

MÓDULO 8: PRINCIPIOS Y PRÁCTICAS DE INTERVENCIÓN

8.1 OBJETIVOS, PRINCIPIOS Y CRITERIOS DE INTERVENCIÓN

8.2 MEDIDAS DE INTERVENCIÓN

8.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE INTERVENCIÓN

Profesora: D^a. Nuria Morales Correa

BELT IBÉRICA, S.A.

8.1 OBJETIVOS, PRINCIPIOS Y CRITERIOS DE INTERVENCIÓN

Objetivos

Durante los últimos años, varias organizaciones internacionales (ICRP, OIEA, OCDE/NEA) han revisado los principios básicos de protección radiológica en intervenciones. Durante este proceso, se enfatiza la importancia de la racionalización y de la planificación de la intervención por adelantado, así como la aplicación de los principios básicos a la planificación nacional de respuesta ante emergencias.

Los principios generales y acciones presentadas en este tema abordan los accidentes que afectan a la población que se pueden originar tanto en instalaciones nucleares como con fuentes radiactivas, así como los que pudieran ocurrir durante el transporte de materiales nucleares o radiactivos. El objetivo de este tema es definir y describir dichos principios y criterios que afectan esencialmente al establecimiento de los niveles de intervención, y son importantes para aplicar acciones protectoras.

Contenidos

- Principios básicos
 - o Protección de la población
 - o Protección de los trabajadores
- Factores a considerar en la aplicación de acciones protectoras
- Recomendaciones Internacionales para las medidas de protección

8.1.1 PRINCIPIOS BÁSICOS DE INTERVENCIÓN

Protección de la Población

Se denominan intervenciones a las ocasiones en las que aparecen materiales radiactivos en el entorno humano, y se requieren actuaciones cuyo objetivo es prevenir o evitar efectos sobre salud de un individuo o grupo de individuos. Un accidente, si se produce, puede necesitar una intervención. En la mayor parte de las situaciones la intervención no se puede aplicar sobre la fuente como si se tratara de una práctica en las que las dosis aceptables estuvieran previstas. La intervención se debe aplicar al entorno, controlando las vías de exposición y en algunos casos aplicando el criterio individual del personal de intervención.

En caso de accidente, las dosis a la población de riesgo deben estimarse en primer lugar para cada vía de exposición sin tener en cuenta posibles acciones protectoras. Estas se denominan dosis proyectadas (DP).

El concepto clave de una intervención es la dosis evitada (DE) para cada vía, es decir, la dosis que se ha ahorrado aplicando una acción protectora.

La intervención puede no ser completamente efectiva, ya sea porque la dosis ya se ha recibido, o porque la propia intervención sólo puede reducir parcialmente la dosis proyectada total. El resto de la dosis para cada vía (dosis proyectada menos dosis evitada) se denomina dosis residual (DR).

La primera preocupación en el caso de un accidente radiológico es mantener la exposición de los individuos por debajo de los umbrales que producen efectos deterministas graves. Si la dosis proyectada para todas las vías se acerca a los umbrales que producen efectos deterministas graves, están justificadas casi siempre las acciones protectoras. Además de evitar los efectos deterministas, por debajo de los umbrales de dichos efectos, cuando la exposición de los individuos que tienen mayor riesgo es inaceptable debido al elevado riesgo estadístico, están justificadas por lo general las acciones protectoras. La protección, desde el punto de vista del individuo puede ser un factor importante en la toma de decisiones. Si las acciones protectoras no están justificadas desde el punto de vista del individuo, debe considerarse si la dosis colectiva del grupo expuesto podría reducirse mediante acciones protectoras.

La aplicación de una acción protectora –incluyendo la inacción– comprende un riesgo, daño y beneficio a la población. Los beneficios y desventajas incluyen costes monetarios, perturbación social, y los relacionados con la psicología y la salud. En la justificación de una acción protectora, se deben tener en cuenta todas las consecuencias asociadas. Si el beneficio de una acción protectora, que incluye la dosis evitada es mayor que el daño asociado, entonces dicha acción está justificada. La justificación de una acción en la práctica se evalúa comparando sus consecuencias con las de la situación presente, es decir, con la situación en la que no se realiza ninguna acción. Así, siempre hay al menos dos posibilidades: se deben tomar acciones protectoras o se acepta el status quo. En la evaluación de la justificación de una acción, se evalúan los valores numéricos de los factores asociados con la acción y la no acción, y sus diferencias, por ejemplo, la dosis evitada. Las preferencias de la sociedad, presentadas por una persona que toma decisiones, están asociadas con estos valores numéricos. Las preferencias e inconvenientes de los factores –las entradas racionales en la decisión– forman la base de la justificación. Una acción protectora se justifica si las preferencias relacionadas son superiores a la inacción.

Si es posible elegir la forma, escala y duración de una acción protectora, o si hay varias acciones posibles, se debe elegir la mejor acción, es decir, la acción que maximiza el beneficio neto. La optimización de la intervención se consigue ordenando todas las acciones factibles definidas, por ejemplo, en diferentes niveles de intervención. La acción protectora con la máxima puntuación producirá el máximo beneficio.

El beneficio neto de una acción que se pueda alcanzar mediante acciones factibles, se evalúa para un grupo bien definido, por ejemplo, un municipio o para la infancia. Si las consecuencias de una acción, que pueden ser un beneficio o una desventaja, conciernen a parte de una población que no pertenece al grupo definido, estos factores deberían considerarse también en la decisión. Por debajo de los umbrales de los efectos deterministas sobre la salud, la dosis que se reduce mediante una acción se evalúa respecto de la dosis colectiva del grupo. Igualmente, se puede usar en los cálculos la dosis media individual, o de manera más adecuada, evaluando la

distribución de dosis individuales. La justificación y optimización de una acción protectora no debería basarse en la dosis máxima individual de un grupo. Si se puede definir un subgrupo en el interior del grupo definido, que tenga mayor riesgo (por ejemplo, trabajadores forestales, granjeros), las acciones factibles de este grupo deben justificarse y optimizarse de forma separada.

Los principios básicos para la protección de las personas en una situación de intervención, recomendada por organizaciones internacionales (OIEA 1991, ICRP 1993, Normativa Básica de Seguridad), se basan en la justificación y optimización de las acciones protectoras. Se pretende que sean de aplicación general sin tener en cuenta el tiempo transcurrido, la distancia desde la fuente, o el nivel de exposición. Los principios recomendados por ICRP (ICRP 1991) son los siguientes:

1. **Justificación.** La acción protectora debe producir un beneficio neto positivo. La intervención propuesta debe producir más beneficio que daño, es decir, la reducción en la dosis debería ser suficiente para justificar la perturbación y el coste, incluyendo los costes sociales de la intervención. En situaciones de emergencia, en las que la dosis proyectada se acerca a los umbrales de efectos determinísticos importantes para la salud, las acciones protectoras se justifican casi siempre a priori.
2. **Optimización:** La forma, escala y duración de la intervención debería optimizarse de forma que el beneficio neto en la reducción de la dosis, es decir, debe maximizarse el beneficio de la reducción en el daño por radiación, disminuya el perjuicio asociado con la intervención.

Los límites de dosis utilizados en el control de prácticas, o cualquier otro límite predeterminado en la dosis, no son aplicables en intervención. El uso de límites de dosis como base para decidir sobre la intervención podría implicar acciones que producen más daño que beneficio. Se pretende que los límites de dosis se usen en la práctica para la dosis recibida, no para la dosis evitada, que es lo que define la aplicación de la intervención.

Protección de los Trabajadores

La protección de los trabajadores en situación normal está basada en los siguientes principios: Una práctica que implica la exposición a la radiación debe justificarse, la protección de los individuos debe optimizarse, y la exposición de los individuos debe estar sometida a los límites de dosis y riesgo definidos o prescritos para la práctica. Los límites de dosis recomendadas por la ICRP definen que la dosis individual efectiva que resulte de la práctica no debe exceder los 100mSv en 5 años, siendo la máxima dosis recibida en un año de 50 mSv. El sistema de limitación de dosis se establece para cubrir la exposición a fuentes que están bajo control y la dosis resultante de la fuente se puede controlar por acciones que afectan a la propia fuente.

La deliberada y, en cierto sentido, controlada exposición de los trabajadores, se debe mantener los límites de dosis establecidos a no ser que haya razones inevitables para retirar las restricciones. Las razones deberían ser la importancia para justificar la distribución no igualitaria del riesgo resultante de exponer un trabajador por encima del nivel que está explícitamente diseñado para limitar el riesgo. La eliminación del límite en la dosis puede posiblemente justificarse mejor por la necesidad de realizar

acciones de salvaguarda de la vida humana inmediatamente después de un accidente, que indirectamente puede requerir poner y mantener la fuente bajo control.

Para la protección de los trabajadores implicados en intervenciones en accidentes, en reuniones internacionales se ha considerado conveniente identificar cuatro condiciones de trabajo (OIEA 1991, ICRP 1993):

- *Salvaguarda de la vida y prevención de consecuencias más graves.* Durante, e inmediatamente después de un accidente, pueden producirse circunstancias en las que sean necesarias las acciones de algunos trabajadores para salvar vidas, para evitar lesiones graves, o para evitar un incremento sustancial en dosis potenciales a la población. Todas estas acciones potencialmente salvan vidas. Los trabajadores que emprenden dichas acciones son muy probablemente el personal de la planta, pero pueden ser también los integrantes de los servicios de emergencia convocados en el escenario de un accidente, tales como bomberos, policía y personal sanitario. Pueden representar también otras profesiones, dependiendo de las circunstancias concretas.

Para las circunstancias descritas, las intervenciones de emergencia conllevan normalmente un elevado grado de justificación cuando el objetivo de la intervención es salvar vidas humanas o evitar que los individuos se expongan a dosis muy elevadas superiores al umbral de efectos deterministas, incluso si la intervención puede exponer al trabajador a dosis que excedan el umbral determinista. Por tanto, no es apropiado recomendar máximos niveles de dosis en estas situaciones. Sin embargo, deben hacerse todos los esfuerzos para mantener la dosis absorbida por debajo de 0,5 Gy, y la dosis en la piel por debajo de 5 Gy.

La justificación de las acciones de salvaguarda de la vida debe tenerse en cuenta cuidadosamente en relación con el beneficio esperado. Las acciones a emprender en condiciones en las que se esperan elevados efectos estocásticos hacen que no se pueda ordenar a los trabajadores emprenderlas, sino que deben ser voluntarios, informados de los riesgos de la radiación, y preferiblemente, de más de 50 años de edad. No se permite actuar a las mujeres embarazadas. Las dosis recibidas por los trabajadores que responden a estas circunstancias deben registrarse y considerarse por separado de las recibidas como parte de su exposición laboral normal.

- *Puesta en práctica de medidas de protección urgentes:* Los grupos de trabajadores que emprenden acciones protectoras del público a corto plazo incluirán algunos trabajadores del emplazamiento afectado y también muchos colectivos que normalmente no actúan como trabajadores expuestos, tales como policía, personal sanitario, conductores de los vehículos de evacuación, y otros grupos similares. Estos trabajadores incurrirán en una exposición adicional, y en cierto sentido controlada, con el fin de evitar dosis al público. El objetivo es mantener los valores de las dosis dentro de los límites establecidos aunque puede haber circunstancias en la que se permitiría exceder estos límites de dosis si fuera necesario. Las dosis deben ser registradas y controladas.

- *Llevar a cabo operaciones de recuperación.* El tercer grupo está compuesto por los trabajadores que emprenden operaciones de recuperación tras el curso de un accidente una vez que está completamente controlado. Las acciones necesarias incluyen, por ejemplo, reparaciones en la planta y edificios, descontaminación y eliminación de residuos. Estas acciones, aunque necesarias por causa del accidente, deben estar planificadas por anticipado, y controlarse la exposición de los trabajadores. Por tanto, se recomienda que estos trabajadores estén sometidos al sistema normal de protección radiológica por causa de exposición laboral. Sus dosis deben ser evaluadas y registradas.
- *Llevar a cabo el trabajo habitual en una zona contaminada.* Todos los trabajadores que no están implicados en la puesta en marcha de la acción protectora, sino más bien que son el objeto de dichas acciones, se consideran y tratan como miembros del público, sin tener en cuenta su ocupación. Sin embargo, los grupos especiales de trabajadores, cuyas ocupaciones no tienen relación con el accidente, pueden someterlos a vías de exposición directamente relacionadas con su actividad. Los trabajadores que emprenden este tipo de actividades, son por ejemplo, granjeros, trabajadores forestales, y aquellos que manipulan filtros industriales contaminados. Las restricciones de exposición individual de estas personas deben evaluarse según los principios de justificación y optimización. No se necesita normalmente la vigilancia individual.

8.1.2 FACTORES A CONSIDERAR EN LA APLICACIÓN DE ACCIONES PROTECTORAS

Con el fin de desarrollar estrategias de contramedidas que estén a la vez justificadas y optimizadas, debemos definir parámetros que puedan medirse y ser operativos. A continuación se proporciona una lista de los mismos y sus definiciones para tener en cuenta por los encargados de tomar decisiones cuando decidan acerca de las acciones protectoras. No se trata de una lista completa y además, no todos estos parámetros serán parte de una decisión en una situación dada:

- *Dosis colectiva del público.* Pueden producirse efectos estocásticos sobre la salud si grandes grupos de población están expuestos a la radiación, incluso si las dosis individuales fueran bastante pequeñas. Se mide mediante la dosis colectiva del público (Sv.persona). *Una medida alternativa sería el número de incidentes de cáncer.*
- *Dosis individual.* Algunos miembros del público pueden correr un elevado riesgo estadístico o en riesgo de incurrir en efectos deterministas. El riesgo debe considerarse individualmente, y medirse como dosis individual (mSv).
- *Número de cánceres de tiroides en niños.* Número de incidentes en niños.
- *Victimas estadísticas no debidas directamente a la radiación.* Número de fatalidades estadísticas debidas a menores cuidados sanitarios, deterioro en la nutrición, etc.

- *Victimas individuales no debidas directamente a la radiación.* Número de personas que mueren en el curso de la adopción de contramedidas
- *Dosis a los trabajadores.* Dosis individual de los trabajadores que realizan las acciones de emergencia (mSv)
- *Perturbaciones sociales.* Las perturbaciones en la red social, por ejemplo, cuando se emprende evacuación o reubicación. Medida directa.
- *Ansiedad de la población.* Una mayoría de las personas que viven en las zonas contaminadas pueden mostrar diferentes grados de reacción al estrés como respuesta a un accidente. El estrés también puede ser producido por las acciones protectoras. La gravedad de un accidente se percibirá a través de las acciones protectoras emprendidas. Medida directa.
- *Calmar a la población,* A largo plazo ciertas acciones apropiadas y razonables pueden tranquilizar a la población que vive en la zona afectada, especialmente, las medidas que las personas pueden aplicar por si mismas son las más efectivas en la reducción del estrés. Medida directa.
- *Ansiedad de los trabajadores.* Las acciones de emergencia producen estrés entre los trabajadores que las están llevando a cabo. Medida directa.
- *Viabilidad de una actuación* (en relación con la calidad o cantidad de vida definidas). Este atributo es en muchos casos un inconveniente que imposibilita la ejecución de la acción. Sin embargo, en algunos casos las acciones se diferencian por su viabilidad, por ejemplo, el confinamiento y evacuación cuando hace frío. Medida directa u otros, dependiendo del caso.
- *Costes monetarios.* La suma de costes directos e indirectos de las acciones protectoras. Los costes de tratamiento de los cánceres y las pérdidas de GPD originadas por las fatalidades no deberían incluirse en este atributo para evitar la doble contabilidad, es decir, no convertir los cánceres en coste. Unidades monetarias.

Efectos de la radiación sobre la salud. En relación con los efectos deterministas en la salud, la magnitud a usar es la dosis absorbida (Gy)¹ para dar cuenta de la dosis media en un tejido, órgano o en todo el cuerpo (médula ósea, tiroides). Las magnitudes utilizadas para evaluar los riesgos de efectos deterministas para la salud (por debajo de 0,5 Sv) son: dosis equivalente (órgano o tejido), dosis efectiva (todo el cuerpo), y dosis efectiva ingerida (ingestión). Estas cantidades se usan en los análisis de justificación y optimización cuando se evalúa la dosis individual, o la dosis a un grupo de población, si se conoce la distribución de dosis. Por otra parte, para un grupo, la dosis colectiva efectiva es la apropiada (sievert.persona). Tal como se ha indicado anteriormente, el número de casos de cáncer pudiera usarse también como medida de los efectos sobre la salud relacionados con la radiación.

¹ La cantidad habitualmente usada en lugar de Gray, sin pérdida de precisión, es el sievert. Sin embargo, se pretende que se use el sievert para evaluar el riesgo de los efectos estadísticos

Riesgos físicos. Por lo general, de acuerdo con la estadística, el riesgo físico individual asociado con las acciones protectoras tales como confinamiento, evacuación y profilaxis con yodo estable es pequeño. Podrían, sin embargo, construirse escenarios de accidentes en los que esto no sea cierto, por ejemplo, en situaciones de mal tiempo. El riesgo estadístico es más complicado. La magnitud de fatalidad estadística es dependiente del número de individuos afectados por la contramedida. Un nivel de intervención inferior aumentará el riesgo estadístico.

Factores psicológicos. Es obvio que los factores psicológicos deben tenerse en cuenta cuidadosamente en la planificación y puesta en marcha de las acciones, pero no está muy claro cómo cuantificarlos.

Con el fin de controlar las situaciones de estrés, hay que notar que los padres están más preocupados por los miembros de su familia que por ellos mismos. Por tanto, es importante mantener las familias, amigos y vecinos unidos, particularmente en caso de reubicación o evacuación. Se ha demostrado que hay diferencias en el bienestar psicológico entre una población recolocada y una población que permanece en la zona del accidente. La situación es peor entre aquellos que han sido permanentemente evacuados y han perdido su red de contactos sociales.

En principio, los efectos del estrés se pueden cuantificar mediante ensayos bioquímicos, usando tests de comportamiento o diferentes métodos de comportamientos. Estas últimas opciones, que se usan tanto en autocuestionarios o en registros comunitarios, son más objetivos y menos críticos en el detalle del perfil de la población. Los registros útiles son, por ejemplo, "línea telefónica de crisis", registros de policía, citas programadas en los centros de salud mental y registros de trabajo social por abuso de estupefacientes. El efecto de un accidente se puede estimar comparando los datos en estos registros, antes y después de un accidente.

En la planificación de acciones protectoras, debe tenerse en cuenta que la acción incrementará o reducirá el estrés/perturbación, y si la acción se puede emprender de forma que evite el estrés. La acción aumentará el estrés si los miembros de la familia y los amigos se separan, se pierde la red de contactos sociales o si la población no entiende el objetivo de una acción protectora. Si la acción se puede llevar a cabo sin perturbar a la población, no generará estrés. Las personas pueden soportar muchas acciones si se tiene cuidado al realizarlas y por tanto si se reduce el estrés, tales como una pronta notificación del peligro, permiso de contactos con la familia información útil y precisa acerca de la vigilancia apropiada de los alimentos. También se reduce el estrés si la gente puede estar activa y participar en la acción protectora para disminuir la dosis.

Coste monetario de las acciones protectoras. Una consecuencia principal de un accidente nuclear, además de los efectos psicológicos y sobre la salud causados por la radiación, es el impacto económico (negativo o positivo) sobre los individuos, la industria y la sociedad. La evaluación de los costes de los accidentes nucleares ha sido ampliamente publicada, por ejemplo en relación con los Códigos de Evaluación Probabilística de la Seguridad (PCA). Sin embargo, los modelos se han centrado en los costes directos. No se han presentado estimaciones bien fundamentadas de los costes indirectos, ni negativos ni positivos, sobre la sociedad en su conjunto.

Las consecuencias económicas de un accidente no se distribuyen equitativamente entre la población. La distribución de los costes no equivale a la distribución de dosis. Algunas personas incluso se pueden beneficiar de la situación, por ejemplo, si se prohíbe un alimento producido en la zona contaminada. Así, la interpretación de coste monetario depende del punto de vista; ¿se trata del individuo, la industria o la sociedad? Todas las visiones deberían tenerse en cuenta cuando se deciden las acciones protectoras. Los costes cambian también con el tiempo, por ejemplo, en la reubicación cuando la gente encuentra nuevos empleos, y en general desaparecen tras el período de recuperación. Los cálculos detallados de todos los costes y de los posibles beneficios requerirían un complejo modelo económico.

Los costes tanto directos como indirectos deberían tenerse en cuenta en la evaluación de los costes. Igualmente la indemnización por parte del Estado o la compañía de seguros pueden tener un papel importante en algunas acciones. Sin embargo, si se paga algún tipo de indemnización, ya sea en todo o en parte, significa que los costes individuales pasan a ser costes para la sociedad.

8.1.3 RECOMENDACIONES INTERNACIONALES PARA LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Aunque se ha recomendado definir los niveles nacionales de intervención aplicables a un emplazamiento dado, y aunque haya buenas razones científicas para diferentes valores nacionales, los niveles internacionalmente armonizados de intervención ofrecerían grandes beneficios. Las diferencias en la respuesta de las autoridades frente a un accidente da lugar a confusión y riesgo innecesario entre la población. El público no va a comprender ni aceptar niveles muy diferentes en distintos países. Tampoco pueden aceptar decisiones diferentes en circunstancias muy similares.

A la luz de la experiencia obtenida en el accidente de Chernobyl, muchas organizaciones internacionales han revisado sus recomendaciones sobre los niveles de intervención. Las recomendaciones revisadas de ICRP se publicaron en la publicación nº 63. La intervención debería estar basada en la dosis individual media evitable para el conjunto de la población expuesta para la que se aplica la intervención. En algunos casos se debería usar la dosis colectiva evitable cuando no se puede identificar fácilmente la población expuesta, por ejemplo, restricciones en el alimento.

Los niveles de intervención recomendados por la Agencia Internacional para la Energía Atómica (OIEA) se han presentado en la Guía de Seguridad nº 109. Los valores derivados son de naturaleza 'genérica' con el objetivo de que sean razonables para la mayor parte de situaciones. Los factores no cuantificables no se incluyen y las desviaciones serían adecuadas cuando se tienen en cuenta los factores no cuantificables.

El "Article 31 Group" (EU) ha adoptado una recomendación respecto de la reubicación que tiene los mismos niveles numéricos que los de ICRP y la OIEA: Esta publicación se publica en forma de informe (CEC 1993)

El NEA preparó un informe para uso como base de intervención en el caso de un accidente nuclear. Los principios básicos son los mismos que los recomendados por la

ICRP y la OIEA, es decir, justificación y optimización de la protección que proporciona la intervención.

La Comisión para el "Codex Alimentarius" ha aprobado directrices para los alimentos. Estos niveles están asignados únicamente a los alimentos contaminados con radionucleidos que se comercializan internacionalmente. Se consideran estándares por debajo de los cuales los alimentos son excluidos de cualquiera otra vigilancia y control, es decir, niveles de exención.

8.1.4 BIBLIOGRAFÍA

1. Project PH REG 06.4/97: Training on Off-Site Emergency Management in Central Eastern Europe Course Training Material.
2. Criterios de intervención en una emergencia nuclear o radiológica. Guía de Seguridad Nº, 109. OIEA, 1994.
3. Principios de intervención en una emergencia radiológica para la protección de la población (ICRP-63), 1991
4. Método para el desarrollo de la respuesta en emergencias nucleares o radiológicas, OIEA-TecDoc-953. 1997
5. Comisión Internacional sobre Protección Radiológica. 1990 recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica. Publicación 60, Pergamon Press, 1993
6. Protección de la población en caso de un accidente nuclear: base para la intervención. Informe NEA. OECD/NEA 1990

8.2 MEDIDAS DE INTERVENCIÓN

Objetivos

Presentar las medidas básicas de intervención para la protección de los miembros del público en un accidente nuclear o radiológico, discutir los argumentos que subyacen tras las acciones protectoras, discutir los diferentes factores que se deben tener en cuenta en la toma de decisiones sobre las acciones, y presentar recomendaciones internacionales para la intervención genérica y los niveles de acción para las acciones de protección urgentes y de larga duración, y de alimentos.

Este tema trata de las acciones de protección que pueden necesitar aplicarse en situaciones de emergencia nuclear o radiológica para proteger a los miembros del público. Se describen los niveles de exposición genérica recomendados internacionalmente, respecto de los cuales deberían considerarse las diferentes acciones de protección.

Contenidos

- Acciones protectoras urgentes
- Acciones protectoras de larga duración
- Evacuación
- Confinamiento
- Profilaxis con yodo
- Traslado temporal
- Traslado permanente
- Descontaminación de las zonas afectadas
- Intervención relacionada con alimentos
- Niveles genéricos de intervención
- Niveles genéricos de acción para los comestibles
- Factores que tienen influencia en la toma de decisiones

8.2.1 INTRODUCCIÓN

Todas las acciones protectoras que se apliquen en una emergencia nuclear o radiológica tienen el objetivo de mantener la exposición a la radiación de los individuos tan baja como sea posible. El primer objetivo en toda situación de emergencia es asegurar que se eviten todos los efectos deterministas graves. Otro objetivo es restringir los efectos estocásticos en todos los grupos de población. Las acciones de protección, que se apliquen a los miembros del público, restringirán siempre la libertad de acción y producirán algún daño social y psicológico, así como costes financieros. De acuerdo con la filosofía actual de protección a la radiación, cada acción protectora debería ser mejor que el daño (justificación), y se maximiza el beneficio neto de la acción, es decir, la protección alcanzada mediante la acción protectora se equilibra frente a todos los factores negativos asociados con la acción

(optimización). En situaciones de emergencia en las que las dosis individuales pueden aproximarse al umbral de los efectos deterministas sobre la salud, las acciones protectoras se justifican casi siempre a priori

La condición preliminar para aplicar acciones de protección en una emergencia exterior, es que se hayan liberado materiales radioactivos al exterior o exista riesgo de producirse. Algunas de las acciones son comunes a todo tipo de accidentes en que se producen emisiones pero otras son específicas únicamente de las emergencias radiológicas. Las acciones de protección se dividen en aquellas que se van a aplicar de manera urgente y las que se van a aplicar en una fase posterior de la situación de emergencia. Algunas acciones pueden necesitar aplicarse incluso en función de la declaración de una determinada situación de emergencia general.

Según el PLABEN, se establecerán medidas de protección para evitar o al menos reducir en lo posible los efectos adversos de las radiaciones ionizantes sobre la población y sobre el personal de intervención. En el PLABEN las medidas de protección se clasifican en «medidas de protección urgentes» y «medidas de protección de larga duración».

8.2.2 ACCIONES PROTECTORAS URGENTES EN EL EXTERIOR

La acción protectora urgente es la medida tomada en una fase temprana de una emergencia nuclear basada en la mejor evaluación posible del tipo de accidente, tiempo disponible y previsión meteorológica, o con los resultados de las medidas seguimiento de la radiación en el interior o el exterior del emplazamiento. Las características principales de dichas acciones son escasez de tiempo disponible para llevar a cabo evaluaciones detalladas del impacto, y las grandes incertidumbres asociadas con el término fuente y con el desarrollo del accidente. Las acciones protectoras urgentes deben aplicarse con prontitud para que sean más efectivas. En caso de emergencia nuclear, se consideran las siguientes medidas de protección en la fase temprana:

- evacuación
- confinamiento
- administración de yodo estable (profilaxis con yodo)

Para complementar la protección frente a las radiaciones o facilitar la aplicación de las medidas de protección citadas anteriormente, se contemplan otras actuaciones en emergencias, a saber:

- control del accesos
- protección respiratoria
- ducharse o bañarse y cambiarse de ropa
- uso de ropa de protección protectora personal
- protección del ganado, especialmente el vacuno y su alimentación

Los procedimientos que se establezcan en los planes de emergencia, deberán incluir, al menos, los siguientes procesos:

- Seguimiento de la evolución del accidente y evaluación de sus posibles consecuencias sobre la población.

- Medida y control de los niveles de radiación y contaminación ambiental en las zonas afectadas.
- Confinamiento de la población.
- Profilaxis radiológica a la población y al personal de intervención.
- Evacuación de la población.
- Control de accesos.
- Protección radiológica del personal de intervención.
- Descontaminación de personas y equipos.
- Gestión de los residuos radiactivos que se generen durante la emergencia.
- Estabulación de animales.
- Restricciones al consumo de alimentos y agua durante la emergencia.

Según lo que establece el PLABEN, dentro de las medidas de protección urgentes, hay tres principales que definen las situaciones en las que se clasifica una emergencia: confinamiento, profilaxis radiológica y evacuación. Las restantes medidas de protección urgentes son complementarias de las anteriores: control de accesos, protección ciudadana y protección del personal de intervención, descontaminación de personas. La medida de protección referida al control de alimentos y agua se define en el apartado de medidas de larga duración, aunque se puede adoptar con carácter preventivo, como una medida urgente, durante la fase inicial e intermedia de una emergencia.

Evacuación preventiva

La evacuación puede realizarse en varias etapas durante el desarrollo de una emergencia. Para evitar la exposición a la radiación la evacuación es más efectiva si se realiza como medida preventiva antes de cualquier emisión de radiactividad al medio ambiente. La evacuación preventiva debería ser parte del plan de emergencia en la zona próxima a las instalaciones nucleares (Zona I), y la decisión de evacuar esta Zona I no debería esperar a producirse la emisión del material radiactivo al exterior. La declaración de emergencia general en la instalación constituye una razón suficiente para realizar la evacuación preventiva de la Zona I. Debería considerarse incluso la posibilidad de evacuación fuera de esta zona, debido a que podría tener que evacuarse zonas más extensas y un número mayor de personas cuando se estuviese seguros de la zona a evacuar (con evaluaciones de dispersión completamente precisas), para lo que se debería disponer de suficiente tiempo para llevar a cabo aplicar la evacuación con seguridad. Debido a que la evacuación es una medida que debe realizarse rápidamente, no hay tiempo de llevarse ni las pertenencias personales ni las mascotas, por lo que ha de organizarse su cuidado. Esto también determina el requerimiento de que la evacuación no debería durar más de una semana. Después de transcurrida una semana, debería considerarse otras disposiciones la posibilidad de convertir la evacuación en traslado temporal.

Confinamiento

Durante las etapas iniciales de un accidente con una emisión de duración relativamente corta de radionucleidos mezclada la atmósfera, y mientras está pasando la nube radioactiva, la dosis debida a inhalación es normalmente mucho mayor que la procedente de la radiación externa. Con un confinamiento apropiado puertas adentro, es decir, permaneciendo en el interior, cerrando y sellando puertas y

ventanas, apagando los sistemas de ventilación y sellando los conductos de ventilación, se pueden reducir las dosis por inhalación incluso en un factor de diez. Las estructuras de un edificio reducen también, de manera adicional. Las dosis por exposición a la radiación externa en un orden de magnitud o incluso más, dependiendo del tipo de edificio.

El confinamiento no se puede mantener de manera confortable durante mucho tiempo, y debería abandonarse tan pronto como haya pasado la nube radioactiva y sea posible realizar cortas salidas al exterior. El confinamiento no debería durar normalmente más de 24 horas. Se recomienda también la protección respiratoria, aunque sea improvisada, durante el confinamiento pero de manera especial atención durante las salidas al exterior. También es necesaria la ventilación de las casas tras el período de confinamiento y después que haya pasado la nube. Durante el confinamiento, es necesario disponer de un medio efectivo de comunicación para informar de forma precisa a los confinados sobre la evolución de la emergencia.

Administración de yodo estable

El tiroides fija el yodo con gran eficiencia, propiedad que convierte a esta glándula en un órgano a cuidar especialmente en el caso de una emisión de yodo radioactivo. La administración oral previa de yodo estable, yoduro o yodato de potasio, reduce de manera muy efectiva la cantidad de isótopos radiactivos de yodo que alcanzará la glándula tiroidea. La administración de yodo estable no reduce la captación en el organismo de otros radionucleidos inhalados o ingeridos.

La captación de radioyodo por el tiroides se detiene por lo general a los 5 minutos de la administración de 100 mg de yodo estable, cantidad recomendada normalmente (un comprimido corresponde a 130 mg de yoduro de potasio) para administrar a los adultos. Ésta debería reducirse a 50 mg (la mitad del comprimido) para las mujeres embarazadas y los niños con edades de 3-12 años y a 25 mg para los niños menores de los tres con esta dosificación existe un riesgo extremadamente pequeño de efectos secundarios, incluso en poblaciones con dietas deficientes en yodo. Los comprimidos de yodo deberían tomarse antes de producirse la exposición a los radioyodos, o tan pronto como sea posible si la emisión ya se ha producido. Esta condición hace que se deba tener seguridad de que la distribución de comprimidos de yodo al público. Debería evitarse la autoadministración de cantidades mayores de yodo estable.

Control de accesos.

El establecimiento de controles de acceso a zonas afectadas radiológicamente por una emergencia está siempre justificado. La adopción de esta medida permite disminuir la dosis colectiva, al reducir la propagación de una posible contaminación y vigilar y controlar dosimétricamente al personal que intervenga en la emergencia que deba entrar o salir de las zonas afectadas.

Protección ciudadana y Protección del personal de intervención.

Se entiende por protección personal el conjunto de actuaciones y medidas realizadas con el fin de evitar o disminuir sensiblemente la contaminación superficial o la

inhalación de partículas dispersas en el aire. Estas actuaciones incluyen desde métodos y técnicas sencillas, generalmente al alcance de la población afectada, como el uso de prendas adicionales sobre el cuerpo o colocadas en los orificios nasales, el taponamiento de rendijas en los accesos a las dependencias, o la parada de los sistemas de ventilación, hasta otras más sofisticadas que exigen de unos requerimientos especiales y que, normalmente, están destinados a la protección del personal que interviene en la emergencia, como el uso de equipos de respiración, vestimenta especial o equipos de medida de radiación.

Descontaminación de personas.

Cuando se produzca dispersión de material radiactivo, será necesaria la descontaminación de las personas, equipos y medios que resulten contaminados. La adopción de esta medida evita el incremento de la dosis individual y la propagación de la contaminación a otras personas o lugares, lo que incrementaría la dosis colectiva.

Existen diversos niveles y métodos de descontaminación que van desde el simple cambio de ropa, pasando por lavados más o menos intensos, hasta la intervención sanitaria cuando la contaminación sea interna. Los riesgos asociados a la descontaminación de personas por simple cambio de ropa o lavado son nulos; únicamente podrían ser considerados los que conllevan un tratamiento sanitario en caso de contaminaciones profundas o internas.

Estabulación de animales.

Esta medida tiene por objeto la protección de las personas y sus bienes mediante el confinamiento y control alimenticio de los animales que de alguna manera entren en la cadena trófica, con el fin de reducir la propagación de una posible contaminación.

La adopción de esta medida no es prioritaria, durante la emergencia, en el caso de que su ejecución pueda ocasionar el retraso en la aplicación de otras medidas (confinamiento, evacuación, etc.).

8.2.3 ACCIONES PROTECTORAS DE LARGA DURACIÓN

Las medidas protectoras de confinamiento, evacuación y distribución de pastillas de yodo se pretende que sean de corta duración. Se pueden, además considerar otras medidas protectoras cuya aplicación puede ser más prolongada: Entre las más notables se encuentran el traslado temporal permanente de las personas a lugares alejadas del área y la prohibición de consumir alimentos de la zona. Se puede considerar también la descontaminación del área contaminado se puede considerar también como una medida protectora de larga duración

Existen algunas diferencias entre la toma de decisiones relativas a las acciones protectoras de larga duración y las acciones a corto plazo. En primer lugar, se dispone de más tiempo para decidir, y se tiene un conocimiento más detallado y completo de la situación radiológica. En segundo lugar, las medidas de protección de larga duración tienen influencia prolongada sobre la forma de vida de las personas

afectadas, por lo que hay que evaluar los factores sociales y psicológicos que intervienen en cada caso.

No obstante, durante la fase de emergencia, y hasta que se disponga de medidas de contaminación ambiental, se podrá, con carácter preventivo, prohibir el consumo de algunos alimentos y agua producidos en la zona afectada por el paso de la nube radiactiva. Además, hay algunas acciones en agricultura y ganadería que han de realizarse previamente para que sean eficaces, tales como el cierre de los sistemas de ventilación de invernaderos y la estabulación de animales.

La adopción definitiva de estas medidas de protección se realizará atendiendo a los niveles de intervención que, para cada caso, determine el Consejo de Seguridad Nuclear que considerará las tolerancias máximas de concentración de actividad en los productos alimentarios y piensos, de acuerdo con la Unión Europea.

Traslado temporal o albergue de media duración

El traslado temporal se distingue principalmente de la evacuación por el tiempo durante el cual se aplica esta acción. Se refiere a la retirada de larga duración de las personas de una zona afectada. Esta puede aplicarse como una extensión de una evacuación previa o bien puede introducirse en la fase posterior a la emisión para reducir las dosis producidas por los radionucleidos depositados, y para permitir realizar actividades de descontaminación. La duración del traslado temporal puede ser larga, pero siempre limitada. Se ha recomendado de manera general que el traslado temporal no debería durar más de dos años.

Aunque el traslado no sea urgente y el movimiento de los grupos de población pueda ser cuidadosamente planificado previamente y controlado durante su aplicación, los costes financieros pueden ser elevados y dependerán del número de personas implicadas y de la pérdida de producción en las zonas afectadas. De manera adicional, también serán sustanciales los costes sociales de interrupción y ansiedad. Deberá explicarse en detalle a las personas afectadas las razones de la necesidad del traslado, y se les tendrá que mantener bien informadas con respecto a las acciones que le lleven a cabo durante el traslado.

Traslado permanente o realojamiento

Las tasas de dosis correspondientes a los radionucleidos de vida larga disminuyen muy lentamente si no se toma ninguna acción para remediarlo. Pueden existir áreas con cierta dosis residual, incluso después de una descontaminación extensiva y de la aplicación de acciones correctoras, en la que la dosis podría ser suficientemente elevada como para impedir la permanencia de las personas. Los factores que se considerarán en la decisión de reubicar a la población incluirán estimaciones de los recursos necesarios, la dosis evitada, la interrupción de la forma de vida individual y social, y los factores psicológicos, sociales y políticos, en relación a conseguir la reducción de la ansiedad y la tranquilidad de la población. Debido a que todos los beneficios e inconvenientes asociados con el traslado permanente afectan a los individuos para el resto de sus vidas, también deberían expresarse los criterios posibles de protección frente a la radiación y la dosis evitada para el resto del tiempo de vida de un individuo. El traslado sobre una base permanente es en cualquier caso una

acción protectora dura de evaluar de una manera cuantitativa, debido a los muchos efectos sociopsicológicos negativos que están relacionados con dicho proceso.

Una decisión de traslado es una medida extrema en zonas fuertemente contaminadas. Antes de que se produzca la decisión, deberán hacerse todos los esfuerzos razonables para descontaminar las zonas contaminadas. El objetivo principal de la descontaminación debería ser que las personas fueran capaces de volver a sus hogares en un tiempo razonable.

Intervención en relación con la cadena alimentaria y agua potable

Se pueden dividir en dos categorías las acciones protectoras sobre la cadena alimentaria y agua potable:

- Aquellas que restringen de manera directa el consumo de los alimentos y el agua contaminados.
- Aquellas que limitan la transferencia de radionucleidos a la cadena alimentaria procedentes del aire, suelo y agua contaminados

Ambas categorías están constituidas por numerosas acciones diferentes que pueden conformar una estrategia conjunta para evitar dosis de radiación a los consumidores. Pueden ajustarse los niveles de intervención de estas acciones de manera independiente para cada una de las categorías de alimentos, tales como los productos lácteos, carne, como ternera o cordero, pescado, cereales, raíces y tubérculos, vegetales, fruta y agua potable. Deberían proporcionarse los niveles de intervención derivados en concentraciones de actividad en el alimento contaminado tal como se consume y no en la forma concentrada, como ocurre con la leche en polvo.

Las acciones alternativas o complementarias incluidas dentro de las dos categorías de acción protectora dependen de los radionucleidos concretos presentes y de la factibilidad de introducir acciones específicas para reducir sus concentraciones. Acciones complementarias típicas a la prohibición del alimento son el uso de diferentes procedimientos para procesarlos (por ejemplo, producción de queso a partir de leche) y acciones alternativas en la limitación de la incorporación de radionucleido a la cadena alimentaria que incluyen cambiar el pienso del animal. Debido a que las diferentes acciones también tienen diferentes costes en términos económicos y desventajas por la interrupción de la vida normal, todo esto debería considerarse para justificar la estrategia global para intervenir.

Restricción de alimentos y agua

De manera general, es poco probable que la transferencia de radionucleidos a través de los sistemas de abastecimiento de agua tenga importancia inmediata, pero deberá considerarse cualquier grupo de población que pueda consumir agua de lluvia u otros suministros de agua no tratada.

Durante y después de una emisión de radionucleidos debe proporcionarse prioridad al control de aquellos alimentos que puedan estar contaminados de manera directa por deposición procedente de la atmósfera y controlar la leche cuando se prevean

concentraciones significativas de radionucleidos, que se alcanzaran un día después de una emisión discreta. Puede requerirse la toma de decisiones tempranas sobre el control de alimentos en función de la deposición de fondo prevista o medida. En una escala temporal de un día o dos, deberían estar disponibles los resultados de las medidas de concentración de actividad en alimentos, lo que permitirá definir con más precisión la zona afectada.

8.2.4 NIVELES DE INTERVENCIÓN PARA LA APLICACIÓN DE MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Los niveles de intervención son valores de referencia de determinadas magnitudes radiológicas a partir de los cuales se considera que es adecuada la aplicación de una medida de protección.

La decisión de aplicar una medida de protección se basará en la comparación entre los niveles de intervención y el resultado de la evaluación de la evolución previsible del accidente y de las consecuencias radiológicas generadas por éste en cada una de las zonas afectadas.

El CSN, siguiendo recomendaciones internacionales, ha establecido Niveles de intervención genéricos para la aplicación de las medidas de protección urgentes: confinamiento, profilaxis y evacuación, y para las medidas de larga duración: traslado temporal y traslado permanente. Estos niveles tienen carácter genérico y han sido calculados utilizando hipótesis conservadoras.

Niveles de intervención

1.- Niveles de intervención para medidas de protección urgentes:

Medida protección	Dosis efectiva evitable (mSv)	Dosis equivalente evitable (mGy)
	(a) (d)	(a) (d)
Confinamiento	10 (b)	—
Profilaxis	—	100 (tiroides)
Evacuación	50 (c)	—

a) Valores de dosis individuales evitables genéricamente justificados y optimizados.

b) Dosis evitable en un período de confinamiento no superior a dos días. Para períodos más cortos, puede ser recomendable el confinamiento a niveles de intervención inferiores para facilitar otras medidas de protección, como la evacuación.

c) Dosis evitable en un período no superior a una semana. Se podrá adoptar la evacuación a niveles de intervención inferiores, por períodos más cortos o cuando la evacuación se pueda realizar rápida y fácilmente (por ejemplo, grupos pequeños de población). Pueden ser convenientes niveles de intervención superiores en caso de poblaciones especiales (pacientes de hospitales, ancianos, etc.), ante condiciones meteorológicas adversas u otros riesgos adicionales (naturales o tecnológicos), o cuando se trate de grandes grupos de población.

d) Los valores de la dosis evitable se refieren al promedio de muestras representativas de la población, y no a los individuos más expuestos. De todos modos, las dosis proyectadas a los grupos de individuos que sufran las exposiciones más altas deberán reducirse a valores menores que los correspondientes a efectos deterministas reflejados en la tabla siguiente:

Umbral de manifestación de efectos deterministas en caso de exposición aguda

Órgano o tejido	Dosis absorbida proyectada al órgano o tejido en menos de dos días (Gy)
Todo el organismo (médula ósea)	1
Pulmón	6
Piel	3
Tiroides	5
Cristalino	2
Gónadas	3

Nota: al considerar la justificación y optimización de los niveles de actuación reales con fines de protección inmediata, debería tenerse en cuenta la posibilidad de efectos deterministas en el feto para dosis mayores de 0,1 Gy, aproximadamente (recibidas a lo largo de un periodo menor de dos días).

2.- *Niveles de intervención para medidas de larga duración: albergue de media duración y realojamiento:*

Medida de protección	Dosis efectiva evitable (mSv)
	(a)
Albergue de media duración (traslado temporal)	30 en el primer mes 10 en el mes siguiente (b)
Realojamiento (traslado permanente)	(c)

- Dosis totales causadas por todas las vías de exposición que pueden evitarse adoptando la medida protectora, aunque normalmente se excluirán los alimentos y el agua.
- Niveles de intervención optimizados genéricos para el comienzo y la terminación del albergue de media duración son de 30 mSv para el primer mes y de 10 mSv para el mes siguiente.
- Se considerará el realojamiento cuando:

1.- No se prevea que la dosis acumulada en un mes descienda por debajo de 10 mSv al cabo de uno o dos años de iniciado el traslado temporal, o cuando

2.- La dosis proyectada en toda la vida supera 1 Sv.

3.- Niveles de intervención para agua, alimentos y piensos: las restricciones en el consumo de alimentos no se consideran, en general, medidas de protección urgentes en la forma que los son la evacuación o el confinamiento, pues hasta que los radionúclidos entran en la cadena alimenticia transcurre un cierto tiempo. Además, es altamente improbable que en los momentos iniciales del accidente los abastecimientos de agua potable puedan verse contaminados significativamente

a consecuencia de la emisión de material radiactivo a la atmósfera. No obstante, durante la fase de emergencia, y hasta que se disponga de medidas de contaminación ambiental, se podrá, con carácter preventivo, prohibir el consumo de algunos alimentos y agua producidos en la zona afectada por el paso de la nube radiactiva. Además, hay algunas medidas en agricultura que han de realizarse oportunamente para que sean eficaces, tales como el cierre de los sistemas de ventilación de invernaderos y la estabulación de animales para evitar la contaminación por la nube radiactiva. La adopción definitiva de estas medidas de protección se realizará atendiendo a los niveles de intervención que, para cada caso, determine el Consejo de Seguridad Nuclear que considerará las tolerancias máximas de contaminación radiactiva de productos alimenticios y piensos, tras un accidente nuclear o cualquier otro caso de emergencia radiológica, fijadas por la Unión Europea.

8.2.5 BIBLIOGRAFÍA

1. Project PH REG 06.4/97: Training on Off-Site Emergency Management in Central Eastern Europe Course Training Material.
2. Criterios de intervención en una emergencia nuclear o radiológica. Guía de Seguridad N°, 109. OIEA, 1994.
3. Principios de intervención en una emergencia radiológica para la protección de la población (ICRP-63), 1991
7. Orden del 29 de marzo de 1989 por la que se dispone la publicación del acuerdo del Consejo de Ministros que aprueba el plan básico de emergencia nuclear (PLABEN)
8. Real Decreto 1546/2004, de 25 de junio, por el que se aprueba el Plan Básico de Emergencia Nuclear.

8.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SELECCIÓN Y APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE INTERVENCIÓN

Objetivos

En este tema se tratarán los diferentes factores asociados a la decisión de acciones y medidas de intervención para proteger a los miembros de la población. Se ilustrará el hecho de que los argumentos de protección frente a la radiación no son los únicos relacionados con las medidas de intervención, y se proporcionará una visión general de la situación a la que los tomadores de la decisión se enfrentan en una situación de emergencia nuclear o radiológica.

Las decisiones sobre medidas de intervención en una situación de emergencia nuclear o radiológica están influidas por diversos factores que tienen muy poco o nada que ver entre sí, existiendo factores físicos, médicos, meteorológicos, psicológicos, sociales, políticos y monetarios, que de manera adicional, ofrecen grandes incertidumbres a la hora de tomar decisiones sobre las acciones protectoras que conciernen a gran número de personas.

Contenidos

- Incertidumbres en el término fuente
- Incertidumbres en la predicción meteorológica
- Composición de la emisión radioactiva
- Datos ambientales y demográficos
- Riesgos y costes asociados con las acciones protectoras
- Factores psicosociales
- Cantidad de "dosis evitada"
- Técnicas de ayuda a la decisión
- Acciones en países vecinos

8.3.1 INTRODUCCIÓN

Los accidentes nucleares influyen en todas las actividades sociales de la zona afectada, como es o puede ser la salud de los individuos, la libertad de acción, la producción agrícola e industrial, la política o la paz social, tal como mostraron los pasados accidentes de Cheliabinsk, Three Miles Island y Chernobyl. Decidir en una situación de emergencia, las medidas de intervención a tomar no es una tarea sencilla, además, especialmente en la fase temprana, un tiempo limitado para ello y, a menudo también la información sobre el propio accidente y sus posibles consecuencias es insuficiente; por tanto las medidas rápidas de intervención deberían basarse en escenarios preplanificados del accidente, y en los planes de emergencia.

Con el fin de ser capaces de tratar todos los factores que influyen en las consecuencias de un accidente y los efectos de las medidas de intervención, se necesitan expertos de diferentes disciplinas y herramientas eficientes para de obtención de información que ayuden a la correcta toma de decisión. En una fase posterior de una situación de emergencia, hay tiempo para tener en consideración también los aspectos políticos y sociales de las medidas de intervención.

8.3.2 FACTORES A TENER EN CUENTA

Un accidente nuclear o radiológico que obligue a tomar medidas de intervención en el exterior del emplazamiento se puede dividir en tres fases diferentes; una fase previa a la emisión del material radiactivo, una fase de emisión y una tercera fase posterior a la emisión.

Todas las consecuencias de un accidente en el exterior del emplazamiento, es decir, su impacto sobre la salud pública y el medio ambiente, se pueden identificar únicamente después de transcurrida un tiempo del accidente. Sin embargo, durante las primeras horas de la emisión, pueden ser necesarias decisiones urgentes sobre medidas de protección para evitar dosis en la población y en los trabajadores. Estas decisiones se pueden basar en escenarios preplanificados del accidente, ya que es poco posible que estén disponibles los resultados iniciales del seguimiento ambiental y la predicción de evoluciones futuras puede estar sujeta a incertidumbres sustanciales. Por esta razón, los planes de respuesta a la emergencia necesitan además incluir procedimientos para aplicar medidas protectoras que se basan en información acerca del estado de la instalación o fuente, cualquier medida de material liberado y de las condiciones meteorológicas y las posibles vías de exposición.

Término fuente

Se denomina término fuente a la magnitud y características de una emisión de sustancias radiactivas. En la fase previa a la emisión, las estimaciones sobre el término fuente se basan en el estatus de la planta y en las evaluaciones de la forma en la que la planta probablemente se va a comportar, bien pasivamente o como resultado de las acciones operativas. La estimación del término fuente es el primer factor que influye sobre las medidas de intervención; pero en esta fase previa normalmente la magnitud del término fuente y la temporalización son extremadamente difíciles de conocer. Posteriormente, durante la fase de emisión del material radiactivo se conoce ya el momento de inicio de su liberación y quizás su magnitud, pero la composición y duración son normalmente desconocidas. De esta manera, también durante la fase de emisión, la decisión con respecto a las acciones protectoras se basa normalmente en información incompleta del término fuente.

La información completa del término fuente se obtendrá pasado un tiempo después del accidente, en esta fase las acciones protectoras deberían por tanto basarse en los resultados de seguimiento de la magnitud y características de las sustancias radiactivas en el exterior del emplazamiento.

Meteorología

Las condiciones meteorológicas y altitud de la emisión determinarán el comportamiento de los radionucleidos liberados a la atmósfera. En la predicción de la dispersión del material radiactivo en la atmósfera participarán expertos meteorólogos, que puedan procesar grandes cantidades de datos meteorológicos y modelos de dispersión. Se necesitarán las mediciones en una amplia área geográfica, tanto espaciales como temporales, de viento, humedad, presión atmosférica, temperatura, y estabildades para hacer predicciones precisas sobre la dirección y dispersión de las sustancias radiactivas, y así identificar la zona de riesgo. Debido a que esta información es ya necesaria en los primeros momentos del accidente, deben incorporarse desde el inicio y poner operativas las herramientas informáticas correspondientes para la respuesta a la emergencia.

Composición radiactiva de la emisión

La composición radiactiva de la emisión es esencial para decidir las acciones protectoras. Es especialmente importante conocer, por ejemplo, si los isótopos de iodo están presentes en el penacho, y así ser capaces de evitar el aumento de casos de cáncer de tiroides entre los niños expuestos.

Si la liberación es debida a un accidente en una central nuclear, los radionucleidos liberados procedentes del núcleo del reactor se pueden absorber o filtrar en las estructuras de la planta a diferentes velocidades antes de ser liberados al exterior. En algunas centrales se pueden hacer pasar las emisiones con los radionucleidos a través de filtros especiales antes de su salida al exterior del emplazamiento. Por esto, la composición isotópica de la emisión no es necesariamente igual a la existente en el núcleo.

Datos ambientales y demográficos

Otros factores esenciales en la toma de decisión de acciones protectoras son las condiciones ambientales y los datos demográficos. Por ejemplo, cuando se considera una acción protectora de evacuación de la población de la zona afectada, han de tenerse en cuenta el tamaño de dicha población así como sus grupos especiales de riesgo (bebés, escolares, personas mayores, pacientes de hospital, etc). Cuanto mayor sea el número de personas a evacuar, mayores serán los recursos y el tiempo para la aplicación de la acción. En esta medida de evacuación también hay que tener en cuenta otros aspectos importantes para su valoración, como que los más jóvenes son los más sensibles a los efectos perjudiciales de la radiación, que pueden existir dificultades prácticas para mover a los pacientes de los hospitales de una manera suficientemente rápida, que se debe realizar una adecuada gestión del tráfico...en definitiva, deberán realizarse a priori planes de evacuación, de modo que para el caso de que sea necesaria su aplicación esté correctamente planificada.

Las características de los usos del suelo también tienen una influencia notable en las medidas de intervención. Las contramedidas en una zona agrícola son, de hecho, diferentes de las de una zona industrial. También la época del año juega un papel importante en la aplicación de las contramedidas; de este modo la deposición radiactiva tiene un impacto diferente sobre la agricultura en invierno que durante la

estación de cultivo, así como si la zona afectada está cubierta por la nieve en el momento de la lluvia radiactiva, los procedimientos de descontaminación usados en los edificios y en la tierra son diferentes de los empleados en verano.

Riesgos y costes de las acciones protectoras

El objetivo de todas las acciones de intervención en un accidente nuclear o radiológico es evitar o disminuir los efectos potencialmente perjudiciales sobre la salud en la población afectada. Sin embargo, las acciones de intervención contienen también en sí mismas algunos riesgos y costes que han de tenerse en cuenta cuando se implementan. Estos aspectos negativos de la intervención pueden ser costes sociales, psicosociales o puramente económicos. Los costes económicos son relativamente sencillos de evaluar, pero otros riesgos y costes asociados con las acciones de intervención son más complicados. En la planificación de la emergencia, las autoridades deberían considerar a priori si algunas acciones de intervención pueden producir reacciones de pánico o estrés en algunas personas, cómo se puede realizar a evacuación de manera segura, cómo la aplicación de una acción de intervención, o su omisión, pueden influir en la confianza que el público deposita en las autoridades, etc. Los estudios sobre el comportamiento de las masas en accidentes graves han demostrado que, si las personas están bien informadas de la situación y las razones consideradas para decidir las acciones protectoras, las escenas de pánico no son frecuentes. Una información precisa transmitida directamente por las autoridades y los medios de comunicación, juega un papel fundamental en la minimización de los riesgos indirectos y de los costes asociados a las acciones de intervención.

Dosis evitada

La dosis evitada es la dosis de radiación (dosis efectiva o dosis absorbida) que se va a evitar mediante una acción de intervención. El objetivo de cualquier acción protectora es evitar la exposición a la radiación tanto como sea razonablemente posible (ALARA). **La dosis evitada no es directamente medible, de tal manera que no es utilizable durante una emergencia.** Se pretende usarla como parte de la planificación de la emergencia para desarrollar los niveles operativos de intervención u otros criterios que puedan ser fácilmente medibles durante la emergencia (por ejemplo, los índices de dosis), y por los cuales puedan discernirse rápidamente las acciones protectoras. Cuando se optimizan las acciones protectoras a largo plazo, tales como el traslado temporal o permanente, la dosis evitada es una cantidad útil para equilibrar los factores negativos de las acciones protectoras.

Otros factores

En la selección de acciones de intervención, deberíamos tener en cuenta nuestras relaciones con otros países. Estas incluyen las convenciones internacionales sobre alerta temprana, el intercambio de información, y las recomendaciones o armonizaciones internacionales de las políticas de intervención. Debería prestarse una atención especial a la comunicación y la coordinación entre países vecinos. El objetivo debería ser que, si los países vecinos están afectados de manera similar, las acciones protectoras y las contramedidas deberían ser también del mismo nivel. Las acciones de intervención armonizadas entre países vecinos promoverán la fiabilidad del público en las autoridades nacionales.

En una emergencia tenemos grandes cantidades de información correspondientes a diferentes tipos de factores que se van a considerar simultáneamente. Estos factores no son directamente comparables entre sí y deberían estar disponibles los sistemas de apoyo en la toma de decisión. RODOS (sistema en línea a ayuda a la toma de decisiones en tiempo real), un proyecto de investigación y desarrollo de la Comisión Europea, tiene el objetivo de hacer que dicho sistema sea capaz de gestionar todos los datos relevantes procedentes del término fuente en las consecuencias a largo plazo de un accidente.

8.3.3 BIBLIOGRAFÍA

1. Project PH REG 06.4/97: Training on Off-Site Emergency Management in Central Eastern Europe Course Training Material.
2. Criterios de intervención en una emergencia nuclear o radiológica. Guía de Seguridad N° 109. OIEA, 1994.
3. Principios de intervención en una emergencia radiológica para la protección de la población (ICRP-63), 1991
4. Método para el desarrollo de la respuesta en emergencias nucleares o radiológicas, OIEA-TecDoc-953. 1997
5. Principios de los Niveles de Intervención en caso de un accidente nuclear, NKS, TemaNord 1995:507.