

La Opción Nuclear ¿Sí o No?

Introducción

Cuando me planteé la realización del presente trabajo quise evitar el clásico “manifiesto antinuclear”. En primer lugar porque manifestar una opinión sin acompañarla de una agumentación lógica y estudiada no le aporta ningún valor, es solo una opinión. En segundo lugar porque hoy, lejos de la situación que se vivía hace veinte, treinta años donde las posturas estaban claramente definidas, nos encontramos ante una nuevo entorno en el que surgen defensores de la energía nuclear desde las filas del sector ecologista, lo que inevitablemente genera un cierto grado de confusión.

Y por ello nada mejor que recurrir a la información de quienes, desde una posición razonada, defienden la energía nuclear.

Descartadas las empresas implicadas en el sector nuclear por los evidente intereses propios comprometidos en el sector, la mejor opción es el informe realizado en el 2003 por una comisión interdisciplinar del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts). Este informe consta de 94 páginas más otras 75 de apéndices y como resultado del mismo contiene una serie de recomendaciones al gobierno norteamericano y al sector industrial nuclear.

Planteamientos a favor de la Energía Nuclear (Informe del MIT)

No deja de llamar la atención que personajes destacados del movimiento ecologista se conviertan en adalides de la opción nuclear. Patrick Moore, quien fuera fundador de Greenpeace, que actualmente apuesta por la energía nuclear como medida de salvación frente al cambio climático es un ejemplo.

Otro es James Lovelock, que citando textualmente dice: *“La energía nuclear, aunque potencialmente dañina para las personas, no es un peligro apreciable para el planeta. Los ecosistemas naturales pueden soportar niveles de radiación continua que serían intolerables en una ciudad. La tierra alrededor de la fallida central de Chernobyl fue evacuada porque sus altos niveles de radiación la hacían peligrosa para la vida humana, pero ahora esta tierra radioactiva es rica en vida salvaje, mucho más que lo que podemos encontrarnos en los alrededores de las megalópolis. Denominamos a la ceniza de las plantas nucleares desechos nucleares y nos preocupamos de como mantenerlos a buen seguro. Me pregunto si en vez de eso podríamos utilizarlos como guardianes incorruptibles de los lugares más bellos de la Tierra. ¿Quién se atrevería a talar un bosque que sirve como almacén de ceniza nuclear?”* (posteriormente comentaré esta opinión en concreto).

De hecho el aporte a la atmósfera de CO₂ debido al uso de combustibles fósiles se ha convertido en uno de los argumentos estrella de los defensores de la energía nuclear, que por otra parte tiene su lógica ya que el funcionamiento de una central nuclear, efectivamente, no produce dióxido de carbono.

Sin embargo creo que las manifestaciones de los mencionados ecologistas no son tan importantes, desde un punto de vista metodológico, como el ya citado informe de MIT, por lo que fundamentalmente me centraré en el mismo.

El estudio se centra sobre cuatro problemas críticos que deben ser afrontados y solucionados para que la opción nuclear pueda extenderse en forma masiva.

Los cuatro puntos son: Coste, Seguridad, Residuos y Proliferación. Procurare hacer un resumen de todos estos puntos para que queden claras las ideas planteadas por el comite del MIT sin que la extensión del mismo sea excesiva.

En una primera introducción se llega a la conclusión que las opciones realistas de reducir el impacto del dióxido de carbono en la atmósfera está reducida a pocas alternativas: Aumentar la eficacia en la producción eléctrica, ampliar las fuentes de energía alternativa, captura del dióxido de carbono en el propio proceso que lo produce y aumentar la producción nuclear. De ahí su apoyo a la opción nuclear.

Para hacer un análisis serio de los cuatro problemas que plantea dicha energía primero deberemos analizar las opciones de producción, que son: Reactores de Agua Ligera (LWR), que se subdividen en Reactores de Agua en Ebullición(BWR) y Reactores de Agua Presión(PWR). Ambos pueden ser de ciclo abierto o ciclo cerrado, según se reprocesen o no los residuos. Si optamos por el ciclo cerrado podemos recuperar parte del uranio no consumido y el plutonio con el que podemos fabricar nuevo combustible.

Otras alternativas son el Reactor refrigerado por Gas (HTGR) y el Reactor Rápido (LMFR) refrigerados por metal líquido (Sodio).

La opción que más convence al MIT es la de los reactores de agua ligera, por ser los reactores que mejor se conocen dada la larga experiencia que se tiene con ellos. No descartan la construcción de otros tipos, pero a largo plazo, cuando se tenga suficiente experiencia con ellos y se hayan resuelto los problemas que puedan presentar. Por otra parte el proceso de reprocesamiento del combustible gastado encarece de forma importante la generación de electricidad, así como la utilización de reactores rápidos (grandes generadores de plutonio) que son mucho más complejos y costosos. También aumenta las posibilidades de que parte del material reciclado vaya a parar a la fabricación de armas nucleares (Pag. 105 -106 – 107 de los Apéndices del Informe del MIT).

La valoración sobre este aspecto es el ciclo abierto sobre el cerrado tiene ventajas en coste, proliferación y ciclo del combustible y desventajas en la eliminación de residuos a largo plazo (Pag. 4 del Informe MIT).

Costes

En el informe se reconoce que la producción eléctrica que en los casos de mantenerse bajos o medios los precios del gas y del carbón el precio del KW/h resulta más caro si procede de origen nuclear. Por ello consideran condición necesaria que: los gastos de

gestión de las centrales nucleares se reduzcan un 8%, los gastos de construcción deben bajar un 25%, el plazo para la misma debe pasar de 5 a 4 años y, por último contemplan la penalización de la producción de dióxido de carbono mediante un cánón o impuesto. En las condiciones mencionadas y, especialmente, si los precios del gas se disparan la energía nuclear será competitiva. (Pag. 41 del informe)

Seguridad

Como ya he comentado, la opción propuesta por el comité del MIT está basada en los Reactores de Agua Ligera, entre otras cuestiones por la experiencia en este tipo de reactores ya que de los 440 reactores en servicio más de 340 son de este tipo.

Los conocimientos acumulados en relación con la energía nuclear desde 1957 incluyen tres accidentes serios (es decir en la escala que mide la gravedad del accidente – del 1 al 7 – nivel 5 o superior. Nivel 5 - Three Mile Island, Nivel 7 – Chernobil) como son Winscale, Three Mile Island y Chernobil y varias en instalaciones del ciclo de combustible (Chelyabinsk, Hanford, Sellafield, Tokai-Mura) aunque se reconoce que se ignora si existe algún inventario completo de este tipo de accidentes, considerando que esta revisión es necesaria. (Nota nº5 del capítulo 6 del informe).

Ante la pregunta de cual es la frecuencia esperada de accidentes graves hay dos formas de calcularlo: la experiencia y el cálculo probabilístico. Si nos atenemos a la primera y teniendo en cuenta que en Estados Unidos han estado funcionando más de 100 centrales LWR (agua ligera) con un total de años de funcionamiento del reactor de 2679 años y que durante este periodo hubo un solo accidente grave, la probabilidad es de 1 cada 2679 años. Por otra parte el cálculo realizado por la Evaluación de Riesgo Probabilístico da como resultado 1 cada 10.000 años de funcionamiento del reactor.

La comisión considera que, para que el despliegue previsto (de 1000 a 1500 reactores de 1000 MW en el periodo 2005-2050) es condición necesaria disminuir la probabilidad de accidente a 1 cada 100.000 años de reactor.

No se excluye la posibilidad de construir también reactores HTGR (Registrado por Gas) pero creen que los necesarios desarrollos técnicos en este tipo de reactores para garantizar su seguridad y funcionamiento retrasarán su implantación de 15 a 20 años. Dado que la potencia media de este tipo de reactor está sobre los 125-350 MW en lugar de los 1000 MW correspondientes a los LWR, si para mediados de siglo los HTGR aportaran 1/3 del potencial propuesto por este informe, debería haber el dos veces más de reactores HTGR que LWR

Ante un posible ataque terrorista, creen que las medidas actuales (en Estados Unidos) son adecuadas. El Electric Power Research Institute realizó una evaluación sobre un posible impacto de un avión contra el edificio de contención llegando a la conclusión de que este resistiría. Sin embargo reconoce que el NRC (Comisión Nuclear Regulatoria) no ha completado aún las pruebas estructurales en el Laboratorio Nacional de Sandía,

considerando necesaria una identificación de posible riesgos y vulnerabilidades y medidas a tomar. Entiende el informe que es asimismo necesario estandarizar estas medidas consideradas válidas a nivel mundial y extenderlas tanto a las instalaciones del ciclo del combustible nuclear (especialmente plantas de reprocesamiento) como a las instalaciones para el almacén de residuos.

Almacenamiento de Residuos

El informe reconoce que este es el problema más difícil con que se enfrenta la Energía Nuclear.

“Hoy, más de cuarenta años después de que la primera central nuclear comercial entró en servicio, ningún país ha tenido éxito aún en la eliminación de residuos nucleares de alto nivel” (cita textual – pág. 53 del Informe).

Sin embargo la comisión del MIT considera viable el almacenamiento geológico profundo, ya sea en instalaciones como la actualmente en desarrollo en Estados Unidos (Yucca Mountain) o bien mediante perforaciones de varios kilómetros de profundidad en estructuras geológicas cristalinas y estables que proporcionen barreras naturales a la filtración de los elementos radiactivos. También apuntan la necesidad de desarrollar y comprobar la capacidad de los contenedores para evitar la corrosión y consiguiente pérdida de contenido.

Aunque se analiza la posibilidad de utilizar los sistemas de reprocesamiento para modificar la composición de los residuos y reducir mediante este método su peligrosidad, no ven positiva esta alternativa porque la reducción de la peligrosidad de los residuos a largo plazo no queda compensada por los mayores riesgos y costes que comporta el proceso.

Proliferación nuclear

La posible proliferación de armamento nuclear como consecuencia de la extensión del uso de la energía nuclear es uno de los elementos que también se consideran en el informe.

Al hecho básico de la posible utilización de la tecnología nuclear civil para fines militares por algún estado, se unen otras como son: la adquisición o robo de material nuclear susceptible de ser utilizado militarmente por terroristas o grupos del crimen organizado, o bien, sin llegar a la construcción de un ingenio nuclear, el armado de una “bomba sucia” (se entiende por bomba sucia aquella que siendo un explosivo clásico, va acompañada de material radiactivo que al esparcirse con la explosión puede contaminar una importante área).

En este apartado, el comité valora positivamente el ciclo abierto. En el ciclo cerrado (PUREX/MOX) se produce una importante acumulación de plutonio. Así este proceso a llevado a varios países europeos, Rusia y Japón a la acumulación de 200 Tm. de Plutonio (25.000 armas usando la definición de la OIEA – 8 kg/arma).

Entre las medidas propuestas, limitar la tecnología del reprocesamiento a determinadas naciones, mayor capacidad de inspección y control de la OIEA y aplicación de medidas sancionadoras a quienes infrinjan las limitaciones impuestas.

Hasta aquí este pequeño resumen.

Contradicciones e incongruencias

Justificación – *Es una medida para reducir la emisión de dióxido de carbono y las consecuencias del mismo*

Las aportaciones de dióxido de carbono a la atmósfera se calculan, según su origen, en la siguiente proporción: la deforestación, con el 12%, y los diferentes usos de energía: residencial/comercial, con el 7%; industrial, con el 9%; transporte, con el 23%; y **generación de energía, con el 13%** (Cristina García Fernández – El Cambio Climático: Análisis de las causas - UNIVERSIDAD EUROPEA-CEES - Departamento de Economía Aplicada – 2001).

La previsión de incremento de producción eléctrica para el periodo 2005 – 2050 es de alrededor de 23 billones de Kilovatios/hora (En total la demanda se situaría en el triple de la producción actual). Según el informe del MIT ello representará duplicar la cantidad de dióxido de carbono que se emite a la atmósfera por este concepto que en estos momentos es de 6.500 millones de toneladas/año.

La propuesta del MIT (1000 a 1500 nuevos reactores que se añadirían a los 440 ya existentes) representaría que del 17% de energía de origen nuclear pasaríamos al 19% en el 2050 y el ahorro previsto en emisiones de dióxido de carbono sería del orden de 1.800 millones de toneladas, si las centrales sustituidas son de carbón (sin sistemas de secuestro de CO₂), o de 800 millones de toneladas, si las centrales sustituidas son de gas. Es decir estaríamos hablando de entre un 13% y un 6% del dióxido emitido debido a la generación de electricidad, que recordemos es solo el 13 por ciento del total emitido por consumo de carbón y combustibles fósiles (es decir una reducción de entre el 0'78% y el 1'65% del total).

Pero en realidad esto tampoco es del todo cierto. Y no es cierto porque no se tienen en cuenta las emisiones de dióxido de carbono indirectas (todos los procesos, incluyendo la minería, la transformación, el enriquecimiento, y construcción de todas las instalaciones). Según la organización alemana Öko-Institut (Instituto de Ecología Aplicada), en una actividad de investigación durante un periodo de más de 20 años (GEMIS – Modelo Global de Emisiones para Sistemas Integrados), la emisión de dióxido de carbono para las centrales nucleares alemanas es de 34 gr de CO₂ por KW/h.

Otros estudios cifran la emisión entre 30 y 60 gr por KW. Una central estándar alemana (1250MW, 6500 h/a) emite indirectamente 250.000 toneladas por año.

Por último, y dado que nos movemos en una economía de mercado (que el informe del

MIT asume sin cuestionarlo en absoluto), no existe garantía alguna que efectivamente el incremento de producción nuclear vaya a sustituir a otra de origen de carbón o gas. Si el incremento de la producción de origen nuclear inhibe el desarrollo en la participación de otras opciones como la Hidrológica, Solar o Eólica, la reducción de emisiones de dióxido de carbono puede ser 0.

Coste.- Rentabilidad de las centrales nucleares.

En el informe del MIT, aunque se reconoce, en principio, la falta de rentabilidad de la opción nuclear, se matiza esta cuestión introduciendo variables, hasta cierto punto especulativas y hasta cierto punto previsibles. En primer lugar se plantea que la falta de rentabilidad es consecuencia de los precios comparativamente bajos de los combustibles fósiles (recordemos que está publicado en 2003), pero que el incremento de coste de los mismos mejoraría sensiblemente la rentabilidad de las centrales nucleares. Especialmente si se grava impositivamente la emisión de dióxido de carbono a las centrales que lo generan directamente.

Otra de las condiciones impuestas por el informe para la consecución de la rentabilidad es la reducción de un año en la construcción de las centrales (de 5 a 4 años) y la disminución de un 8% en los costes de operación y mantenimiento.

Si el cumplimiento de cinco años en la construcción es ya difícil, reducirlo a cuatro puede ser un objetivo de cumplimiento problemático. Debemos tener en cuenta que además de los problemas e incidencias propias de cualquier construcción compleja, en esta tiene especial peso la vigilancia en el cumplimiento de las condiciones de seguridad, lo cual relentiza inevitablemente la propia construcción.

Por otra parte ¿De donde van a ser reducidos los costes de operación y mantenimiento? Si fuera posible hacerlo con facilidad ¿No se habrían reducido ya en las centrales actualmente operativas? ¿Que sentido tiene mantener unos costes más altos, minorando la rentabilidad de la empresa, si es factible su reducción?

En el informe se hace especial hincapié en el incremento del coste de los combustibles fósiles como hecho determinante de la mejora de la rentabilidad nuclear. Pero en las tablas comparativas usadas no se tienen en cuenta todos los efectos de dicha alza. Así el ya mencionado consumo de dichos combustibles fósiles en los distintos procesos del ciclo nuclear (ya comentado en relación a la emisión indirecta de dióxido de carbono) no se computa a efectos de coste en la producción de la energía nuclear. Lógicamente si los combustibles fósiles suben de precio, este repercutirá en el coste de la producción nuclear, con lo que la mejora de la competitividad de las centrales nucleares debido al aumento de precio de los combustibles fósiles no resulta tan directo.

Hasta aquí hemos hablado del precio de los hidrocarburos. Pero ¿Qué pasa con el del Uranio?

En el estudio se parte del precio actual para hacer las comparaciones. ¿Seguirá este precio siendo estable? Veamos, según el estudio estadístico de la Agencia de la Energía Nuclear

OECD de los recursos mundiales de uranio y la demanda, en 2002 el mundo consumió 67.000 toneladas de uranio. Sólo 36.000 toneladas del total fueron producidas a partir de recursos primarios. El resto provino de una variedad de fuentes secundarias, en particular del inventario ex-militar que está siendo liberado conforme los sistemas de armas nucleares son desmantelados. Es decir uranio barato. Pero si multiplicamos por tres o cuatro el número de reactores y la capacidad actual de producción energética también sucederá lo mismo con la demanda de uranio. Si consideramos las leyes de oferta y demanda propias de la economía de mercado, tendremos que esperar un cierto incremento en el precio del mismo, con lo que se agrava la falta de competitividad de la opción nuclear.

Y por cierto ¿Hay reservas suficientes para afrontar el consumo que supondría el plan propuesto?

Reservas de Uranio.- ¿Son suficientes?

Según el informe del MIT sí. En un análisis más económico que técnico llega a esta conclusión. El uranio en la naturaleza es abundante, aunque en grado diverso de concentración de la mena, lo que hace que los costes de extracción puedan variar mucho (no solo económicamente si no también en emisión de dióxido de carbono y coste energético). Para los componentes de la comisión del MIT a los precios actuales del uranio las reservas son de unos dos millones de toneladas, coincidente con la Carta Verde la Energía de la Comisión Europea (EC 2001), que sustrae las fuentes sometidas a la especulación y anota únicamente las reservas probadas de uranio (de 2 a 3 millones de toneladas).

Otras estimaciones incluyen fuentes razonablemente probables de mineral de uranio y colocan la cifra en torno a los 4 y 5 millones de toneladas.

Pero seguidamente afirman que si el precio del uranio aumenta lo suficiente (se doble) hará rentable la extracción de menas más pobres con lo que las reservas pasarían a 30 millones de toneladas, de acuerdo con la afirmación que recogen del Australian Uranium Center que dicen que *si se duplican los precios se multiplicarán por diez las reservas*, lo que cubriría las necesidades del proyecto calculado en 17 millones de toneladas.

Sin embargo esta afirmación basada en criterios puramente económicos no contempla que al valor neto de la energía producida por el uranio debe restársele la energía invertida en el proceso de minería y generación de la energía. Por debajo de una cierta concentración de recuperación de uranio se empleará más energía de la que se obtendrá y por tanto carecerá de sentido su extracción.

Los minerales más productivos de uranio contienen entre 1.000 y 20.000 partes por millón de uranio (ppmU). Otras fuentes potenciales, como las rocas ígneas, tienen concentraciones de uranio en torno a las 4ppmU. El agua del mar tiene una media de contenido de uranio de 0,003ppmU.

En la década de 1970 Peter Chapman (Chapman 1975) calculó el valor umbral, a partir

del cual la energía empleada para extraer el uranio del mineral excede a la energía producida en la central nuclear, el se situa en torno a las 20ppmU. Incluso con avances en el procesado y en el diseño de los reactores es improbable que se consiga bajar de las 10ppmU. Lo cual impone una limitación a la teórica disponibilidad del uranio debido a que una parte de las reservas potenciales se encuentran por debajo de este nivel.

Así pues es más que discutible que existan reservas explotables suficientes para garantizar la cobertura de necesidad de uranio.

Seguridad.- *¿Hasta donde esta garantizada?*

El Informe del MIT limita su proyecto a reactores de agua ligera, al menos en una primera fase, por cosiderar que es la opción mas probada y con experiencia suficiente en temas de seguridad. No obstante pone como codición sine qua non para poder desarrollar la propuesta de despliegue la elevación de la seguridad pasando de una probabilidad de 1 accidente cada 10.000 años de reactor a 1 cada 100.000 años de reactor. Aunque por otra parte también dice que los ingenieros especialistas en centrales nucleares afirman poder dar ya esta garantía. Convendrá aclarár el significado de estas condiciones pues las cifras utilizadas pueden dar lugar a interpretaciones erroneas.

Cuando se afirma que la probabilidad de accidente es de 1 cada 10.000 años de uso del reactor lo que se está indicando es que para calcular la probabilidad de sufrir un accidente deberemos aplicar la siguiente fórmula:

Tasa de riesgo X Número de reactores X Años de funcionamiento = Accidentes esperados

Asi por ejemplo si tenemos 400 reactores funcionando durante un periodo de 25 años con una tasa de 1 cada 10.000, los accidentes esperados serían $400 \times 25 / 10000 = 1$, es decir uno cada 25 años de media.

Si mantenemos la tasa actual y ampliamos el numero de reactores a 1500, utilizándolos durante 50 años nos daría un total de accidentes esperados: $1500 \times 50 / 10000 = 7,5$, aproximadamente uno cada seis años en media, lo que difícilmente sería asumible por la comunidad.

Es por ello que el Informe considera imprescindible situar la tasa en 1 cada 100000 años /reactor para que el número de accidentes esperado se situe en 1 cada 50 años.

Con independencia de valorar si es o no asumible aceptar la posibilidad de un accidente cada 50 años (pensando cínicamente dependerá de lo cerca/lejos que tengamos el reactor y de las condiciones climatológicas imperantes que nos acerquen/alejen los elementos contaminantes), la primera cuestión que se impone es ¿Como determinamos si la tasa señalada está realmente garantizada? La afirmación de los ingenieros responsables del desarrollo de las centrales nucleares son parte interesada y por tanto sería necesaria una investigación independiente que pudiera verificar sus afirmaciones sobre seguridad. No es que crea que mienten ni mucho menos, Pero lo cierto es que, estando convencido que

cualquier profesional en esta materia ha trabajado a conciencia buscando la mayor garantía de seguridad, los accidentes han ocurrido. Pero incluso con esta garantía añadida, solo podremos saber si la seguridad es real cuando las centrales funcionen. Así pues nos lo jugamos a una carta.

Por otra parte una de las defensas más utilizadas por los pro-nucleares a raíz de Chernobyl es que las centrales occidentales, al disponer de cúpula de contención, presentan una seguridad añadida que hace impensable no solo el mencionado accidente si no otros como el de la posible colisión de un avión contra la central (puesto tristemente en la mente de todos a raíz del 11/9).

El propio informe reconoce que aunque se da por aceptado que dicho impacto sería resistido por la cúpula, no se han realizado las pruebas necesarias para confirmarlo y que creen necesaria su realización.

Pero, llegado el caso ¿Como reaccionaría el personal de la central? ¿Con la suficiente calma y sangre fría como para mantenerlo todo controlado? Y las instalaciones exteriores ¿Podrían los daños a las mismas provocar problemas graves en el funcionamiento de la central aunque esta estuviera intacta? Y los residuos de alta actividad almacenados temporalmente en la central. ¿Podría un impacto de tal magnitud proyectarlos a distancia considerable provocando una alta contaminación?(equivalente a una bomba sucia).

Buena parte de estas preguntas son también aplicables a los otros procesos del ciclo del uranio (Concentración y fabricación del combustible, reprocesamiento, almacenaje de residuos, transporte de combustible y residuos)

Creo que se está muy lejos de poder garantizar la seguridad en el ciclo nuclear.

Residuos.- *¿Existen soluciones válidas?*

El Informe del MIT plantea la necesidad de dar solución al problema de los residuos si el despliegue de centrales tiene que darse en los términos propuestos por esta comisión. De hecho el propio informe reconoce que hasta hoy ningún país ha desarrollado una solución satisfactoria.

Cabe diferenciar varios tipos de residuos: Los de alta intensidad, los de media o baja intensidad, los de larga vida y los de corta o media vida y por último la propia estructura de la central que, agotada su vida útil, contendrá elementos estructurales contaminados.

Dentro del grupo de residuos de corto y medio plazo esta el estroncio-90 y el cesio-137, con una vida media de 30 años. Esto quiere decir que si partimos de, por ejemplo, 100 kg de residuos de cualquiera de estos dos elementos, dentro de 30 años aún quedarán 50 Kg, dentro de 60 años 25 kg, dentro de 90 años 12'5 kg, dentro de 120 años 6'25 kg y así sucesivamente.

Otros productos de la fisión son el ameridio-243, con una vida media de 7370 años y el

ameridio-241, con una vida media de “solo” 432 años pero 17 veces más radioactivo que el anterior. El plutonio está presente en sus variantes 238 con vida media de 87,7 años, 239 con vida media de 24.360 años, 240 con vida media de 6560 años y 241 con vida media de 14,4.

El conjunto de los productos que constituyen los residuos nucleares mantiene su actividad radioactiva según la siguiente escala:

A los 10 años	700000 curios por tonelada
A los 100 años	60000 curios por tonelada
A los 1000 años	3000 curios por tonelada
A los 10000 años	600 curios por tonelada
A los 100000 años	30 curios por tonelada

El método planteado por el Informe para determinar la toxicidad de los residuos se basa en el volumen de agua necesario para diluir los isótopos radioactivos de tal forma que una persona, bebiendo dos litros de agua al día durante un año, no sufriera consecuencias. Se parte de una dosis considerada tolerable de 50 mrem (en Europa este límite está en 20 mrem). El informe llega a la conclusión que sería necesario el transcurso de 150.000 años para llegar hasta este nivel de seguridad.

Los dos sistemas que baraja el informe son el actualmente en estudio y desarrollo de almacenaje profundo en Yucca Mountain (Estados Unidos) consistente en un laberinto de túneles en el interior de la montaña de casi 200 Km. Y en relación al cual el gobierno norteamericano ha establecido normas para garantizar su seguridad durante 10.000 años.

Una cosa provoca mi curiosidad: ¿Qué medidas se han tomado para garantizar que quienes puedan vivir dentro de 3000, 4000, 8000 o quizás 12000 años puedan entender las indicaciones, los signos de advertencia, etc, que indican el peligro que representa lo almacenado allí?. Sería mucho esperar que transcurrido tanto tiempo siga utilizándose el inglés actual.

Otro sería la excavación de pozos profundos, todavía pendiente de estudio su viabilidad.

En ambos casos los residuos deben estar en contenedores sellados realizados con materiales que resistan la corrosión para evitar el escape y posible filtrado de su contenido, ya que ello pondría en peligro de contaminación de capas freáticas a través de las cuales el agua contaminada podría llegar a los humanos.

Después de todo el contenido de los depósitos es altamente corrosivo y radiará calor durante mucho tiempo. La potencia térmica no descenderá de los 2000 vatios de calor por tonelada hasta que no hayan transcurrido 10 años

Aun cuando Estados Unidos lleva más de quince años intentando poner en marcha el almacén geológico profundo de Yucca Mountain, en el desierto de Nevada, sin conseguirlo (lo que ha supuesto gastos multimillonarios), el estudio hace hincapié en la necesidad de "un amplio y equilibrado programa estratégico de desechos para preparar el

camino de una posible expansión del programa nuclear". De hecho, para almacenar los restos contaminados que produciría el programa que plantean se requeriría "la construcción en distintas partes del mundo de un almacén como el de Yucca Mountain cada tres o cuatro años". Un reciente escándalo, provocado al descubrirse la falsificación de mediciones de filtraciones de agua en Yucca Mountain, puede representar el fin de este proyecto, lo cual plantearía otro gran interrogante acerca de las bases sobre las que podría desarrollarse el programa estratégico de residuos propuesto en el informe.

En cuanto a la posibilidad de utilizar técnicas de separación y transmutación de desechos (cuyo objetivo es transformar los isótopos radiactivos en otros de vida más corta), que redujeran su volumen y acortaran su periodo radiactivo, los autores concluyen que "sólo basándose en consideraciones relativas a la gestión de los residuos no puede justificarse que los beneficios derivados de esos métodos sean superiores a sus costes económicos y a los riesgos inherentes a la seguridad, la salud y el medio ambiente" que acarrearán estos procesos. Por ello se inclinan por "sustituir el almacenamiento actual junto a los reactores por una estrategia explícita de acumulación temporal centralizada para unas cuantas décadas", a la espera de una solución definitiva que hoy no se vislumbra.

Por último remarcar que los costes, tanto económicos como energéticos del mantenimiento de estos sistemas de almacenamiento, por un lado encarecen la producción eléctrica de las centrales nucleares reduciendo su competitividad (el sistema de perforaciones profundas aún no ha sido evaluado tampoco en cuanto a costes), por otro pueden cuestionar la eficacia real de producción de energía al requerir una gran cantidad de ésta solamente para el mantenimiento de los residuos.

Proliferación nuclear.- ¿Puede controlarse a la vez que se expande su uso para la producción eléctrica?

En vista de las consecuencias militares, políticas y de terrorismo que comportaría una difusión masiva de la tecnología nuclear, los expertos de la comisión entienden que no debería extenderse la alternativa atómica sin que "el riesgo de proliferación derivado de las operaciones comerciales se reduzca hasta niveles aceptables". En este sentido, recomiendan restringir las instalaciones de reprocesamiento y enriquecimiento a pocos países, y alimentar todos los reactores con un "ciclo abierto de combustible", es decir, sin recuperar el plutonio y el uranio del material irradiado.

Para ello sería necesario modificar el Tratado de No Proliferación Nuclear (TNP) que, en su forma actual, permite a cualquier país enriquecer y reprocesar uranio para aplicaciones comerciales.

Pero esto implica la cesión de la soberanía y el control sobre la obtención del combustible nuclear, máxime cuando en muchos casos el mineral de uranio se encuentra en países a los que no se les permitiría su reprocesamiento y enriquecimiento.

¿Estarán la mayoría de las naciones dispuestos a someterse a unos pocos países ricos y poderosos?

Para finalizar.-

En los párrafos iniciales de este documento prometía volver sobre las declaraciones de

James Lovelock. Comenta en su texto que la vida ha logrado soportar las condiciones existentes en las cercanías de Chernobil. Ciertamente la naturaleza tiene la capacidad de adaptarse al entorno. Tanto es así que probablemente incluso nosotros, los humanos, tendríamos esta capacidad y a la vuelta de varias generaciones, nuestros descendientes serían capaces de sobrevivir en entornos de un cierto grado de radioactividad. Pero todo tiene un precio. En este caso sería ver morir a buena parte de nuestros seres queridos o morir nosotros mismos por culpa de la radiación, sobreviviendo solo aquellos cuya resistencia y capacidad adaptativa fuera la más adecuada.

¿Estamos dispuestos a pagar este precio? Yo, desde luego, no. Y tampoco quiero vivir en un lugar donde haya “zonas prohibidas”

No se si James Lovelock tiene familia. Si es así no parece muy preocupado por ella. Supongo que en la recta final de su vida(87 años) tampoco le preocupa la suya. Y el resto le imputamos un bledo. Al parecer solo siente interés por ese invento suyo de “Gaia”