

1 el desorden global

Ecología

Las consecuencias del accidente nuclear de Fukushima

Ladislao Martínez López

Aún existen incertidumbres sobre el accidente nuclear de Fukushima descrito en este mismo número de la revista [ver a continuación el artículo de Martí Caussa]. Dos preguntas que se repiten son ¿cuál es la incidencia sobre la salud de dicha catástrofe? ¿Y hasta donde pueden alcanzar los daños?

Ninguna de las dos preguntas tiene una respuesta definitiva en el momento actual debido a que la situación dista de estar definitivamente controlada y se siguen produciendo fugas de materiales radiactivos tanto de manera incontrolada (sobre todo al aire y al agua), como supuestamente controlada (el vertido de líquidos de bajo nivel radiactivo para dejar espacio para el agua altamente radiactiva que se usó en la refrigeración de la vasija del reactor). En cualquier caso, sí pueden apuntarse previsiones cualitativas de daños.

El gobierno japonés ordenó desalojar en los primeros momentos de la catástrofe un área de 20 km en torno a la central. Con posterioridad aconsejó que se hiciera lo mismo con un radio de 30 km y hace unos días evacuó también a varias poblaciones que se hallan a 40 km de la central, en una zona a la que el viento arrastró material radiactivo en grandes cantidades. Se pretendía con ello reducir los efectos estocásticos (aleatorios o dependientes del azar) sobre la salud. Estos efectos se producen cuando las dosis radiactivas totales (tanto debidas a exposición externa, como por contaminación interna debida a la ingestión o inhalación de átomos radiactivos) no son excesivamente altas. Y tienen dos características: los efectos no aparecen inmediatamente sino diferidos en el tiempo y no puede saberse si una persona que sufre estas dosis manifestará o no ciertos efectos, pero puede establecerse que si una población de “x” individuos sufre una exposición radiactiva conocida, se producirá un incremento determinado de cierto tipo de enfermedades. De ahí su denominación de “estocásticos” y por eso se actúa sobre poblaciones, evacuándolas, y no sobre individuos. Algunos ejemplos permitirán aclararlo. La leucemia, una de las enfermedades radioinducidas más características, empieza a aparecer a los dos

años de sufrir la exposición, manifiesta sus valores máximos entre 6 y 8 años después de la misma y casi desaparece a los 25 años. Por el contrario otros tipos de cánceres, que también produce la radiactividad, como el de pulmón o el de hueso, empiezan a manifestarse al cabo de 10 años y alcanzan sus valores máximos después de más de 30 años. Quiere esto decir que no se sabrán los efectos del accidente con cierta precisión, hasta que no se realicen detallados estudios epidemiológicos dentro de unos 50 años. Por otro lado, el carácter estocástico de los efectos se debe a que si a dos personas se les somete a la misma dosis radiactiva, puede ocurrir que una de ellas contraiga cáncer y la otra no. Cuando se trata de poblaciones de suficiente tamaño los efectos pueden conocerse mediante procedimientos estadísticos.

Existe además un nuevo factor de incertidumbre, ya que no es mucho lo que se sabe sobre los efectos biológicos de las “bajas” dosis radiactivas¹ y existe una fuerte polémica científica al respecto. Dado que no pueden realizarse experiencias controladas para profundizar en el conocimiento de estos fenómenos, es preciso estudiar las grandes catástrofes nucleares (las bombas atómicas de la segunda guerra mundial, las explosiones nucleares al aire libre en ciertas zonas del pacífico, o el accidente de Chernóbil... y dentro de unos años este accidente). Pero por su propia naturaleza y la necesidad de operar con grandes poblaciones la incertidumbre se reducirá, pero seguirá existiendo. Para comprobar que hablamos de mucha incertidumbre: los sectores pronucleares hablaron de unos 3.000 muertos en el accidente de Chernóbil, mientras científicos críticos estimaban los muertos totales en unos 600.000 a lo largo de los siguientes años². A las dificultades intrínsecas de conocer estos hechos se añaden otras más oscuras: en 1990 los datos médicos de 670.000 personas afectadas por Chernóbil, que estaban informatizados, fueron robados en Minsk (Ucrania).

Pero es muy importante señalar que en un accidente como éste, dado que la carga radiológica principal se debe a la contaminación interna, es decisivo que se adopten las medidas de control necesarias. El número final de afectados, no sólo depende de la cantidad de material radiactivo emitido sino de si este pasa o no a incorporarse a las personas. Y es ahí donde ahora puede actuarse con más eficacia.

Medidas a tomar

Adoptar la decisión de evacuar a la población, más en un país golpeado por un terremoto como Japón, es sin duda difícil. Se trata, para prevenir un riesgo futuro, de arrancar de sus lugares de vida (a los que no podrán volver en muchos

¹ Una dosis radiactiva alta es por ejemplo la que sufrieron los bomberos que fueron a apagar el incendio de Chernobil. O por no alejarse demasiado ni en el espacio ni en el tiempo, los tres trabajadores de la fábrica de combustibles de Tokaimura (Japón, 1999) que produjeron una reacción nuclear en cadena involuntaria. Dos murieron en los días posteriores y el tercero casi un año después. Cuando las dosis son altas los efectos no son estocásticos, sino seguros.

² Mi opinión personal coincide, claro está, con la de los científicos críticos que en muchas ocasiones han tenido que librar importantes batallas por desmontar los falsos alegatos de los científicos y organismos serviles.

años, o probablemente nunca) a muchas personas. Hay que alojarlas, como se ha visto, durante varios meses en incómodos campos comunes. Pero ahora es estrictamente imprescindible establecer una normativa de control de agua y alimentos basada en criterios conservadores³, mantenerlos en el tiempo y asegurar su cumplimiento. Es también imprescindible asegurar la transparencia en los resultados obtenidos y el flujo de la información generada para que llegue a los más amplios sectores sociales. Puesto que los efectos aparecerán diferidos en el tiempo es importante asegurar que no se produce una falsa sensación de normalidad.

Y de ahí se deriva el posible conflicto, ya que significa eliminar del consumo muchos alimentos y por tanto afectar a muchos productores. Quizá cuando se publiquen estas notas ya sea bien visible en las informaciones los conflictos entre ecologistas y, por ejemplo, pescadores que no tardarán en reclamar límites menos estrictos sobre sus productos y en considerar alarmistas los controles y normas de vigilancia. La paradoja de este tipo de situaciones es que son conflictos entre víctimas inocentes del accidente que podrían ser resueltos con menos traumas si la normativa legal obligara a los propietarios de la central a retribuir de manera justa a todos los afectados. Este ha sido uno de los caballos de batalla librados por el ecologismo muy en solitario y con mucha incompreensión social: la necesidad de una norma que garantice la responsabilidad total de los accidentes. Uno de los apoyos públicos de que siempre ha gozado la energía nuclear es el paraguas legal de la “responsabilidad civil limitada”⁴. No se trataba, como se ve, de una especulación sin fundamento.

Una de las tareas fundamentales del ecologismo japonés deberá ser intentar minimizar los impactos sobre la salud de la población japonesa, y para ello tendrá que conseguir normativa suficiente, transparencia informativa y vigilancia sostenida en el tiempo. Junto a ello debe aspirar a que las pérdidas económicas se repercutan, en la mayor mediada posible, sobre los responsables. Como resulta impensable una compensación justa sin conflicto social de los afectados, se le debe exigir al ecologismo japonés⁵ que ponga a su disposición todos sus conocimientos sobre el asunto y que sea, junto a las asociaciones de afectados que con toda probabilidad se crearán, un agente de dinamización y movilización social.

³ Los límites de concentración radiactiva de los isótopos en los distintos alimentos se hace a partir de supuestos de ingesta de alimentos. El límite debe tener en cuenta la cantidad del citado alimento, la peligrosidad del o de los radioisótopos que lo contaminan, y de manera muy especial si la persona que lo ingerirá está sometida a otras fuentes de exposición (otros alimentos contaminados o contaminación externa por exposición directa). El límite por tanto debería ser más estricto para las zonas cercanas que, por ejemplo, para las alejadas.

⁴ En nuestro país, por ejemplo, esta responsabilidad será de 1.200 millones de euros en breve. Las compañías tienen la obligación de contratar pólizas de seguro sólo por esa cuantía. Del resto, en caso de accidente, se ocupa el Estado. En el caso de Japón se ha publicado que la empresa (sería mejor decir la aseguradora de la empresa) retribuirá a las 48.000 familias afectadas con 12.000 dólares a cada una, pero es sólo el inicio de lo que vendrá. La mejor estimación del coste de Chernobil (ocurrido en 1986) habla de unos 228.000 millones de euros: 198.000 millones en descontaminación y tratamiento de residuos y el resto en los movimientos de población y realojo y tratamiento médico de los efectos.

⁵ Un dato positivo en este caso es que existen bastantes colectivos de víctimas de la bomba atómica que disponen del conocimiento y de la sensibilidad necesaria para ser útiles en la tarea que les espera.

Se ha hablado relativamente poco de los niveles radiactivos de los trabajadores que han participado en las tareas de control de la instalación. Pero teniendo en cuenta que ha habido que trabajar mucho tiempo en zonas calientes (con mucha radiactividad), que se ha tenido que apagar incendios, que ha habido un manejo masivo de líquidos radiactivos... la dosis colectiva/6 debe ser muy alta. Un ecologismo de izquierdas debería pasar por alto las, casi con seguridad, difíciles relaciones con los trabajadores de la planta y colocar como un asunto central la vigilancia de la salud de los mismos.

Otro elemento decisivo de la actuación del ecologismo japonés debería ser intentar esclarecer la responsabilidad de todo lo ocurrido. Desde los ahora bien visibles errores de concepto y de diseño de la central, hasta la gestión de la catástrofe. Cuanto más se conozca de lo ocurrido más eficaz será la vacuna contra otras catástrofes similares.

Que el accidente ha tenido un alcance regional se prueba por las medidas adoptadas por los gobiernos chino y surcoreano, que han registrado incrementos significativos de radiactividad en su territorio. Del mismo modo, estos países, y los que dispongan de un comercio significativo de alimentos con Japón, deberán mejorar sus sistemas de vigilancia y control de la radiactividad ambiental y sobre todo de los alimentos.

¿Qué se hará con los residuos radiactivos?

Un problema que irá ganando importancia a medida que vaya controlándose más la situación es la gestión de los residuos radiactivos. En un modelo sin accidentes, los residuos radiactivos de alta actividad/7 se mantienen sumergidos en las piscinas de combustible hasta decaer su actividad/8, después se almacenan un tiempo más en seco, y finalmente está previsto proceder a su enterramiento definitivo como sistema de gestión final, aunque Japón no dispone de un lugar donde hacerlo. Por otro lado, cuando la central se cierra se procede a su desmantelamiento ordenado respetando unos periodos de reposo para minimizar la carga radiológica de los trabajadores y el coste total de la operación.

Pero aquí hay un accidente, y un accidente muy grave que ha supuesto la pérdida total y definitiva de 4 de los 6 reactores que existían en el emplazamiento/9.

6/ Se llama así a la suma total de las dosis individuales recibidas por todos los trabajadores. Cuando ningún trabajador recibe una dosis crítica, que le desencadena efectos no estocásticos, éste es el mejor indicador de los efectos de salud que padecerán los trabajadores implicados.

7/ Que están formados por el combustible irradiado que sale de los reactores.

8/ Un elemento clave en este proceso es que los elementos combustibles permanecen íntegros durante todo este tiempo, es decir, con los materiales radiactivos en el interior de cilindros estancos de una aleación de circonio. A lo sumo pueden existir pequeñas grietas por la que escapen sólo pequeñísimas cantidades de la radiactividad que contienen. Esta "barrera primaria" juega un papel decisivo a la hora de facilitar la gestión.

9/ No existe ya ninguna duda de que los propietarios de la central aumentaron la dimensión de la fuga radiactiva y por tanto el alcance del accidente por demorarse en emplear agua del mar en la refrigeración de la planta. Una vez que se emplea agua del mar de forma generalizada en la instalación, ésta queda definitivamente inutilizada para el futuro ya que se genera un ambiente corrosivo incompatible con la calidad de los materiales que necesita la muy exigente industria nuclear. Se intentó salvar la inversión y se consiguió agudizar el problema.

Las piscinas donde se almacenaban los residuos de alta actividad han sido dañadas en todos los casos y contienen elementos radiactivos rotos y deformados. Los núcleos de tres reactores se han fundido en buena medida, lo que exige una estrategia completamente distinta de gestión de estos materiales ya que las barras están completamente deformadas. Otro problema decisivo e inesperado es la gestión del agua radiactiva que ha sido utilizada para refrigerar el reactor y que contiene niveles anormales de radiactividad. Tanto en la fase temporal como definitiva de gestión de residuos radiactivos, se prefiere mantenerlos en estado sólido para facilitar su manejo y dificultar su posible escape. No hay precedentes de tan grandes cantidades de líquidos radiactivos dispersos y pendientes de gestión.

También es importante el hecho de que exista mucho material radiactivo disperso por los alrededores de la planta por lo que la disyuntiva será entre descontaminar, con un incremento inmenso de costes o mantener la evacuación de una amplia zona del país por un tiempo que hoy se antoja como indefinido¹⁰.

Por tanto la idea manifestada por TEPCO (empresa propietaria de la planta) consistente en cubrir con sarcófagos las centrales afectadas, sólo es un modelo de gestión temporal que podría prolongarse durante decenas de años. Su eficacia depende del diseño que se haga, del área cubierta... pero los problemas no cesarán hasta que se acometa la gestión definitiva.

Un dato en extremo preocupante es la convivencia que se aprecia entre el gobierno japonés, las autoridades de vigilancia radiológica y la empresa propietaria. Como ya ocurriera con el vertido de petróleo BP en las costas de EE UU, el respeto reverencial que casi todos los gobiernos occidentales muestran por la propiedad privada, dejan inermes a las poblaciones y al medio ambiente afectados. Y prueba una vez más que el derecho penal se ha hecho en casi todo el mundo para castigar el robo de gallinas, pero no los delitos de cuello blanco... aunque sus consecuencias sean incomparablemente más graves.

El futuro de la energía nuclear

Una frase que se repite mucho estos días entre ecologistas es que el accidente de Fukushima nos ha quitado el trabajo. Más allá de la evidente sorna, creo que ilustra bien el cambio en la correlación de fuerzas que se ha operado en el debate nuclear a resultas del mismo.

Es claro que Japón cerrará definitivamente los cuatro grupos nucleares afectados y muy probablemente algunas de las otras centrales afectadas por los terremotos. No es probable que continúe con los planes de nuclearización. El caso de Alemania ha sido el más sonado. Tras derogar los planes aprobados por el gobierno de socialdemócratas y verdes (y mantenido por el de gran coalición) de cerrar las centrales nucleares al cumplir 35 años¹¹, la canciller Ánge-

¹⁰ Para las personas de nuestro país informadas, el precedente de Palomares arroja luz sobre lo que puede suceder. Todavía hoy sigue habiendo contaminación significativa por plutonio en varias hectáreas de la zona donde cayeron las bombas. Y sigue siendo necesario impedir el acceso a las mismas... y lo será durante milenios si no se descontamina la zona. Pues bien se ha detectado plutonio en las inmediaciones de la planta de Fukushima.

la Merkel ha cerrado las plantas más antiguas dando un giro de 180° en un tiempo record. Italia y el Reino Unido han decidido renunciar a construir nuevas plantas tras haberlo anunciado. También ha significado un brusco varapalo para los planes de Obama de construir nuevas centrales. Otro tanto ha ocurrido con los planes de un país con elevado riesgo sísmico como Chile, que coqueteaba con la idea de emplear la energía nuclear.

Menos claro es el caso de China, que primero anunció que renunciaba a construir sus 27 centrales para poco después matizar su postura y decidir seguir adelante, con un nuevo ritmo que no ha precisado. India mantiene por el momento su proyecto de construir cinco nuevas centrales nucleares. Tampoco parece haberse visto afectado el incipiente programa nuclear turco a partir de tecnología rusa, pese a que la central de cuatro unidades se ubica en una zona sísmica.

Una cosa es clara. El deseo de los países emergentes de construir centrales nucleares se ha visto roto en más de una ocasión por las incertidumbres financieras. Quizá los lectores puedan entenderlo si piensan en lo que habría ocurrido en Grecia, Irlanda o Portugal (tres países que carecen de centrales nucleares) si hace unos años hubieran decidido construir una nuclear. Las compañías propietarias habrían suscrito créditos baratos con bancos para construir las centrales y hoy estarían viendo angustiadas cómo estos créditos se estarían encareciendo espectacularmente antes de haber terminado de construir esa central. Cualquier opción para ellas sería mala. En una central nuclear, con costes de construcción muy elevados y con periodos de construcción largos, el precio real del kWh es una incógnita total. Como bien saben las compañías eléctricas españolas, que deberían recordar lo ocurrido en nuestro país en los años 70 y 80, cuando las compañías que apostaron por las nucleares (FECSA, Sevillana de Electricidad, ERZ...) se vieron abocadas a la quiebra en una coyuntura económica que se parece mucho a la actual.

Por eso el verdadero deseo de los propietarios de centrales nucleares en buena parte del mundo es prolongar la vida de las centrales existentes. Algo que se ha visto dificultado por el accidente, ya que afectó a plantas bastante antiguas dejando ver de paso sus evidentes limitaciones de diseño.

En el caso de nuestro país, el accidente deja en evidencia una vez más la tibieza del gobierno. Se produce justo después de que en la ley de economía sostenible se hubiera eliminado una referencia a la vida útil de las centrales¹¹, alejándose así del cumplimiento del programa electoral con el que concurrió a las elecciones. También justo después de haber nombrado Secretario de Estado de Energía a un técnico que elaboró un informe para los propietarios de Garoña (gemela de la central siniestrada en Japón) con el que se espera obtener en los tribunales 900 millones de euros por su cierre... al cumplir 42 años. El accidente es también un obstáculo añadido para designar la ubicación del Cementerio

^{11/} En realidad se contemplaban distintas opciones dependiendo de la antigüedad de las centrales.

^{12/} Se hizo para pactar el texto con CIU. El mantenimiento de este texto habría permitido cerrar con más facilidad las centrales al cumplir 40 años.

Nuclear Temporal de residuos de alta actividad (ATC). Una decisión que viene posponiéndose desde hace un año para minimizar el desgaste electoral. Y que justo ahora tropieza con una opinión pública mucho más reticente.

El papel en nuestro país del movimiento antinuclear debería ser intentar acortar la vida en lo posible de las centrales nucleares e impedir la construcción del ATC hasta que no exista un programa firme de cierre de las centrales en un plazo tan breve como sea posible.

Qué sucedió en Fukushima

Martí Caussa

Cuando el terrible terremoto sacudió Japón todos los reactores de Fukushima I se apagaron tal como estaba previsto. Pero poco después un impresionante tsunami cortó el suministro eléctrico y, como consecuencia, dejó de funcionar el sistema de refrigeración de los reactores. La refrigeración de emergencia falló también al cabo de unas horas. Y entonces empezó la tragedia.

Este artículo es un resumen sintético de lo publicado en la web de *VIENTO SUR*, especialmente en:

[http://www.vientosur.info/documentos/La situacion actual en Fukushima.pdf](http://www.vientosur.info/documentos/La_situacion_actual_en_Fukushima.pdf)

[http://www.vientosur.info/documentos/1.1 Crisis nuclear en Japon.pdf](http://www.vientosur.info/documentos/1.1_Crisis_nuclear_en_Japon.pdf)

Para entender cómo el fallo en la refrigeración provocó el accidente hay que tener en cuenta las características del combustible nuclear. Cuando un reactor está en funcionamiento su combustible, encerrado en unas barras, se hace altamente radioactivo y genera gran cantidad de calor incluso después de apagar el reactor, de modo que hay que seguir refrigerándolo. Cuando las barras de combustible están usadas y se retiran del reactor también siguen siendo radioactivas y generando calor; por eso deben refrigerarse continuamente durante años, lo cual se hace depositándolas en las piscinas de almacenamiento y haciendo circular agua fría a su alrededor.

Si se interrumpe la refrigeración, el combustible se calienta cada vez más, hasta el punto de que el revestimiento alcanza una temperatura en que reacciona con el agua para liberar hidrógeno, que puede explotar si se acumula. Si el revestimiento sigue calentándose y reaccionando con el agua puede romperse, liberando gases radioactivos. Si el combustible alcanza cierta temperatura, los *pellets* (cilindros de combustible) empiezan a fundirse, liberando a su vez mayores cantidades de gases radioactivos.

El reactor tiene varias barreras de contención para impedir que los gases del interior del núcleo salgan a la atmósfera: 1) la vasija de acero del reactor; 2) la estructura de contención primaria, construida de hormigón y acero, que es la

más importante y debe evitar el escape de radioactividad incluso si se funde el núcleo del reactor; 3) la estructura de contención secundaria o edificio del reactor. Puede haber escapes radioactivos si estas barreras resultan dañadas o bien si hay evacuación intencionada de gas para evitar una presión excesiva.

Las piscinas del reactor con la barras de combustible usado tienen sólo una barrera de contención porque están en el edificio del reactor y no dentro de la contención primaria. Los gases producidos por estas barras, si hay un fallo en la refrigeración, pueden salir al exterior si el edificio del reactor está dañado; entonces la radiación emitida puede ser más importante que en el caso de un fallo en el propio núcleo del reactor.

El terremoto y el tsunami interrumpieron el suministro eléctrico a las plantas, con lo que dejaron de funcionar los refrigeradores motorizados de los reactores y de las piscinas de combustible usado. Unas bombas accionadas por vapor siguieron asegurando la refrigeración durante unas cuantas horas, pero dejaron de funcionar cuando se agotaron las baterías que las alimentaban.

La planta de Fukushima I comprende seis reactores, todos ellos construidos en la década de 1970. Tres reactores –las unidades 1, 2 y 3– estaban conectados en el momento de ocurrir el terremoto, mientras que las unidades 4, 5 y 6 estaban paradas con fines de mantenimiento. Todo el combustible de la vasija del reactor 4 se había trasladado a la piscina de combustible usado. Las vasijas de los reactores 5 y 6 contenían todavía combustible, pero han resultado menos dañados. Por consiguiente, en la planta de Fukushima I era preocupante sobre todo el combustible contenido en el núcleo de los reactores 1, 2 y 3 y en las piscinas de combustible usado de las unidades 1, 2, 3 y 4. Finalmente el accidente ha sido clasificado de nivel 7, el mismo que se adjudicó al de Chernóbil, del cual se acaba de cumplir el veinticinco aniversario.

Contaminación de la atmósfera

Desde el comienzo de la crisis se ha emitido a la atmósfera una cantidad importante de radiación. Dos de las principales amenazas para la salud de los gases radioactivos emitidos son los que emanan del yodo-131 y del cesio-137. Un estudio ha calculado que, durante los primeros días de la crisis, Fukushima emitió a la atmósfera cerca del 20 % del yodo-131 y el 50 % del cesio-137 que escaparon durante el accidente de Chernóbil.

El peligro para los habitantes de la zona cercana puede provenir tanto de la inhalación de los gases radioactivos como del consumo de alimentos que se hayan contaminado con las partículas radioactivas que se han depositado en el suelo. El gobierno japonés ordenó primero la evacuación de una zona de 3 km a la redonda de la central de Fukushima e indicó a los residentes dentro de un radio de 10 km que permanecieran en sus casas. El 12 de marzo se amplió la zona de evacuación a 20 km y la de encierro en casa hasta 30 km. El 25 de marzo, funcionarios japoneses dijeron que aconsejaban a los residentes que evacuaran toda la zona de 30 km a la redonda. Posteriormente se evacuaron algunas poblaciones situadas a 40 km. En cambio, la embajada de EEUU ya había recomendado el 17 de marzo a los ciudadanos estadounidenses que evacuaran la zona situada dentro de un radio de 80 km alrededor de la central.

A medida que el viento arrastra la radiación a través del océano, esta se dispersa y se diluye. Por este motivo, aunque se han detectado trazas de materia radioactiva en lugares tan lejanos como EEUU, las cantidades medidas han resultado mucho menores que los niveles naturales de radiación de fondo a los que está expuesta la población de modo continuo y no suponen una seria amenaza para la salud.

La radiación emitida a la atmósfera en Fukushima procede de dos fuentes principales. En primer lugar, cuando se interrumpió la refrigeración de los núcleos de los reactores, el combustible empezó a calentarse y aumentó la presión dentro de las vasijas. Para reducir la presión, el personal evacuó a la atmósfera una parte del gas radioactivo que se había acumulado en las vasijas y el edificio de contención primaria. Se ha informado también de que el edificio de contención primaria de la unidad 2 y tal vez el de la unidad 3 estén dañados; de ser cierto, esto dejaría escapar más gas radioactivo a la atmósfera.

En segundo lugar, la pérdida de agua de las piscinas de combustible usado hizo que las barras de este combustible quedaran expuestas al aire, lo que causó daños en las mismas y la consiguiente emisión de gases radioactivos. Aunque las piscinas se hallen dentro de los edificios de los reactores (contención secundaria), las explosiones de hidrógeno en el interior de los edificios de las unidades 1, 3 y 4 abrieron grietas en sus paredes, a través de las cuales pudieron escapar los gases. En las paredes del edificio de la unidad 2 se abrieron agujeros de ventilación para evitar una acumulación de hidrógeno que pudiera provocar una explosión.

Contaminación del agua

La otra fuente de contaminación radioactiva alrededor de la planta es el agua de refrigeración. Para tratar de refrigerar los reactores y las piscinas de combustible usado se vertieron miles de toneladas de agua desde helicópteros o con mangueras. Una parte del agua vertida se ha contaminado y ha vuelto al mar, pues se ha detectado radiación en las aguas litorales. Otra parte ha sido vertida al mar intencionadamente a fin de dejar sitio para otra agua mucho más contaminada.

Esta última se ha encontrado en estanques exteriores a los edificios, especialmente en la unidad 2. Probablemente se trata del agua que se bombeó al interior para refrigerar el reactor y que ha escapado al exterior debido a que la estructura de contención primaria esta dañada.

La contaminación está relacionada con la cantidad de combustible que puede haberse fundido en los núcleos de los reactores y que, debido a la falta de refrigeración, puede que sea importante. No obstante, dado que no se tienen datos de medición del interior de las vasijas de los reactores, nadie sabe a ciencia cierta el estado del combustible. En el caso de Three Mile Island, el estado del combustible no se conoció hasta varios años después del accidente. Asimismo, dada la falta de agua en algunas de las piscinas de combustible usado durante los primeros días de la crisis japonesa, se supone que una parte del combustible depositado en ellas se habrá fundido, pero su magnitud tampoco se sabe con seguridad.

Yodo-131, cesio-137 y plutonio

La materia radioactiva se descompone liberando partículas que pueden dañar los tejidos vivos y producir cáncer. Los isótopos radioactivos más peligrosos en caso de accidente de una central nuclear son el yodo-131 y el cesio-137.

El yodo-131 tiene un período de semidesintegración de 8 días, es decir, en ese plazo se desintegra la mitad de esta materia, y otra mitad al cabo de 8 días más, etc. Por tanto, su peligrosidad es mayor en los días y semanas posteriores al accidente. En el cuerpo humano el yodo es absorbido por la glándula tiroides, donde se acumula y puede provocar cáncer en una etapa posterior de la vida. Para prevenir la absorción de yodo-131 al respirar, se pueden tomar píldoras de yoduro potásico (tal como recomendó el gobierno japonés en algunas zonas) de manera que la tiroides se sature de yodo no radioactivo y no pueda absorber yodo-131.

El cesio-137 tiene un período de semidesintegración de unos 30 años, de modo que necesitará más de un siglo para decaer significativamente. Los organismos vivos lo tratan como si fuera potasio y pasa a formar parte de los mismos. Puede causar muchos tipos diferentes de cáncer. Fue el principal contaminante que causó la evacuación permanente de las zonas próximas a Chernóbil.

A principios de abril los niveles de yodo-131 en el agua de mar cercana a la costa fueron 5 millones superiores al límite legal. Y los de cesio-137 un millón de veces superiores. Aunque el yodo-131 se disipa en un período de tiempo relativamente corto, puede ser concentrado por las algas a un nivel 10.000 veces superior al de las aguas circundantes. Pero los peces que comen algas se contaminan también, así como los peces que comen a estos peces.

Como consecuencia de la contaminación marina Japón ha prohibido la pesca en la costa cercana a la central de Fukushima I y ha dictado normas sobre el nivel de radiación permitido en el pescado. No obstante, debido a que los grandes peces surcan grandes distancias en el océano, algunas especies deberán ser controladas cuando sean pescadas en cualquier parte del Océano Pacífico y no solamente en la costa japonesa.

Por último, el combustible que hay dentro del núcleo de la unidad 3 constituye un problema particular porque contiene una mezcla de óxidos (combustible MOX), es decir, tanto óxido de uranio como de plutonio. Los escapes de combustible que contiene plutonio suponen una amenaza adicional para la salud porque su período de semidesintegración es muchísimo mayor (24100 años en el caso del Pu-239). Afortunadamente, el combustible MOX de la unidad 3 no es más que el 6 % del núcleo (32 de un total de 548 barras de combustible), de manera que el riesgo adicional derivado de la presencia de MOX es probablemente pequeño. La oposición pública al uso de MOX en Japón hizo que se frenara el programa de introducción del mismo, y ésta es la causa principal de que haya tan poco MOX en el núcleo y de que el riesgo adicional que supone el plutonio sea limitado. La movilización preventiva ha demostrado ahora toda su utilidad.

Ladislao Martínez López y Martí Caussa son miembros del Consejo Asesor de *VIENTO SUR*.