

Planificación de la fase de post-emergencia nuclear

En toda situación de emergencia, y por tanto en su análisis, pueden distinguirse tres fases bien diferenciadas: (a) el estado de alerta o preemergencia; (b) la emergencia propiamente dicha, con la puesta en práctica del plan previsto, y (c) el estado de post-emergencia, con la recuperación de la situación accidental y vuelta a la normalidad. Los planes de emergencia en centrales nucleares ponen énfasis en la adopción de medidas de protección a la población durante las dos primeras fases, teniendo como finalidad el evitar la exposición temporal inmediata al escape de material radiactivo a la atmósfera.

Las medidas primordiales cuya organización se estructura en dichos planes son la evacuación, el refugio y la profilaxis radiológica, así como un control preventivo de alimentos y agua.

Sin embargo, la situación de post-emergencia puede prolongarse durante largos períodos de tiempo en caso de contaminación del terreno, viviendas y agua. En tales circunstancias, es preciso determinar con precisión la magnitud de dicha contaminación y poner en práctica las adecuadas medidas de descontaminación, traslado de la población fuera de áreas contaminadas y restricciones en el uso de la tierra y consumo de alimentos y agua, que protejan contra una percepción de dosis elevadas por exposición crónica.

Su aplicación estará basada en las dosis estimadas tras la dispersión de los contaminantes por el entorno de la instalación accidentada, y su extrapolación para el largo plazo, mediante los modelos de cálculo adecuados para cada vía de exposición particular. Dichas dosis habrán de compararse con unos **niveles de referencia** que garanticen la ausencia de riesgos inadmisibles para la población en su conjunto. Además, y dado el gran impacto socio-económico que las medidas de protección pueden significar, será necesario un detallado análisis costo-beneficio antes de su adopción.

El reciente accidente en la central nuclear de Chernobyl, analizado en la Conferencia Internacional de Viena (1), ha servido para poner de manifiesto la importancia de numerosos aspectos relacionados con la post-emergencia. Baste citar que entre las ya famosas 13 recomendaciones dadas por el señor Rometsch, presidente de la conferencia, como conclusión a la misma, figuran: 1) la necesidad del establecimiento de niveles de referencia tanto para la evacuación como para la confiscación de productos agrícolas y ganaderos; 2) la convocatoria de un seminario sobre tecnología de la descontaminación; 3) el intercambio internacional de información sobre vigilancia ambiental, dispersión atmosférica, factores de transferencia de productos radiactivos a las cadenas alimenticias y a la capa freática; 4) la mejora de métodos de dosimetría individual y colectiva, y 5) la convocatoria de un seminario sobre optimización de estudios epidemiológicos para el análisis de efectos radiológicos diferidos.

Nuestra intención, con el presente trabajo, es invitar a la reflexión, tanto de técnicos como de autoridades, **sobre el interés de la planificación de la post-emergencia**, donde sin duda las decisiones podrán tomarse con mayor sosiego que en la fase de alerta, pero donde, también es muy cierto, **sus consecuencias socio-económicas tendrán mayor repercusión a largo plazo.**

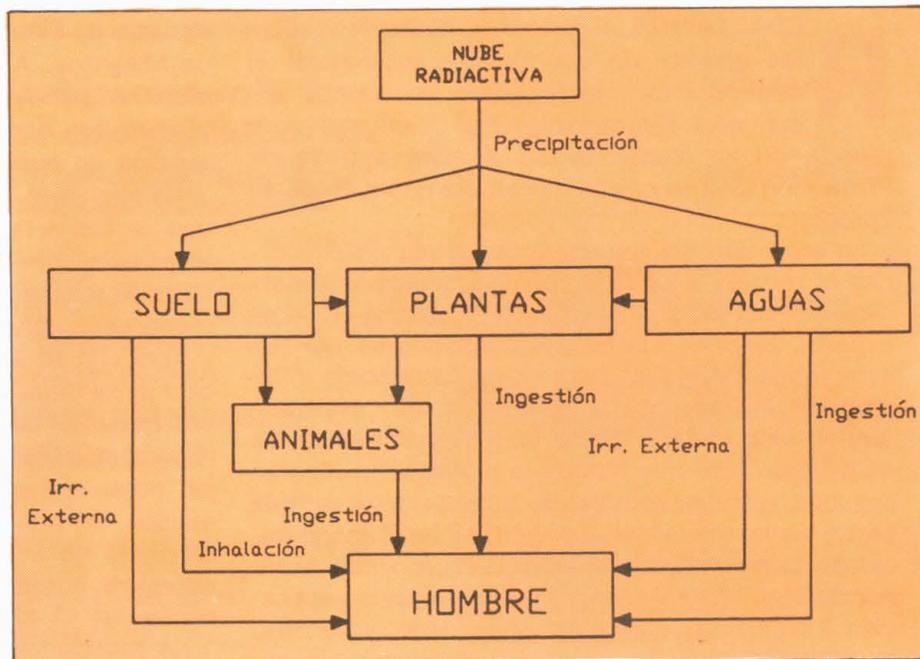


FIGURA 1. Vías de exposición crónica.

Para ello, vamos a tratar de perfilar cuáles serían las características del plan de vigilancia radiológica y adquisición de datos de contaminación en dicha fase. Incidiremos sobre la importancia de los niveles de referencia en la aplicación de las medidas de protección, y su análisis mediante los modelos de cálculo adecuados. Para terminar, nos referiremos brevemente a las propias medidas de descontaminación que permitirán recuperar la aceptabilidad sanitaria de las zonas afectadas.

La vigilancia radiológica post-emergencia

Una vez que haya tenido lugar el paso de la nube radiactiva, el terreno y la superficie de las masas de agua quedarán contaminadas, comenzando un proceso de transferencia de los radionucleidos que llegará hasta el hombre por muy diversas vías de exposición (ver figura 1).

Para escapes como los postulados habitualmente en centrales de agua ligera, la irradiación externa y el consumo de alimentos contaminados, serán con diferencia las vías que producirán dosis mayores. La inhalación de material resuspendido o la ingestión vía agua suelen ser cuantitativamente de menor importancia, si bien, esta situación

podría alterarse en caso de tener escapes con diferente composición isotópica (por ejemplo, para el plutonio, cuya vía de exposición crítica es la inhalación).

En cualquier caso, habrán de realizarse medidas de, como mínimo: (1) la dosis de radiación beta/gamma sobre el terreno, por ejemplo a 10 cm. y a 1 m.; (2) la contaminación global beta/gamma de muestras representativas del terreno, vegetación y agua; (3) la contaminación isotópica de las muestras anteriores, con especial referencia a los isótopos del yodo; (4) ibidem de muestras de aire; (5) la contaminación beta/gamma global e isotópica de muestras representativas de productos agrícolas, ganaderos e industriales, incluyendo pastos y leche con referencia a los isótopos del yodo; (6) los niveles de contaminación beta/gamma globales e isotópicos de viviendas y lugares públicos, además de otras circunstancias que pudieran convenir en cada situación.

En general, las dosis externas por los materiales depositados en el suelo deberán su importancia a los emisores gamma. En los primeros días, el I-131 puede ser el principal contribuyente a dichas dosis, estando dominada la situación a largo plazo por el Cs-137.

Para las vías de exposición resultantes de la ingestión de productos agrícolas o ganaderos y del agua, además de la muy importante cadena del yodo a través de la leche,

son de consideración los isótopos del estroncio y cesio.

Para escapes de importancia, el número de medidas a realizar y de muestras que sería necesario recoger y medir será extraordinariamente cuantioso. Baste pensar que el número medio de determinaciones en un plan de vigilancia radiológica ambiental de una central nuclear es del orden de mil quinientas por programa y año. Esta capacidad debería ser multiplicada para poder garantizar la demanda extrema que requeriría un accidente de importancia, resultando patente el ejemplo de la URSS, en donde tras el accidente de Chernobyl se movilizaron más de 7.000 subdivisiones de diversas instituciones para llevar a cabo la monitorización radiológica de personas y áreas.

La realización de las mediciones quedará limitada a aquellos organismos que dispongan de medios y personal homologado para ello. En España, el CIEMAT (JEN), y algunas cátedras universitarias, entre otros, pueden realizar tales servicios. Las propias compañías explotadoras de las instalaciones nucleares, junto con sus contratistas responsables de la vigilancia radiológica del medio ambiente estarán, por lo general, bien equipados. Será beneficiosa en tal situación la cooperación de los servicios de distintas compañías eléctricas. En países como la RFA, las propias empresas eléctricas con intereses nucleares han agrupado sus medios y posibilidades para ayudarse mutuamente, en caso necesario.

En la realización de mediciones radiológicas es necesaria la existencia de un programa de garantía de calidad y la realización de los correspondientes controles de calidad, que deben ser especificados previamente por el organismo regulador. Si el grueso de las mediciones corresponde a la organización explotadora, el sistema de garantías resulta además necesario para dar mayor confianza social. Por lo general, la verificación del programa de garantía de calidad debe corresponder al organismo regulador, mientras que las medidas de control deben ser realizadas por un laboratorio independiente y homologado.

Además, se entiende que la mayor parte de los análisis y medidas descritos deberán repetirse después de llevar a cabo las tareas de descontaminación, de manera que sea posible determinar la actividad remanente y sus posibles efectos sobre la salud de las personas a su regreso al lugar de origen. Igualmente, será necesario verificar de forma experimental y continua, a muy largo plazo, el mantenimiento de dichas condiciones, mediante la utilización de los correspondientes procedimientos homologados de medida, análisis y evaluación.

Por otra parte, será necesario implantar un programa epidemiológico y de control dosimétrico interno y externo entre la población potencialmente afectada. Los problemas suscitados recientemente entre las poblaciones de Palomares, en relación con el incidente del año 1964, o de Windscale (Reino Unido), en relación con el accidente del año 1957, demuestran la importancia social del tema.

Los niveles de referencia en la adopción de medidas de protección

En los días posteriores al accidente, la autoridad ha de basar sus decisiones en datos concretos bien adquiridos, analiza-

VIA DE EXPOSICION	LIMITE DE DOSIS
Irradiación externa:	
Emisores gamma en suelo.	250 mSv al cuerpo entero en 30 años.
Ingestión vía leche (niños):	
Estroncio.	33 mSv a la médula ósea durante el primer año.
Cesio.	33 mSv al cuerpo entero.
Yodo.	100 mSv al tiroides.
Ingestión de otros alimentos:	
Estroncio.	20 mSv a la médula ósea durante el primer año.
Cesio.	20 mSv al cuerpo entero.

dos y evaluados. La decisión de llevar o no a cabo medidas de confiscación o descontaminación debe tomarse en la conciencia de que tales medidas implican costes económicos que pueden alcanzar los miles de millones de pesetas. Por otro lado, su no adopción puede suponer un riesgo excesivo para los habitantes de las zonas afectadas. Es, por tanto, imprescindible disponer de unos criterios claros de aplicación de las medidas protectoras, que en general estarán basados en la no superación de unos límites de dosis que garanticen la seguridad de los miembros del público a largo plazo, razón por la cual han de intervenir en su elaboración expertos sanitarios.

La práctica seguida en la comunidad internacional no muestra uniformidad en los criterios y, como se dijo en la introducción, éste es uno de los temas en el que deben concentrarse esfuerzos tras el accidente de Chernobyl.

En el momento actual, los valores más utilizados en los Estados Unidos de América son los contenidos en el código de ordenador CRAC2 (5), aplicado al análisis de las consecuencias de los accidentes, y que ya fueron propuestos en el Reactor Safety Study. Dichos valores se muestran en la tabla 1.

El valor de referencia para la irradiación externa desde el suelo contaminado se aplica a las dosis globales producidas por los emisores gamma allí depositados. En su estimación deberán tenerse en cuenta los efectos de desaparición de material radiactivo por desintegración y meteorización, así como la atenuación de la radiación que las estructuras de edificios y vehículos brindarán a las personas.

Para la exposición interna por ingestión de productos contaminados se presta especial atención a la vía de exposición a través de la leche, que será limitativa en los primeros

días por la influencia del yodo-131, y cuya confiscación suele cubrir distancias mucho mayores que para otro tipo de productos animales o vegetales, en los que el isótopo de referencia será habitualmente el cesio-137 o el estroncio-90, de períodos mucho mayores.

Por su parte, en la República Federal de Alemania, los niveles de referencia han sido publicados por el Ministerio Federal del Interior y recogidos en el Risikostudie, coincidiendo básicamente con las anteriores.

En el Reino Unido, la filosofía seguida es en cierta manera diferente, ya que se fijan unos niveles de emergencia de referencia (ERL) para las dosis a diferentes órganos, tanto por fuentes externas como internas, como resultado del accidente, y con independencia del período sobre el cual hayan sido acumuladas.

Además, y como ayuda para su aplicación práctica, se recomiendan unos valores derivados de concentración máxima de los isótopos críticos en aire, leche y pastos, obtenidos a través de los correspondientes modelos metabólicos y dosimétricos.

En la URSS, tras la contaminación producida por el accidente de Chernobyl, se adoptó como dosis límite para la confiscación de leche y vegetales, y con relación al yodo-131, el valor de 300 mSv al tiroides del niño, con las correspondientes concentraciones derivadas en los distintos productos. En las etapas posteriores, y al perder importancia la vía del yodo, las medidas adoptadas tomaron como referencia el valor de 50 mSv de dosis al cuerpo entero o a cualquier órgano. En particular se observó la necesidad de disponer de estimaciones de la actividad global equivalente para cada producto, a fin de agilizar los procesos de medida y clasificación sanitaria de los mismos.

En relación con las dosis externas, el límite que se ha observado en la práctica ha sido el equivalente a 50 mSv al cuerpo entero en cincuenta años, para separar la zona de 30 Km. alrededor de la central averiada, dentro de la cual deberán efectuarse tareas de descontaminación antes de permitir el regreso de la población.

Respecto de la situación en nuestro país, cabe decir que se ha realizado un importante esfuerzo sobre planes de emergencia, que está a punto de culminar con la aprobación de una norma básica (2). Sin embargo, en ella no se recogen los criterios para la actuación en la post-emergencia, citando tan sólo las medidas de traslado y descontaminación

Es preciso determinar la magnitud de la contaminación para poner en práctica las adecuadas medidas de descontaminación