

¿Un mundo nuclear feliz?

Radiación,
fiabilidad,
reprocesamiento y
redundancia.

por Karen Charman

En 2006 se cumplió el 20 aniversario del mayor desastre nuclear mundial. A las 01h23 a.m. del 26 de abril de 1986, el reactor Número Cuatro de la planta nuclear de Chernóbil en el norte de Ucrania explotó y ardió sin control durante 10 días, liberando a la atmósfera 100 veces más radiación que las bombas de Hiroshima y Nagasaki combinadas. Al menos 19 millones de hectáreas fueron gravemente contaminadas en Bielorrusia, Ucrania y Rusia. Los vientos y las lluvias esparcieron la lluvia radiactiva sobre la mayor parte de Europa, que se llegó a detectar tan lejos como en Alaska. Aproximadamente 7 millones de personas vivían en las zonas contaminadas de la antigua Unión Soviética en el momento del accidente (unos 5 millones todavía siguen allí). Más de 350.000 fueron evacuadas y 2.000 pueblos demolidos. Productos alimenticios radiactivos de Bielorrusia y Ucrania continúan apareciendo de vez en cuando en los mercados de Moscú, y agricultores de 375 explotaciones en Gales, Escocia e Inglaterra todavía tienen que acomodarse a ciertas restricciones debidas a la contaminación radiactiva de Chernóbil.

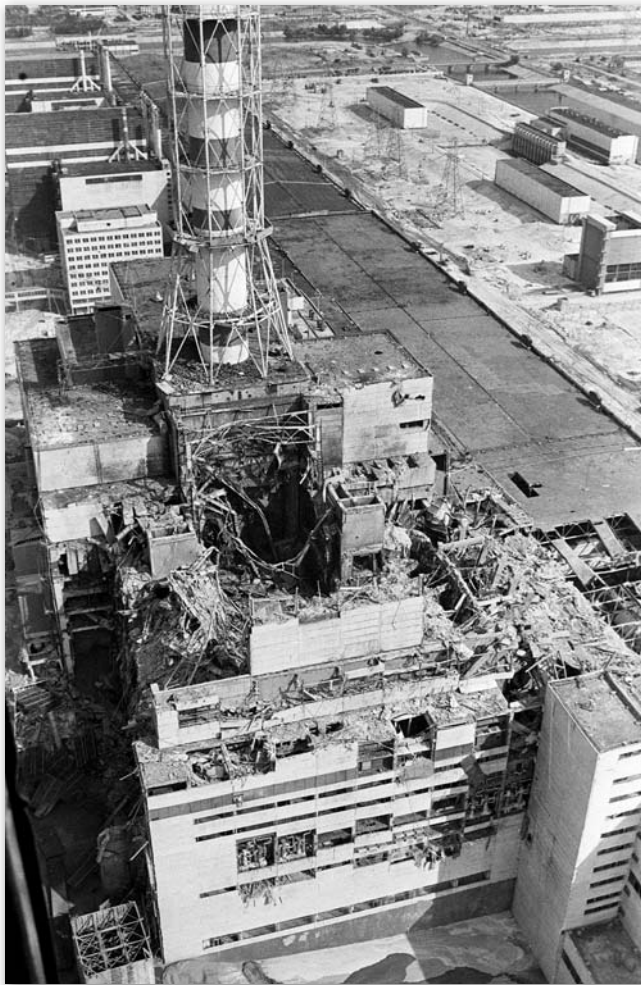
El equipo de operarios y los 600 hombres del servicio de incendios de la planta, que fueron los primeros en responder al desastre, recibieron la más alta dosis de radiación, entre 0,7 y 13 Sieverts (Sv). Según *Chernobyl.info*, un centro de información de Naciones Unidas en Internet, esto equivale a entre 700 a 13.000 veces más radiación en sólo unas horas que la máxima dosis de 1 milisievert a la que, según la Unión Europea, las personas que viven cerca de una central nuclear deberían estar expuestas en un año. Treinta y uno de aquellos que llegaron primero a la escena murieron en 3 meses. Un total de 800.000 "liquidadores" –principalmente reclutas militares provenientes de todos los rincones de la antigua Unión Soviética– participaron en la limpieza hasta 1989, y las agencias gubernamentales en Bielorrusia, Ucrania, y Rusia han informado de que 25.000 de entre ellos han fallecido desde entonces.

En cualquier escala, Chernóbil fue una horrenda catástrofe y se ha convertido en el icono del lado satánico de la energía nuclear. Aún así, la controversia ha perseguido desde el principio

el debate sobre los impactos medioambientales y sanitarios de Chernóbil. Los dirigentes soviéticos primero esperaron que nadie se percatase del accidente y, más tarde, hicieron todo lo posible para esconder y minimizar los daños. Como resultado de todo ello, ha sido imposible efectuar una evaluación completa y precisa de las consecuencias. El historiador y experto en Chernóbil David Marples ha escrito que las autoridades de la antigua Unión Soviética clasificaron como secreto toda la información médica relacionada con el accidente, al tiempo que negaban que las enfermedades entre los trabajadores encargados de la descontaminación fueran resultado de su exposición a la radiación. Investigadores independientes han tenido dificultades para localizar a un número importante de evacuados y a aquellos que trabajaron en la descontaminación; y han tenido que reconstruir las piezas para llegar a sus conclusiones a través de entrevistas con suministradores de material médico, ciudadanos, funcionarios en las áreas contaminadas, otros implicados, y aquellos trabajadores de la descontaminación que pudieron encontrar.

En septiembre del 2005, un informe sobre los impactos sanitarios de Chernóbil del *Foro ONU Chernóbil* (7 agencias de la ONU, mas el Banco Mundial y funcionarios de Bielorrusia, Ucrania, y Rusia) asegura que sólo 50 muertes pueden ser atribuidas a Chernóbil y que, en ultima instancia, 4.000 personas más morirán como resultado del accidente. El informe del *Foro Chernóbil* reconoce que 9 niños murieron de cáncer de tiroides y que 4.000 niños contrajeron la enfermedad, pero establece la tasa de supervivencia en el 99%. Se niega cualquier vínculo con problemas de fertilidad y se estima que los problemas de salud más significativos se deben a la pobreza, estilo de vida (por ejemplo, tabaquismo, dietas pobres), y problemas emocionales, especialmente entre los evacuados. Marples constata que la totalidad de la evaluación del *Foro Chernóbil* constituye "un mensaje de confianza".

La realidad sobre el terreno ofrece otra imagen. En Gomel, una ciudad de 700.000 habitantes en Bielorrusia a menos de 80 kilómetros del reactor destruido y una de las áreas más severamente



Vista aérea del reactor Número Cuatro de Chernóbil días después de su explosión.

contaminadas, el documental *El Corazón de Chernóbil* informa de que la incidencia del cáncer de tiroides es 10.000 veces más elevada que antes del accidente y que, en 1990, se había multiplicado por 30 a lo largo de Bielorrusia que recibió la mayor parte de la lluvia radiactiva. *Chernobyl.info* asegura que los nacimientos con defectos congénitos en Gomel han aumentado hasta un 250% desde el accidente, y la mortalidad infantil es un 300% más alta que en el resto de Europa. Un doctor entrevistado en *El Corazón de Chernóbil* afirma que sólo el 15 o 20 % de los bebés nacidos en la Maternidad de Gomel están sanos. La directora ejecutiva del *Proyecto Internacional Niños de Chernóbil* Adi Roche asegura que es imposible demostrar que Chernóbil causó los problemas: "Todo lo que podemos decir es que las malformaciones se han incrementado, las enfermedades se han incrementado, y los daños genéticos se han incrementado". Refiriéndose a una unidad para niños abandonados, Roche añade, que "sitios como éste no existirían antes de Chernóbil, así que su propia existencia habla por sí sola." Marples, quién ha hecho numerosos viajes a la región de Chernóbil en los últimos 20 años, informa de que la crisis sanitaria en Bielorrusia hoy en día es tan grave que se habla abiertamente de una "hecatombe demográfica".

La larga vida de los radionucleidos y el hecho de que estén migrando a través de los ecosistemas de las regiones contaminadas hasta las aguas subterráneas y las cadenas alimenticias, complican aun más la tarea de predecir el impacto del desastre. Pero, dado que la campaña global en favor de la construcción de nuevos reactores nucleares, está cobrando impulso, es oportuno pre-

guntarse si otro Chernóbil puede producirse en otra parte del mundo.

Aquí no puede pasar

Nadie quiere más Chernóbiles. Pero la pregunta que hay que hacerse es, ¿podemos garantizar ese resultado sin haber desmantelado totalmente la energía nuclear? El *Instituto de Energía Nuclear* (NEI, en inglés), que ejerce de cámara de comercio y brazo propagandístico de la industria nuclear norteamericana, dice que un accidente del tipo de Chernóbil es muy poco probable en Estados Unidos debido a "diferencias clave en el diseño del reactor estadounidense, en las regulaciones, y en la preparación para las emergencias". La seguridad está garantizada, dice el NEI, con la estrategia de "defensa en profundidad," que se apoya en una combinación de sistemas de seguridad múltiples, redundantes, y que funcionan de forma independiente; barreras físicas tales como el receptáculo de acero del reactor y el clásico revestimiento de hasta 140 centímetros de cemento reforzado con acero de la bóveda, que impediría que la radiación escapase; un permanente mantenimiento preventivo y correctivo; una permanente formación del personal técnico; y una supervisión gubernamental permanente. Un argumento clave en favor de la energía nuclear estos días es el alegato de que los reactores nucleares son seguros y resistentes.

El parque nuclear de EE UU ha incrementado sustancialmente su "factor de capacidad" (para un periodo dado, el rendimiento de una unidad generadora como porcentaje del rendimiento total posible, si fuera explotada con plena capacidad) desde 1980. No obstante, David Lochbaum, director del Proyecto de Seguridad Nuclear en la *Unión de Científicos Responsables* (UCS, en inglés), señala que desde el accidente en 1979 de la Isla de las Tres Millas en Pensilvania central, 45 reactores (de las 104 unidades operando en EE UU) han sido cerrados durante más de un año para restaurar los márgenes de seguridad. Ingeniero nuclear de carrera, Lochbaum abandonó la industria tras 17 años de ejercicio cuando un compañero y él fueron incapaces de convencer a su empleador y a la *Comisión Reguladora Nuclear* (NRC) de que se ocupasen de cuestiones de seguridad en la central de Susquehanna, al noreste de Pensilvania (el problema de la central y otros a lo largo y ancho del país fueron corregidos después de que ellos acabasen testificando ante el Congreso). Durante los últimos 10 años, Lochbaum ha estado en UCS revisando la seguridad de las centrales nucleares del país y advirtiendo sobre sus preocupaciones a la NRC. Él no comparte la confianza de la industria en la seguridad del actual parque nuclear.

Las centrales de energía nuclear son sistemas increíblemente complejos que realizan una tarea relativamente simple: calentar agua para crear vapor que mueva una turbina y genere electricidad. Lochbaum explica que los problemas de seguridad de las centrales nucleares tienden a seguir una *curva de bañera*: el mayor número sobrevienen al comienzo de la vida del reactor, luego, tras unos pocos años, cuando la central "ha sido domesticada" y el personal se ha familiarizado con sus necesidades específicas, los problemas bajan y se estabilizan hasta que la planta comienza a envejecer.

La mayor parte del parque nuclear de EE UU ha entrado, o está a punto de entrar, en sus años crepusculares. Y desde finales de los 90, la NRC ha permitido a los reactores incrementar la cantidad de electricidad que generan hasta un 20%, lo que excede la capacidad para la que fueron diseñadas. Tales "incrementos de potencia" propulsan mayores volúmenes de agua refrigerante a través de la planta, provocando un mayor desgaste de las tuberías y de otros equipos. La agencia también ha otorgado exten-

siones de licencias por 20 años a 39 reactores y la mayoría de los restantes se espera que las soliciten antes de que sus licencias iniciales de 40 años expiren. Al mismo tiempo, Lochbaum dice, "la NRC está recortando la cantidad y frecuencia de las pruebas de seguridad así como las inspecciones". Las pruebas, que antes se realizaban cuatrimestralmente, ahora se realizan anualmente; y aquellas que antes eran anuales, ahora sólo se llevan a cabo cuando se cierran los reactores para el reabastecimiento de combustible, más o menos cada 2 años.

La NRC mantiene que está suministrando una vigilancia adecuada para garantizar la seguridad pública y prevenir accidentes serios. Gary Holahan, un funcionario de la *Oficina de Regulación del Reactor Nuclear* de la NRC, explica que la ampliación de la potencia, que eleva la producción de energía de un reactor entre el 7% y el 20%, requiere modificaciones de la central que incluyan mejoras o renovación de la maquinaria, como las turbinas de alta presión, las bombas, los motores, los generadores principales y los transformadores. Antes de autorizar un incremento de la potencia, señala, la NRC debe realizar una investigación para verificar que se cumple con las regulaciones federales y que existe "una garantía razonable" de que no se pone en peligro la seguridad y la salud pública.

Lochbaum dice que la gestión, por parte de la NRC, de los grandes incrementos de potencia, ilustra los problemas de su imprevisión. En un pequeño folleto titulado "*Chasquido, crepitación, y estallido: la Experiencia del Incremento de Potencia en el BWR (Reactor por Agua en Ebullición)*", asegura que la Unidad 2 del reactor *Quad Cities* en Illinois "comenzó literalmente a sacudirse y desmembrarse en el nivel de potencia más alto", tras haber funcionado durante casi 30 años en la potencia asignada por su licencia original. Una vez que el incremento fue aprobado, el desecador de vapor desarrolló una grieta de 2,7 metros, y el componente fue reemplazado en mayo de 2005. A comienzos de abril de este año, Lochbaum cuenta que el personal de *Quad Cities* encontró una grieta de 1,5 metros en el nuevo desecador de vapor, y todavía no saben exactamente lo que ocasiona el problema. Después de que el problema fuese advertido por primera vez, el fabricante *General Electric* (GE) supervisó 15 de sus otros reactores de agua en ebullición en todo el mundo, que habían recibido también un 20% de incremento de potencia, y encontró problemas –todos relacionados con la vibración– en 13 de ellos.

A pesar de las objeciones de la *Junta de Servicios Públicos* de Vermont, y de uno de sus propios comisarios, la NRC otorgó recientemente un aumento de potencia del 20% al reactor *Vermont Yankee* que tiene ya 33 años. Stuart Richards, vicedirector de la *División de Inspección* de la NRC, dice que la comisión aprobó el aumento de potencia después de que una novedosa inspección piloto, que incluyó 11.000 horas de trabajo de revisión técnica, no encontrase ningún problema de seguridad relevante. "No es la edad de la central, sino la condición física de sus componentes y la calidad del mantenimiento de las instalaciones de la planta lo que importa", añade. Adicionalmente, la potencia se va a incrementar en etapas supervisadas por la NRC. Pero nada de esto reconforta a Lochbaum, quien señala que esta planta de una sola unidad ha tenido un pésimo mantenimiento la mayor parte de su vida operativa, lo que hace de ella especialmente un pobre candidato para una práctica que, ya se sabe, somete a graves tensiones a los reactores. Las solicitudes para el aumento de potencia de otros 6 reactores están pendientes, y la NRC espera otras 9 hasta 2011.

La NRC asegura estar haciendo hoy en día un buen trabajo con la regulación de la industria, al identificar las áreas que puedan estar más necesitadas de atención. "La agencia, y la industria en su conjunto, durante los últimos 10 o 15 años han desarrollado cada vez mejores instrumentos para determinar qué es susceptible de riesgo y qué es menos susceptible de riesgo", explica Richards. "Así pues, en algunos casos, allí donde en el pasado habíamos requerido más mantenimiento o vigilancia, estos requisitos son menos restrictivos ahora, porque los componentes han demostrado ser menos significantes. En otros casos, efectuar demasiado mantenimiento puede ser perjudicial, porque se necesita que los componentes sirvan a sus tareas, y no pueden ser sometidos a continuos tests hasta el extremo de que se les cause degradación".

Lochbaum dice que el fallo de esa lógica queda bien ilustrado por una cuasi omisión en la planta de *Davis-Besse*, en Ohio. En el año 2002 se descubrió que el ácido bórico, que había estado escapándose del reactor durante varios años, había perforado un orificio de 15 centímetros en la cubierta del recipiente del reactor, dejando una fina capa de acero inoxidable abultando hacia fuera a causa de la presión. La existencia de ácido bórico se había detectado en la tapa del recipiente en 1996, 1998, y de nuevo en 2000, y el personal de la NRC redactó una orden en noviembre del 2001 para cerrar *Davis-Besse* durante una inspección de seguridad. Aun así, la NRC permitió que el reactor continuase operando hasta febrero de 2002, cuando los trabajadores de la planta descubrieron casi accidentalmente el orificio. Si la tapa del reactor hubiese ardiado, el reactor probablemente podría haberse fundido.

Lochbaum y el antiguo comisario de la NRC Peter Bradford dicen que el incidente de *Davis-Besse* y otros indican que la agencia parece más interesada en los intereses económicos a corto plazo de la industria nuclear, que en llevar a buen término su misión de proteger la seguridad y la salud públicas. Bradford apunta a un informe interno de la NRC de 2002 que revelaba que casi la mitad de los empleados de la NRC creían que serían penalizados si manifestaban sus preocupaciones por la seguridad y que, de entre aquellos que informaban de los problemas, un tercio aseguraba sufrir acoso como resultado de ello. Varios críticos dicen que la cultura de la seguridad de la comisión ha cambiado desde la época en que el senador Pete Domenici –probablemente el mayor paladín de la industria nuclear en el Congreso– dijese al presidente de la NRC en 1998 que recortaría el presupuesto de la agencia en un tercio si no modificaba su "actitud antagonista" hacia la industria.

Dada la situación legal y el parque de reactores envejecido, Lochbaum teme que ocurran otros accidentes serios. Él utiliza la analogía de una máquina tragaperras pero, en lugar de naranjas, plátanos y cerezas, la combinación ganadora es un suceso desencadenante: como una tubería rota, un incendio, un fallo en la maquinaria o el error humano. "A medida que las centrales envejecen comenzamos a ver alguno de estos fallos más a menudo, lo que sugiere que es sólo una cuestión de tiempo que ocurra un accidente grave", concluye.

Los partidarios de la energía nuclear argumentan que los novísimos y avanzados diseños son mucho más seguros. A diferencia de las centrales actuales, con sus múltiples sistemas de refuerzo, los nuevos diseños de "seguridad pasiva", tales como el Reactor AP1000 de *Westinghouse* de Agua a Presión (PWR, en inglés) y el Reactor Avanzado de Agua en Ebullición (ABWR) de *General Electric* (GE); y el Reactor de Agua en Ebullición Económicamente Simplificado (ESBWR), dependen de la gravedad más que de un ejército de bombas para impulsar el agua hacia



Foto de 2004 de trabajadores rusos ayudando a la construcción de la central nuclear de Bushehr, al sur de Irán.

arriba, hasta el recipiente del reactor y a través del sistema de refrigeración. Como los sistemas son más pequeños, hay menos componentes que dañar.

El físico Ed Lyman, un colega de Lochbaum en el sindicato UCS, que ha estado estudiando los nuevos diseños, es escéptico con los argumentos de la seguridad de los diseños pasivos. Lyman explica que fueron los drásticos recortes en los costes, particularmente de las tuberías y del inmensamente costoso hormigón armado de acero, lo que motivó los nuevos diseños de Reactores de Agua Ligera (LWR), no la seguridad. Se pensó que si la potencia de los reactores era más baja, un sistema basado en la gravedad podría descargar agua en el núcleo del reactor sin necesidad de circulación forzada, ni de kilómetros de tuberías y maquinaria complementaria.

Numerosas pruebas realizadas sobre el Sistema de Agua por Gravedad para el AP600, el predecesor más pequeño del AP1000, demostraron que el sistema funcionaba, y la NRC certificó el diseño. Sin embargo, la tendencia actual en reactores es de unidades más grandes, con mayor potencia. El coste del AP600 no fue lo suficientemente bajo como para obviar la pérdida en capacidad de generación, con lo que no se vendió ninguno. El AP600 se metamorfoseó en el AP1000. Los nuevos diseños con "seguridad pasiva" de GE siguieron una trayectoria similar, empezando por un modelo de 600-megavatios, el *Reactor Simplificado de Agua en Ebullición* (SBWR). El siguiente diseño de la compañía, el *Reactor Avanzado de Agua en Ebullición* (ABWR), tenía 1.350 megavatios, y su ESBWR 1.560 MW.

La NRC certificó recientemente el AP1000. Lyman encuentra preocupante que la agencia confiase más en la modelización computerizada que en los datos experimentales, para demostrar que la refrigeración por gravedad iba a funcionar en estos diseños mucho mayores. También está alarmado por el hecho de que las estructuras de los contenedores de los nuevos reactores PWR son menos robustas que las del actual parque industrial. Gary Holahan, de la NRC, reconoce que la agencia se sirvió de los

tests del AP600 y de modelos informáticos para el AP1000, pero asegura que tras una revisión exhaustiva por el personal técnico de la comisión y del *Comité Consultivo en materia de Seguridad de Reactores*, se determinó que no eran necesarias pruebas adicionales. Tampoco tiene la NRC ninguna preocupación sobre la delgadez de la cúpula de contención del AP1000, en comparación con la de los reactores PWR ya existentes.

Un creciente número de partidarios de la energía nuclear y varios informes periodísticos describen los nuevos diseños de reactor, tales como el Reactor de Lecho de Bolas Modular, como "a prueba de accidentes" o de "fallo sin riesgo" —tan seguro, en la práctica, que el lecho de bolas no necesita (o tiene) una estructura contenedora. Lyman lo refuta. El lecho de bolas se modera mediante el uso de helio en lugar de agua y utiliza pastillas de combustible de uranio recubiertas por carburo de silicio, materiales cerámicos y grafito. Él cuenta que los ensayos llevados a cabo en el reactor AVR de pruebas en Alemania (el primero que se haya construido) demuestra que los modelos habían subestimado el grado de temperatura que las pastillas podían alcanzar. Cuando alcanzan una temperatura crítica, las pastillas se descomponen rápidamente, lo que podría conducir a una gran pérdida de radiación. "Así pues, carecen de la capacidad para predecir o entender cómo funcionan estos reactores o la tecnología de combustible para poder asegurar que son resistentes a la fusión".

A base de Residuos

En los Reactores de Agua Ligera, que constituyen la mayoría del parque de reactores mundial, se carga el combustible de uranio dentro del reactor y se bombardea con neutrones, para así desencadenar la reacción en cadena de la fisión nuclear. Poco después, todo el material susceptible de fisiónarse en el combustible de uranio se ha usado o "gastado". Pero el bombardeo de neutrones ha hecho que el combustible sea 2,5 millones de veces más radiactivo, de acuerdo con lo que afirma Marvin Resnikoff, un físico

En el depósito de residuos nucleares de la Montaña Yucca: un trabajador en un túnel de casi un kilómetro en el interior de la Montaña Yucca, Nevada.



© Dan Lamont/CORBIS

nuclear que trabaja con *Radioactive Waste Management Associates* en Nueva York. Se calcula que para el año 2035, las centrales nucleares estadounidenses habrán producido cerca de 105.000 toneladas métricas de este combustible usado que resulta tan mortífero que debe ser aislado del medioambiente durante decenas o centenares de miles de años. Un informe publicado por una agencia gubernamental de Nevada ha valorado la toxicidad de este combustible: diez años después de haber salido del reactor, una pequeña porción de este combustible desprotegido emitiría suficiente radiación para matar a alguien que estuviese a 1 metro de distancia en menos de 3 minutos.

Ningún país ha sido aún capaz de afrontar con éxito el problema de sus residuos nucleares de alta actividad procedentes de la primera generación de reactores. Sin mencionar el de hacer planes para deshacerse de los residuos añadidos por la enorme expansión de las nuevas centrales nucleares. La mayor parte de los países están de acuerdo en que la mejor solución, la más segura y barata, es el almacenamiento en estratos geológicos profundos, y en la actualidad varios países se encuentran en distintas fases del proceso de elección y desarrollo de emplazamientos para sus residuos. Steve Frishman, que trabaja en la *Agencia de Proyectos Nucleares de Nevada*, considera que son los finlandeses los que más han avanzado en este campo, ya que han elegido un depósito permanente que se encuentra ubicado en un lecho de rocas cristalinas situado en Olkiluoto, el cual ya alberga dos reactores operativos y otro en construcción. El lugar ha sido sometido a ensayos exhaustivos para comprobar que será efectivamente capaz de aislar los residuos acumulados a una profundidad de entre 420 y 520 metros. Se espera que este depósito sea abierto hacia el año 2020.

Los suecos también planean construir su depósito en un profundo emplazamiento de granito subterráneo, aunque aún no se han decidido por el asentamiento final. Ellos planean encapsular el combustible nuclear usado en capsulas de cobre herméticas que serán recubiertas de arcilla de bentonita. Esta arcilla se hincha y crea por sí misma una protección contra el agua. Frish-

man considera ésta una precaución añadida ya que, si bien a 500 metros de profundidad, donde se planea colocar las capsulas de cobre, habrá algo de agua, esta agua no está oxigenada y por ello es poco probable que pueda llegar a corroer los contenedores, incluso en el caso en que entrasen en contacto. El plan de los suecos acarrea unos costes enormes, pero ellos aseguran que los resultados, y no los costes, son los que guían sus decisiones.

Todas estas estrategias parecen ser bastante cautas y nos hacen esperar que el problema de los residuos (que se ha de solucionar independientemente de lo que suceda con la energía nuclear) no se convierta en un problema insuperable. Pero, en todo caso, la estrategia de EE UU resulta menos esperanzadora. Argumentos políticos, y no científicos, fueron los que decidieron al Departamento de Energía estadounidense a elegir como emplazamiento la Montaña Yucca, una cadena de piedras toba volcánicas, situada en el límite del campo de pruebas nucleares de EE UU en el desierto de Nevada, a unos 145 kilómetros al noroeste de Las Vegas. Nevada fue elegida, por defecto, en una enmienda presentada a la *Ley sobre Política de Residuos* de 1982 (conocida con posterioridad como la Ley "Jode-Nevada"), que prohibía al Departamento de Energía tomar en consideración emplazamientos de granito.

Aparte del hecho de que la Montaña Yucca se encuentra en la tercera región de más actividad sísmica del país, esta montaña es tan porosa que, en sólo 50 años, los isótopos procedentes de pruebas atmosféricas de bombas atómicas se han filtrado a los acuíferos subterráneos. Pero, dado que la montaña fue declarada como el único depósito posible en todo el país, Frishman dice que "la Agencia de la Energía ha intentado solucionar de manera técnica todos los problemas. Y, cuando no lo consigue, cambia las reglas." El último intento legislativo fue propuesto por la Administración Bush y, entre otras cosas, proponía aumentar el actual límite legal del depósito de 70.000 toneladas métricas de residuos de alto nivel de radiactividad; suprimir el *Fondo de Residuos Nucleares* de la supervisión presupuestaria federal (este es un fondo de dinero recaudado por las centrales nucleares durante

años de los impuestos a los usuarios para construir el depósito); y dejar exentos de regulación a los metales del fondo de los contenedores metálicos. De esta forma, metales como el zinc, el cromo y el molibdeno podrían contaminar libremente las aguas subterráneas de esta área.

Basándose en la inestabilidad geológica de la región, el Estado de Nevada lucha encarnizadamente contra este depósito. En el año 2004, un tribunal federal desestimó una medida sanitaria establecida por la *Agencia para la Protección del Medio Ambiente* (EPA), que se aplicaba sólo a los primeros 10.000 años, porque la *Academia Nacional de las Ciencias* considera que las dosis de radiactividad más altas se producirán con toda probabilidad hasta 200.000 años después de que los residuos hayan sido depositados en el lugar. Debido a esto, la NRC no pudo otorgar la licencia al depósito. Desde entonces la EPA ha propuesto nuevas medidas sanitarias que, parece ser, ignoran por completo la decisión del tribunal ya que permiten que la exposición a radiaciones de los habitantes que residen cerca del Valle Amargosa pase, de una media de 15 milirems anuales durante los primeros 10.000 años, a una media de 350 milirems por año.

Por último, Frishman no cree que la Montaña Yucca pueda cumplir ningún criterio basado en la salud. Es más, dice que, sea cual fuere el criterio que se adopte finalmente, éste será irrelevante, una vez que se autorice la licencia y que los residuos sean colocados en el depósito: "El lugar es el criterio".

Reprocesamiento

La industria de la energía nuclear nunca pensó que los retos legales que les presentó Nevada tendrían tanto éxito, y es por ello que los partidarios de la energía nuclear en EE UU están pensando más allá de la Montaña Yucca. Aseguran que, si se desarrollan reactores reproductores rápidos, que crean combustible nuclear mediante la producción de más material fisible del que consumen y, si se reprocesa el combustible usado (separando el plutonio y el uranio que sean aún utilizables), se reduciría el volumen de residuos, haciendo innecesario un depósito geológico.

Dado que originariamente se había creído que el reprocesamiento iba a formar parte del ciclo del combustible, los reactores comerciales nunca fueron pensados para almacenar todo los residuos que creasen durante su vida operativa. En Estados Unidos se construyeron 3 instalaciones reprocesadoras, aunque sólo una, situada en West Valley, al oeste del estado de New York, ha estado operativa. Tras 6 años de operaciones problemáticas, marcados por accidentes, mala gestión de los residuos de alta actividad y contaminación de canales fluviales, esta planta fue cerrada en 1972. En el año 1977 la Administración Carter prohibió el reprocesado debido a la preocupación existente en torno a la proliferación de armas nucleares y, después de que India asombrase al mundo entero anunciando su primer ensayo de la bomba atómica, hecha de plutonio proveniente de su planta de reprocesado. Según la UCS, a finales de 2003, en el mundo se habían almacenado aproximadamente 240 toneladas métricas de plutonio separado, suficiente como para fabricar 40.000 bombas atómicas. Si se reprocesase el depósito de combustible usado en EE UU se añadirían 500 toneladas más.

Actualmente, Francia, Reino Unido, Rusia, India y Japón reprocesan combustible usado, y la Administración Bush presiona para que se reavive el reprocesado en Estados Unidos. Ya se han destinado 130 millones de dólares a desarrollar un "ciclo integrado del combustible usado" y, hace poco, se han anunciado otros 250 millones de dólares destinados mayormente a

desarrollar UREX+, una tecnología que se dice combatirá las preocupaciones derivadas de la proliferación, dejando el plutonio separado muy radiactivo, lo que impedirá que pueda ser usado por ladrones potenciales. Además, el Congreso de EE UU ha ordenado a la Administración que prepare un plan para en 2007 elegir una tecnología que reprocese todo el combustible usado proveniente de reactores nucleares comerciales, y para que se empiece a construir una planta de pruebas a escala de ingeniería de demostración.

Ed Lyman, de la UCS, dice que es un "mito" la afirmación de que el reprocesado del combustible nuclear usado reduce el volumen de residuos nucleares: "Todo lo que el reprocesado hace es coger el combustible usado, que es compacto, y diseminarlo –embadurnar– en docenas de sitios diferentes". Las actuales técnicas de reprocesamiento utilizan el ácido nítrico para disolver el conjunto del combustible y separar el plutonio del uranio. Pero también dejan libres numerosos productos de fisión extremadamente radiactivos, así como residuos líquidos de alto nivel que se solidifican en cristales. En el conjunto del proceso, una gran cantidad de gas radiactivo se descarga en el medio ambiente, además de que queda un remanente de residuo líquido que resulta muy caro de aislar. Lyman asegura que: "es por eso que se vierte en el océano, esta es la práctica en Francia y en Reino Unido".

Matthew Bunn, director en funciones del *Proyecto de Gestión del Átomo* de la Universidad de Harvard, ha presentado una serie adicional de argumentos en contra del reprocesamiento. En primer lugar, reprocesar combustible usado no anula, ni reduce, el espacio necesario dentro de un depósito permanente, dado que la talla del depósito está determinada por la pérdida calorífica de los residuos, no por su volumen. En segundo lugar, el reprocesamiento incrementaría sustancialmente los costes de gestión de los residuos nucleares y no tendría sentido en términos económicos, a no ser que el uranio alcanzase un precio de 360 dólares por kilo, un precio que no se alcanzará en décadas, o quizás jamás. En tercer lugar, en esta nueva era de violencia extrema y terrorismo, los riesgos de proliferación, que no son tenidos en cuenta por las nuevas tecnologías de reprocesamiento, son más apremiantes que nunca. En cuarto lugar, el reprocesamiento es una tecnología muy peligrosa, con un largo historial de accidentes terribles, incluido el primer accidente mundial previo a Chernóbil (una explosión que tuvo lugar en 1957 en una planta reprocesadora cerca de Khystym, en Rusia), así como otros accidentes que se han producido en Rusia y Japón, en fechas tan recientes como en los años 90. En quinto lugar, las nuevas tecnologías "avanzadas" de reproceso, UREX+ y el piroprocesamiento, resultan ser complejas, caras en sus inicios y, con pocas probabilidades de aportar mejoras sustanciales a los métodos de reprocesamiento existentes. Para finalizar, Bunn afirma que la precipitación mostrada por la Administración Bush en apuntarse al reprocesamiento de combustible nuclear usado, resulta prematura e innecesaria dado que el combustible usado puede permanecer almacenado durante décadas en contenedores secos dentro de las centrales nucleares, mientras se trata de encontrar mejores soluciones.

Solución busca problema

Al final, el caso de la energía nuclear depende de la evaluación de los costes y beneficios comparados con los de las energías alternativas. Muchos observadores creen que se va a producir una crisis ecológica, social y económica, a menos que encontremos una manera de retardar y, si es posible, de revertir el cambio climático; desacostumbrándonos a usar los cada vez más escasos, caros y conflictivos combustibles fósiles. La energía nuclear, que hasta

hace poco era la energía paria, debido a sus altos costes y su comprobado potencial de accidentes serios, es ahora considerada como la solución indispensable. El lado oscuro de la energía nuclear (su herencia medioambiental, los altos costes, el peligro de accidentes y la expansión de las armas atómicas) se está desestimando. No existe ningún sistema energético que no acarree costes, pero existen alternativas que previenen la existencia de estas graves desventajas.

Nuestras limitaciones de espacio no nos permiten una revisión exhaustiva de las alternativas, pero las perspectivas no han sido nunca tan brillantes. A modo de ejemplo, un informe publicado por la *Nueva Fundación Económica* (NEF) en 2005 afirma que una amplia combinación de fuentes de energías renovables que incluyese tecnologías micro, pequeñas, medias y a gran escala, aplicadas de manera flexible podría muy bien "satisfacer todas nuestras necesidades". Además de la energía solar y eólica, esta 'mezcolanza' (mix) incluiría energía mareomotriz (producida por las mareas), energía de las olas, energía hidráulica, energía geotérmica, biomasa y biogás. En lugar de depender exclusivamente de grandes suministradores de electricidad como las centrales nucleares, o de alguna fuente de energía renovable, que no siempre están disponibles, la fundación dice que la clave está en establecer una red extensa, diversificada y descentralizada de fuentes de energía que serían también mucho menos susceptibles de sufrir amplios fallos de suministro. El coste total en capital de establecer un sistema tal no ha sido calculado y variaría ampliamente, dependiendo de si se aplica de una vez, o incrementalmente, a base de tecnologías de transición. Según el informe de la NEF, un kilovatio hora de electricidad nuclear –incluyendo los costes de construcción y de operación, pero no la gestión de los residuos, seguros de accidentes ni la prevención de la proliferación de armas nucleares– cuesta 15,6 céntimos de dólar, lo que resulta considerablemente más elevado que el de otras fuentes energéticas.

Gobiernos y mercados comienzan a reconocer el potencial de las energías renovables y su uso está creciendo rápidamente. Según el informe *Renewables 2005* del *Worldwatch Institute* la inversión global en energías renovables en 2004 ascendió a cerca de 30.000 millones de dólares. El informe también destaca que las energías renovables, sin incluir la hidráulica, generaron el 20% de la cantidad de electricidad producida por los 443 reactores nucleares de todo el mundo en 2004. Las energías renovables suponen el 20-25% de la inversión global en el sector energético, y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) predice que, en los próximos 30 años, un tercio de la inversión en nuevas fuentes de energía en los países de la OCDE irá a las energías renovables.

El gurú de la energía alternativa Amory Lovins asegura que la inversión en renovables es actualmente de "un orden de magnitud" mayor que la destinada a la construcción de nuevas centrales nucleares. Lovins ha estado predicando alternativas de bajo coste, incluyendo la conservación de energía, durante más de tres décadas, y la materialización de su visión de un sistema energético sostenible, basado en las energías renovables, está quizás más próxima que nunca. Lovins argumenta que las tendencias actuales para relanzar de nuevo la energía nuclear son un gran paso hacia atrás y que, contrariamente a las tesis de que necesitamos considerar todas las opciones contra el calentamiento global, la energía nuclear dañaría de hecho estos esfuerzos, dados los altos costes y el largo proceso que requeriría poner en marcha centrales nucleares suficientes para desplazar a los combustibles fósiles.



Embarque de un contenedor de residuos nucleares vitrificados en un barco remolcador para su envío desde Cherbourg, Francia, a Japón. El combustible usado de las centrales nucleares japonesas se reprocesa en Francia y después es devuelto a Japón.

les. "En la práctica, mantener viva la energía nuclear implica desviar inversión pública y privada, de los recursos más baratos y predilectos del mercado –cogeneración, renovables y eficiencia–, a los más costosos y contestados del mercado. Su mayor coste por unidad de CO₂ neto desplazado significa que cada dólar invertido en la expansión nuclear, empeorará el cambio climático," explica Lovins en su ensayo de 2005 "*Energía Nuclear: La Economía y el Potencial de la Protección del Clima*".

Duplicar la actual potencia de la energía nuclear mundial reduciría la emisión global de carbono solamente en una séptima parte de la cantidad necesaria para impedir los peores efectos del calentamiento global. Investigadores del *Instituto de Tecnología de Massachusetts* (MIT) destacan que, incluso para alcanzar este inadecuado resultado, se necesitaría establecer un cementerio nuclear permanente del tamaño de la Montaña Yucca cada 3 o 4 años para tratar la cantidad adicional de residuos radiactivos –un enorme y costoso desafío. Dados los inconvenientes de la energía nuclear y el crecimiento y las promesas de las alternativas más limpias, menos costosas y menos peligrosas, el argumento en favor de la energía nuclear se tambalea peligrosamente. Despojado del pretexto de que la energía nuclear es la respuesta al cambio climático, su defensa carece de argumentos.

Karen Charman es una periodista independiente especializada en cuestiones ambientales, y jefe de redacción de la revista *Capitalism Nature Socialism*.