad de la cápsula, que provoca la liberación del material radiactivo que contiene, provocando riesgo de contaminación superficial y/o ambiental.

ACCIONES Y MEDIDAS DE EMERGENCIA

En el caso de derramamiento de material radiactivo, se acotará y señalizará la zona afectada. Las labores de descontaminación de superficies o de personas se realizarán según se explica en el protocolo de contaminación radiactiva.

Las fuentes encapsuladas deterioradas que puedan perder su estanqueidad, se guardarán en una doble bolsa de plástico y posteriormente en su blindaje para su posterior reparación a través de la empresa suministradora o retirada como residuo radiactivo.

MEDIOS PARA AFRONTAR LA EMERGENCIA

- Monitores de contaminación superficial y radiación:
 - 1) Marca BERTHOLD. Modelo LB1210D. N° serie: 6448. Sonda: BZ-200XK-P
 - 2) Contador Geiger de la marca RADAR INSPECTOR. N° SERIE: 21916
- Equipos de protección personal: Buzos (traje impermeable con capucha), Guantes, Cubrecalzado, Máscaras, Cascos, Zapatos, Gafas de seguridad.
- Material de acotación de la zona.

6.4. Robo o pérdida de fuentes radiactivas

Es un suceso sumamente improbable, dado que al laboratorio de radioisótopos sólo podrá acceder personal autorizado mediante una tarjeta magnética personal, y existe una puerta blindada cerrada con llave que protege el almacén donde se almacenan las fuentes radiactivas. Además, la UIB mantiene un contrato con una empresa de seguridad y vigilancia para velar por la seguridad de sus instalaciones.

En el caso de robo de alguna fuente radiactiva, siempre que ésta se mantenga intacta, el riesgo existente será de irradiación de la persona que lo transporte. En caso de abrirse se añadirá el riesgo de contaminación externa o interna de quién la manipule.

En caso de robo de equipos difractómetros, sólo funcionan conectados a la red eléctrica, en un principio no tendría ninguna consecuencia radiológica, sin entrar en el uso que se le daría con posterioridad a los equipos. En cualquier caso, la Supervisora debe notificar el robo o pérdida a las autoridades competentes.

ACCIONES Y MEDIDAS DE EMERGENCIA

Debe comunicarse el robo o pérdida al CSN y a la Dirección General de Industria y Energía (CAIB) tan pronto como sea conocida la situación, dando toda la información que se posea con el objeto de localizar las fuentes o equipos lo antes posible.

En cualquier caso, el primer paso fundamental después de un accidente radiológico consistirá en localizar y someter a vigilancia médica a todas aquellas personas que puedan haber quedado expuestas a irradiación externa o contaminación interna.

MEDIOS PARA AFRONTAR LA EMERGENCIA



Contador Geiger de la marca Radar Inspector SN 21916.

6.5. Siniestro en zonas radiactivas (derrumbe, inundación, etc.)

Estos sucesos podrían provocar vertidos y fugas tanto en fuentes encapsuladas como no encapsuladas.

ACCIONES Y MEDIDAS DE EMERGENCIA

Los pasos concretos a seguir se muestran a continuación:

- 1) Avisar de inmediato a la Supervisora responsable de la instalación.
- 2) Evacuar inmediatamente el área afectada y la circundante.
- 3) La Supervisora valorará el nivel de la emergencia y número de heridos si los hay.
- 3) Si no se puede controlar la situación con los medios propios, se avisará al teléfono de emergencias 112. La actuación de las ayudas externas será asesorada en todo momento por la Supervisora en lo referente a los aspectos de protección radiológica.
- 4) La supervisora avisará a la Sala de emergencias (SALEM) del C.S.N. dentro de la primera hora del suceso desde el conocimiento del mismo. Asimismo, se notificará a la Dirección General de Industria y Energía (CAIB).
- 5) Una vez finalizado o controlado el siniestro, la Supervisora se encargará del control de la posible contaminación de las personas que hayan intervenido, disponiendo, en su caso, de forma urgente su descontaminación y control médico.

También recopilará todos los datos necesarios para la redacción del preceptivo informe al CSN, que incluirá una evaluación de dosis recibida por el personal.

MEDIOS PARA AFRONTAR LA EMERGENCIA

Equipos de protección personal: Buzos, guantes impermeables, cubrecalzado, máscaras, zapatos, gafas de seguridad.

Monitores de radiación: en la instalación se dispone de dos detectores de radiación adecuados para la determinación de los niveles de radiación ambiental.

- 1) Marca: BERTHOLD. Modelo: LD1210D. N° serie: 6448. SONDA: BZ-200XK-P
- 2) Contador Geiger de la marca RADAR INSPECTOR N° SERIE: 21916

6.6. Fallo de desconexión automática de equipos difractómetros

Tras el corte de tensión, los difractómetros NO deberían emitir ningún tipo de radiación ionizante. La dosis que puedan recibir los trabajadores sería despreciable.

Con el objeto de prevenir este incidente se tiene previsto efectuar una revisión completa de la máquina para garantizar su buen estado desde el punto de vista de la seguridad y protección radiológica y detectar posibles anomalías en su funcionamiento.

ACCIONES Y MEDIDAS DE EMERGENCIA

Tras cualquier situación anómala, la primera medida que deberá de tomar la Supervisora será la de verificar que el equipo está desconectado y que no emite ningún tipo de radiación ionizante, haciendo uso del monitor de radiación portátil. Mientras el equipo continúe emitiendo, NO se podrá acceder al interior ni se podrá realizar ninguna manipulación del equipo. Ningún trabajador tendrá el acceso libre a zonas con elevada tasa de dosis.

MEDIOS PARA AFRONTAR LA EMERGENCIA

- Contador Geiger de la marca Radar Inspector SN 21916.
- Material de acotación de la zona.