

Realismo en la evaluación de riesgos

por M. Levenson* y F. Rahn**

La seguridad de las centrales nucleares tiene sus defensores, y también sus detractores en la controversia sobre la probabilidad de que se produzca un escape importante de radiactividad. Los abogados de la energía nuclear afirman que esta es, como máximo, una vez por cada millón de reactores-año. Los adversarios dicen que puede producirse en cualquier momento, y que se producirá con frecuencia. En el fondo de esta controversia se halla la probabilidad de que tenga lugar un accidente. Ninguno de los dos bandos ha centrado sus argumentos en el escape más grave que podría realmente producirse, un elemento esencial en la evaluación de los riesgos resultantes para el público.

Cuando ocurre un accidente en un reactor, lo que más se teme es que fallen los dispositivos técnicos de seguridad y que, como consecuencia, los productos radiactivos de fisión del núcleo se dispersen en la atmósfera. El riesgo que se deriva para el público de un accidente nuclear de este tipo se determina en base a tres factores:

- La probabilidad de que sobrevenga una sucesión dada de hechos adversos. (No se producen daños si el accidente no ocurre.)
- Las consecuencias que tendrían esos hechos adversos, si ocurrieran. (No se producen daños si no hay escapes de radiactividad.)
- Las medidas adoptadas para atenuar el accidente, si éste ocurre.

En la última década se ha realizado una gran labor de análisis de probabilidades. Se ha publicado una serie de estudios probabilistas; de éstos, el más citado es el denominado Reactor Safety Study (Wash-1400), realizado en 1975 por un grupo de investigadores dirigido por el Profesor Norman Rasmussen, del Massachusetts Institute of Technology (MIT). Este estudio fue financiado por la Comisión de Reglamentación Nuclear de los EE.UU.

El informe Wash-1400 sintetiza las bases que se emplean en ingeniería para el diseño y evaluación de tecnologías complejas, creando así un método susceptible de aplicaciones repetidas. Rasmussen determina, en primer lugar, los posibles sucesos iniciadores de accidente: qué cosas podrían romperse o fallar, qué acciones podrían realizarse incorrectamente, etc. Seguidamente, se elabora un árbol de sucesos que muestra las posibles propagaciones de cada suceso iniciador. Por ejemplo, si una rotura de tubería origina un accidente de pérdida de refrigerante, puede mantenerse o no la alimentación

eléctrica de las bombas de agua de emergencia. Si se mantiene la alimentación eléctrica, las bombas pueden arrancar o no, y así sucesivamente.

Hasta donde es posible, el árbol de sucesos permite detectar todas las situaciones que podrían dar lugar a un escape de radiactividad. Se asigna entonces un grado de probabilidad a cada suceso y se puede hallar la probabilidad de un accidente nuclear importante sumando todas las ramas del árbol y multiplicando las probabilidades. El informe Wash-1400 llega a la conclusión de que podría producirse una gran catástrofe (1000 muertos) una vez por millón de reactores-año, como máximo.

Se sobrevaloran los riesgos

Un reciente estudio* del EPRI sugiere que, pese a su utilidad para determinar la probabilidad, el informe Wash-1400 sobrevalora en gran medida las consecuencias y, por lo tanto, los riesgos. El Wash-1400 representa una mejora con respecto a otro estudio anterior del Brookhaven National Laboratory (Wash-740) sobre el mismo tema, pero dista todavía mucho de lo que ocurriría realmente en caso de accidente en un reactor. Los autores del Wash-1400 tuvieron una dificultad: no pudieron elaborar un modelo que reflejase con precisión las condiciones físicas de los procesos químicos que tienen lugar durante un accidente. Lo que lograron es un modelo eficaz, aunque simplificado, que adopta hipótesis prudenciales en muchas materias en que intervienen fenómenos complejos o mal definidos, especialmente en lo que se refiere a los escapes radiactivos. Esta prudencia en el enfoque se va sumando y, en consecuencia, el Wash-1400 tiene tendencia a sobrevalorar notablemente las consecuencias de un accidente.

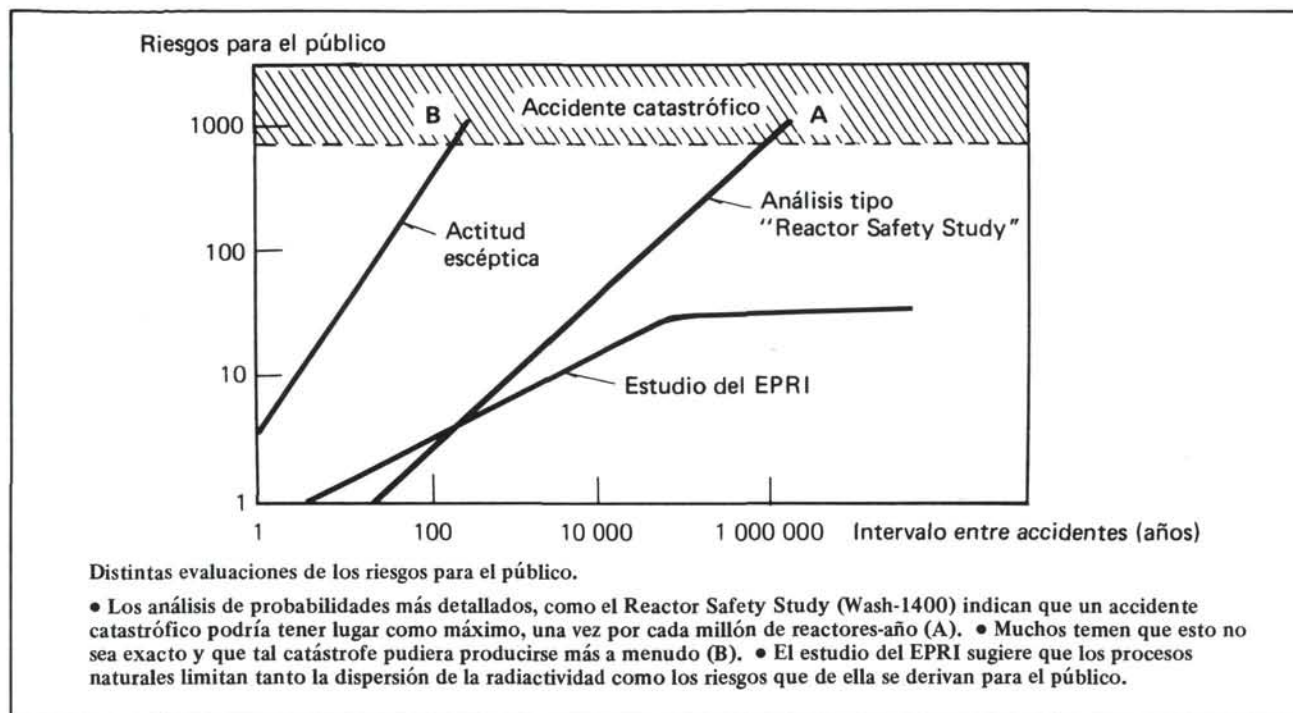
Lo que el Wash-1400 y otros análisis de riesgos no han tenido adecuadamente en cuenta son una serie de leyes químicas y físicas que actúan en todo momento atenuando las emisiones radiactivas. Algunas de ellas que conviene recordar son:

- Difícilmente se forman aerosoles estables y dispersables. Los aerosoles muy concentrados se aglomeran rápidamente y los aerosoles de baja densidad aumentan su densidad efectiva con gran rapidez en presencia de vapor de agua, cuyas moléculas sirven de núcleos de condensación.
- El yodo reacciona química y físicamente en sus múltiples formas. Dado que casi todas las superficies interiores del edificio de contención se hallan recubiertas

* Bechtel Power Corporation, San Francisco, California, EE.UU.

** Electric Power Research Institute (EPRI), Palo Alto, California, EE.UU.

* *Realistic estimates of the consequences of nuclear accidents.* M. Levenson y F. Rahn, Electric Power Research Institute (EPRI), Palo Alto, California 94303. EE.UU. (1981).



de pintura, plástico o películas de material orgánico, la retención del yodo es elevada. Además, el yodo quedará absorbido en la superficie de las partículas de aerosol, que se aglomeran y caen rápidamente. En cualquier caso, una gran parte del yodo queda rápidamente inmovilizada.

- Los aerosoles propenden a quedar retenidos al pasar a través de grietas y pasos herméticos de tuberías, tabiques separadores o recintos de contención.

- Los aerosoles fuertemente concentrados y con gran densidad de partículas se posan cerca de su punto de origen. Aunque el volumen inicial de partículas puede ser grande, tan solo una pequeña fracción se sustrae a este proceso de sedimentación y permanece en suspensión aérea.

- El recinto de contención y su equipo interior ofrecen grandes superficies para el depósito y adsorción de los productos de fisión. A causa de los muchos compartimentos del recinto y de la compleja red de tuberías y piezas metálicas, las sustancias fugadas han de pasar por numerosas superficies antes de escapar.

- Las condiciones de humedad en el recinto de contención del reactor harán que la mayor parte de los productos de fisión solubles que queden suspendidos en el aire se disuelvan. Dado que un accidente de fusión del núcleo es resultado de la pérdida de refrigerante, irá siempre acompañado de grandes cantidades de vapor y de agua. Se darán, por tanto, unas condiciones semejantes a las de niebla o lluvia, incluso aunque no se lleguen a utilizar los aspersores de la contención. Esto se debe a que la capacidad calorífica del recinto y el equipo hace que el vapor se condense y escurra por todas las superficies. A causa de este fenómeno serán arrastradas grandes cantidades de los productos de fisión presentes antes de que puedan salir a la atmósfera. Como ya se ha dicho, la humedad favorece la aglomeración de los aerosoles y el aumento de su densidad.

- La tierra misma actuaría como un filtro frente a cualquier producto de fisión que escapase en caso de

accidente de fusión del núcleo o de accidente de emisión atmosférica. Si el exceso de presión hiciese saltar los pasos herméticos o los sellos del recinto de contención, la vía de escape de las sustancias radiactivas sería normalmente a través de otros edificios. Esto proporcionaría aún más oportunidades para el depósito y caída de las partículas radiactivas.

- En el caso de una gran rotura del recinto de contención, la presencia de grandes cantidades de agua y de vapor, junto con la capacidad calorífica del recinto y de los escombros, inmovilizaría una gran parte de las sustancias radiactivas.

El efecto de cada uno de estos factores es reducir la magnitud de los escapes hipotéticos y disminuir en gran medida la cantidad de yodo y de partículas en relación con los gases nobles presentes en las emisiones. Ambas modificaciones atenuarían las consecuencias para el público. El número de muertes que realmente se producirían por lesiones agudas o latentes en la zona del reactor sería mucho menor que el pronosticado en estudios anteriores, como el Wash-1400. Por ejemplo, una reducción al décimo del término fuente* correspondiente a yodo y partículas significaría que no se produciría *ninguna* muerte temprana a resultas de un accidente.

Evacuación injustificada

Esta nueva evaluación, basada en las leyes físicas y de la química, posee una importancia que excede de lo puramente técnico. El tipo de medidas atenuantes que se adopten a raíz de un accidente debe basarse en el riesgo *real* existente para el público. Cuando ocurra un accidente, las autoridades sanitarias y las encargadas de la

*"Término fuente" es una expresión empleada en el proceso de concesión de una licencia. Designa la cantidad hipotética de productos radiactivos de fisión que escaparían en caso de accidente en un reactor.

seguridad tendrán que decidir cómo proteger al público. Tendrán que considerar, por una parte, los múltiples riesgos que plantea la evacuación: fallecimientos por accidentes de tráfico y ataques cardíacos, así como el trauma psíquico que acarrearían los sobresaltos de la evacuación; por otra parte, tendrán que sopesar los riesgos reales de irradiación. Si el escape de sustancias radiactivas se sobrevalorase demasiado, las medidas atenuantes adoptadas serían innecesarias y tal vez peligrosas.

La evacuación es normalmente la acción recomendada en la mayoría de los supuestos considerados de emisiones radiactivas. Pero en casi todos los casos es innecesaria. Durante la última década se han elaborado numerosos modelos de evacuación que tienen en cuenta la dinámica de dispersión del penacho radiactivo y los movimientos de la población. Incluso con los modelos y términos fuente empleados en el estudio Wash-1400, el fundamento técnico de una evacuación en gran escala es minúsculo. Si se emplean para los escapes radiactivos términos fuente más realistas, basados en las leyes físicas y químicas, tal evacuación resulta todavía menos justificada.

Si se produjese un accidente de fusión del núcleo (es decir, si fallasen todos los dispositivos tecnológicos de seguridad y, además, el recinto de contención), las dosis de irradiación en el exterior de la central sobrepasarían probablemente el nivel previsto en la Protection Action Guide de la Environmental Protection Agency (EPA) de los EE.UU, pero solo a muy corta distancia del reactor, posiblemente menos de una o dos millas. Solo en esta zona podría considerarse prudente la evacuación. (En cambio, la EPA sugiere la evacuación en un radio de 10 millas para el mismo tipo de escape con fusión del núcleo.) Aun así, la evacuación puede no ser mas eficaz, para limitar la dosis de irradiación de la población, que quedarse en casa con las puertas y ventanas cerradas. El tiempo que media entre el comienzo de un accidente y el peligro real para el público es relativamente largo: cuestión de horas o días más bien que de minutos. Además, si llegase a materializarse algún peligro inmediatamente después de comenzado el accidente, la única opción posible consistiría en buscar refugio. Aunque puede ser prudente disponer de planes de evacuación, éstos deberían estar basados en supuestos realistas sobre la situación que podría existir en el instante del accidente.

Además, es importante formarse una idea realista de los peligros. Suele pensarse que los cálculos basados en

hipótesis “prudentes” amplían los márgenes de seguridad, pero en realidad pueden llegar a *reducirlos*, al introducir determinados riesgos no previstos en los cálculos. Una evacuación plantea innumerables peligros, tanto reales como imaginarios. La idea de que las evacuaciones inmediatas o de grandes zonas son convenientes o necesarias para la seguridad pública es probablemente errónea por ambos conceptos.

No se da importancia suficiente al margen de seguridad que brinda el hecho de refugiarse y controlar las entradas de aire. Esto significa simplemente quedarse en casa, cerrar las puertas y ventanas y obturar los extractores de humos. Las ventajas de la evacuación con respecto al refugio dependen mucho de las características concretas de cada accidente. El grado de gravedad, la ubicación del emplazamiento y las condiciones meteorológicas son algunos de los factores a tener en cuenta. Tan solo en unas pocas situaciones y para un escaso número de personas es probable que la evacuación resulte mejor que el refugio.

Hay que comparar en igualdad de condiciones

Una respuesta precisa sobre si debe evacuarse a determinadas personas, cuándo, a cuánta distancia y en qué dirección solo puede darse para cada emplazamiento y accidente concretos. Pero en ningún caso puede hablarse de un análisis completo si en él no figuran cálculos relativos al uso de refugios y si los riesgos nucleares y no nucleares no se han enfocado según criterios análogos de prudencia.

Los riesgos reales resultantes para el público como consecuencia de un accidente nuclear son función de tres factores: la probabilidad del accidente, las consecuencias de éste, y los efectos de las medidas atenuantes adoptadas. El método habitual, consistente en adoptar hipótesis “prudentes” en cada fase del cálculo, da como resultado una estimación de riesgos que sobrepasa en uno o dos órdenes de magnitud los márgenes de seguridad normalmente considerados amplios.

Cuando estas hipótesis prudentes son adoptadas por los organismos reglamentadores en el proceso de concesión de la licencia, añaden otro margen de seguridad “no reconocido”. Ello puede hacer que aumente el riesgo total al sobrevalorarse excesivamente los términos fuente y, por tanto, las ventajas de determinadas medidas como la evacuación. Estos errores, a su vez, pueden dar lugar a que amplios sectores de la sociedad se expongan a un riesgo innecesario.