

La Energía Nuclear:

Mala alternativa Ambiental

La energía es uno de los requisitos esenciales de la vida. Sin ella no sólo no sería posible nuestra propia existencia sino que toda nuestra actividad quedaría paralizada.

Por ello no podemos concebir una sociedad como la actual sin energía. Para nosotros, la disponibilidad de la energía significa accionar motores en fábricas, bombear agua para riego, iluminar ciudades, mover transportes... La escasez o su presión del suministro de energía implicaría el retroceso de la humanidad hasta puntos sólo compatibles con un mundo básicamente desenergetizado.

Encontrar recursos energéticos casi inagotables, baratos y no contaminantes ha sido un afán del hombre casi desde el primer momento. Los combustibles tradicionales (carbón, petróleo, gas...) resultan caros, contaminan y son escasos. El gran salto cuantitativo lo dio el descubrimiento, hacia 1938-1939, de la fisión, esto es, la separación del núcleo de un átomo en otros elementos, y libera gran cantidad de energía. Desgraciadamente esta energía, a pesar de su rendimiento, es también altamente peligrosa –recuérdese que uno de sus primeros usos fue el militar en Hiroshima y Nagasaki. Ténganse en cuenta también los desastres de Chernobyl y las fugas más recientes en Japón y Corea del Sur, aparte de las que no se dan a conocer.

Se estima que entre un 10 y 15 por ciento de la energía eléctrica mundial es provista por plantas nucleares.

El problema nuclear está ahí, y es previsible que acompañe a la humanidad durante muchísimo tiempo (seguramente todo el tiempo), por eso se impone cuanto antes una solución, ya que hasta entonces no habrá futuro para la humanidad. Vivimos pendientes de un hilo aunque parezca que la situación internacional está en relativa calma, pero nadie nos dice que dentro de un año las cosas se pongan tan mal que cualquier fallo suponga un holocausto nuclear y, sin género de duda, el fin de la humanidad. Además siempre existe la amenaza terrorista y la venta de los arsenales rusos a la mafia junto con la famosa desaparición de los maletines nucleares.

¿Que es la Energía Nuclear?

La energía nuclear debe su nombre a que se basa en el poder de los núcleos de los átomos, por lo que debemos definir qué es un átomo, lo cual no resulta del todo fácil. Como aproximación baste decir que es la partícula más pequeña de un elemento químico que entra en combinación para formar dicho elemento.

Ciertos elementos tienen la propiedad de transformarse por la desintegración natural de otros elementos, como resultado de modificaciones producidas en sus núcleos atómicos, emitiendo radiaciones corpusculares o electromagnéticas. Todos los elementos de número atómico superior a 83 son radioactivos; algunos elementos cuyo número es inferior a 83 también son radioactivos.

La energía nuclear es la que se libera como resultado de cualquier reacción nuclear. Esta energía puede obtenerse por fisión o por fusión.

- La fisión: Un elemento (neutrón) rompe un núcleo pesado en otros 2 más ligeros, liberando varios neutrones y gran cantidad de energía.
- La fusión nuclear: Es la unión de 2 núcleos ligeros para formar otro más pesado con liberación de energía.

En las reacciones nucleares se libera una extraordinaria cantidad de energía y ello es debido a que en dichas reacciones se produce una disminución neta de masa que se transforma directamente en energía. La enorme cantidad de energía liberada en estas reacciones, se puede utilizar en la producción de electricidad.

La fisión consiste en romper un núcleo pesado en otros 2 más ligeros, liberando varios neutrones y una gran cantidad de Energía. La masa total de los productos es algo inferior a la del núcleo inicial, en el denominado defecto de masa que se transforma en energía según la ecuación de Einstein $E = mc^2$

En 1939 Hahn y Shassman logran romper un núcleo pesado en Uranio-235 bombardeándolo con neutrones. Los neutrones desprendidos pueden romper otros núcleos de Uranio-235, que al fisionarse liberan nuevos neutrones iniciando una reacción en cadena.

El Uranio, de número atómico 92, es el combustible por excelencia, con un contenido isotópico en su estado natural de 0.71% en átomos de Uranio-235. Se encuentra en la naturaleza en una proporción del 0.004%, es decir, es unas 800 veces más abundante que el oro, unas 40 veces más abundante que la plata, y tanto como el plomo y el cobalto.

Existen distintos combustibles nucleares. A pesar de que existe un solo combustible nuclear natural, el Uranio 235, hay varios combustibles artificiales, el más importante es el Plutonio 239. Este elemento está ligado al denominado ciclo de regeneración. Un reactor nuclear ordinario, alimentado con los materiales adecuados, produce en su propio interior durante su funcionamiento materiales fisionables artificiales, entre los que se encuentra en proporción notable el Plutonio 239. De este modo, durante el funcionamiento normal, se producen acumulaciones de Plutonio 239, que a su vez se utiliza de nuevo en otros reactores (reactores veloces) para generar nueva energía.

Las reservas de Uranio natural podrían proporcionar un volumen de energía equivalente al 60% de las reservas de petróleo, sobre la base de su utilización en los actuales reactores nucleares térmicos.

El plutonio no se encuentra en la naturaleza ya que sus isótopos tienen vidas medias inferiores a la de la tierra, razón por la cual, el posible plutonio existente ha dejado de existir. Su producción tiene lugar en reactores nucleares mediante las reacciones de captura de neutrones con el U-238.

El Torio es más abundante en la corteza terrestre que el Uranio pero sólo existe un isótopo de éste (el Th-232) por ello su empleo en reactores nucleares es muy limitado y hasta el momento no se ha empleado en los reactores nucleares comerciales.

Estos combustibles deberán prepararse para su empleo en reactores nucleares, mediante la forma mecánica adecuada a cada tipo de reactor.

En la fisión nuclear, un núcleo pesado como el Uranio 235, es dividido generalmente en dos núcleos más ligeros debido a la colisión de un neutrón (recordemos que un átomo se compone básicamente de electrones, protones y neutrones). Como el neutrón no tiene carga eléctrica atraviesa fácilmente el núcleo del Uranio. Al dividirse éste, libera más neutrones, que colisionan con otros átomos de Uranio creando la conocida reacción en cadena, de gran poder radioactivo y energético. Esta reacción se produce a un ritmo muy acelerado en las bombas nucleares, pero es controlado para usos pacíficos. En cambio, la fusión consiste en la unión de dos núcleos ligeros (Litio y Deuterio) en uno más pesado (Helio)– aunque la suma de su masa es menor que la masa de los núcleos reaccionantes, pues esa pérdida se ha convertido en energía –, obteniéndose del orden de 4 veces más energía que en la fisión. Dicha energía se produce en virtud de la famosa Teoría de la Relatividad formulada por Albert Einstein, $E=mc^2$ (Energía = masa por el cuadrado de la velocidad de la luz en el vacío), ya que aquella ni se crea ni se destruye, sino que se transforma. Hemos transformado masa en energía.

La energía desarrollada en el interior de un reactor nuclear se manifiesta externamente en forma de

producción de calor. Si por el núcleo del reactor, es decir, la parte central en la que tiene lugar la reacción nuclear, se hace circular un fluido (por ej. un metal en estado líquido como sodio, mercurio, bismuto y plomo) a expensas del calor emanado del reactor para cederlo, a través de los conductos adecuados, al agua, ésta al transformarse en vapor, se encargará del movimiento de una turbina. La turbina accionará por su parte un alternador, generando energía eléctrica que puede remitirse a través de la red de distribución. A su vez, enfriado el fluido, podrá reformar de nuevo al núcleo, repitiendo así sucesivamente el ciclo. Lo expuesto constituye la base del funcionamiento de las centrales termonucleares.

La realización práctica del esquema teórico expuesto, comparte grandes dificultades de orden tecnológico. En efecto, las centrales nucleares que hoy día funcionan en el mundo, al igual que las que se encuentran en fase de estudio o de proyecto, emplean distintos tipos de reactores, según el tipo de combustible nuclear de que se dispone. Ni siquiera en la actualidad los técnicos especializados del sector están completamente de acuerdo en cuanto al tipo de reactor más práctico y económico, y los diversos tipos en funcionamiento dependen mucho de las diversas mejoras que los científicos han sabido aportar a los distintos modelos.

Por fusión nuclear se entiende la unión de núcleos ligeros para formar otro más pesado y estable con gran desprendimiento de energía. La energía necesaria para que los núcleos reaccionan se puede suministrar en forma de energía térmica (reacciones termonucleares) o utilizando un aparato: acelerados de partículas.

En el sol la temperatura es suficiente para que se produzca la fusión de los núcleos del Hidrógeno. Esto da origen a la Energía que el sol irradia por todo el sistema planetario.

El aprovechamiento de la energía de fusión para la obtención de energía eléctrica está todavía en fase de investigación.

Fue justamente el físico alemán Albert Einstein quien permitió el desarrollo de la energía nuclear. Su famosa relación entre masa y energía es una de las claves para estudiar la fusión nuclear. Einstein, un pacifista, también se dio cuenta de los riesgos que significaba este avance si caía en manos de los señores de la guerra.

En 1938, un año antes de que estallara la Segunda Guerra Mundial, los químicos alemanes Otto Hahn y Fritz Strassman, conjuntamente con la física austríaca Lisa Meitner, descubrieron el fenómeno de la *fisión nuclear* que, como se comprobó posteriormente, puede liberar cantidades enormes de energía. En realidad la fisión había sido producida desde 1934 por Fermi en Italia y por Irene y Frederic Joliot-Curie en Francia, pero la interpretación correcta de los resultados de bombardear átomos, utilizando como proyectiles neutrones, no se estableció hasta 1938.

En su experimento Otto Hahn bombardeó uranio con neutrones lentos, esto produjo núcleos de bario, cuya masa es aproximadamente la mitad de la de los núcleos de uranio; este resultado desconcertó al químico alemán. Hahn comunicó por carta su descubrimiento a una antigua compañera de investigaciones, Lisa Meitner, quien huyó de Berlín y se refugió en Suecia cuando empezó la persecución de judíos. Esta investigación, después de analizar la correspondencia de su colega, concluyó que lo que debía haber pasado era que los núcleos de uranio se habían dividido durante el proceso, es decir, fisión, palabra nueva que ella y su sobrino, el físico Otto Frish, emplearon para designar lo que había sucedido.

Niels Bohr se enteró casi inmediatamente del descubrimiento, pues se encontraba en Copenhague, donde trabaja Frish. En enero de 1939 lo dió a conocer en una reunión científica celebrada en Washington. Varios físicos europeos que habían emigrado a Estados Unidos, entre ellos Wigner y Szilard, se preocuparon porque pensaron que Alemania intentaría construir una bomba atómica. La fisión nuclear en cadena de los núcleos pesados podría convertirlos en núcleos más ligeros, con lo que se obtendría una gran cantidad de energía, que al producirse en forma incontrolada y muy rápida daría lugar a una explosión de enorme potencia.

En el verano de 1939 los físicos húngaros que trabajaban en Estados Unidos, Szilard y Teller, visitaron a

Einstein para proponerle que escribiese una carta al presidente Roosevelt advirtiéndole del peligro de que Alemania se adelantara en la construcción de una bomba atómica. Einstein acepto y escribió una carta en alemán que fue traducida por Szilard y enviada a Roosevelt el 2 de agosto. El texto de la carta es el siguiente:

Señor:

Cierto trabajo reciente de Fermi y Szilard que me ha sido presentado en forma manuscrita, me hace penar que en un futuro muy cercano el uranio podrá transformarse en una nueva fuente importante de energía. Según parece, ciertos aspectos de la situación reclaman vigilancia y, de ser necesario una actuación rápida por parte de la administración. Por lo tanto considero mi deber someter a su atención los hechos y las recomendaciones siguientes:

En el curso de los últimos cuatro meses se ha visto la posibilidad – por los trabajos de Joliot en Francia, así como los de Fermi y Szilard en América – de iniciar reacciones nucleares en cadena en una gran masa de uranio, con lo que se generarían grandes cantidades de energía y volúmenes importantes de nuevos elementos similares al radio. Parece casi seguro que esto pueda lograrse en un futuro inmediato.

Este nuevo fenómeno conduciría también a la construcción de bombas; puede suponerse, aun con menos seguridad, que existe la posibilidad de fabricar bombas sumamente potentes de un nuevo tipo. Una sola arma de este tipo, que se transportara en un buque y se hiciera explotar en un puerto, podría destruir todo el puerto junto con cierta fracción de territorio circundante. Sin embargo, es muy posible que estas bombas resulten demasiado pesadas para ser transportadas en avión.

Los Estados Unidos únicamente tienen minerales pobres en Uranio. Se encuentran buenos minerales en Canadá y en lo que fue Checoslovaquia, y la fuente más importante de uranio se ubica en el Congo Belga. En vista de la situación, quizá le parezca conveniente mantener algún tipo de contacto permanente entre la administración y el grupo de físicos que trabajan en la cuestión de reacciones en cadena de los Estados Unidos. Una posibilidad de lograrlo podría ser que usted se lo encargara a una persona que goce de su confianza y que quizá podría ayudar sin desempeñar un puesto oficial. Su tarea podría ser la siguiente:

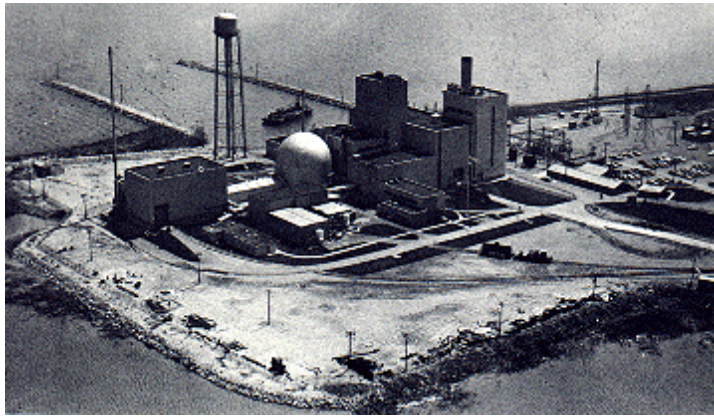
- Tener contacto con departamentos de gobierno, mantenerlos informados acerca de los nuevos adelantos y formular recomendaciones para la actuación del gobierno, prestando atención especial al problema de que los Estados Unidos se encuentren bien abastecidos de mineral de uranio.
- Acelerar la labor experimental que actualmente se esta llevando a cabo dentro de las limitaciones de los presupuestos de laboratorios universitarios, proporcionando fondos, si son necesarios, mediante sus contactos con particulares deseosos de aportar contribuciones con esta causa, y quizá también logrando la cooperación de laboratorios industriales que cuenten con el equipo necesario. Tengo entendido que Alemania ha detenido cualquier venta de Uranio en las minas de Checoslovaquia, que ocupó. El que haya actuado en esta forma podría quizás explicarse el hecho de que el hijo del subsecretario de Estado de Alemania, Von Weizacker, esta ligado con el Instituto Kaiser Wilhelm de Berlín, en el que actualmente se vuelven a llevar a cabo algunos de los experimentos alemanes sobre uranio.

Muy Atentamente

A. Einstein

El 19 de octubre de ese año, cuando ya se había iniciado la guerra en Europa, Roosevelt envió a Einstein una breve nota en que señalaba que había encontrado importante su información que había reunido un consejo integrado por el jefe de Oficina de Normas y por representantes designados por el Ejército y por la Marina para investigar a fondo las posibilidades de su sugerencia respecto al uranio. Casi inmediatamente se formo la Comisión Consultiva del Uranio, con la que Einstein tuvo algún contacto informal, ya que no era miembro oficial; ese contacto termino en abril de 1940, cuando la comisión fue reorganizada.

¿Cómo funciona la energía nuclear?



La Energía nuclear está basada en una tecnología obsoleta. Desde el comienzo de la revolución industrial, hace 250 años, la civilización industrial ha obtenido la mayor parte de su energía hirviendo agua para producir vapor. Los reactores nucleares representan el último paso en la técnica del motor de vapor, en el que una reacción en cadena en forma sostenida produce calor, en lugar de reacciones químicas, como por ejemplo en la combustión del carbón. Pero, actualmente, las nuevas concepciones tecnológicas, tales como la física cuántica, la dinámica de fluidos, y la electrónica, corroboran la validez de las nuevas tecnologías de producción eléctrica para el siglo XXI: tales como la tecnología solar, eólica y mareomotriz.

La primera demostración de fisión nuclear sostenida y controlada fue lograda por el físico italiano Enrico Fermi en 1940, en la Universidad de Chicago, lo que abrió paso a las aplicaciones industriales de la energía nuclear.

La utilización industrial de la energía nuclear se obtiene mediante la fisión o ruptura de un núcleo pesado que contiene un gran número de protones y neutrones, como el uranio 235. La fisión se obtiene por el impacto de un neutrón sobre el núcleo, lo que va acompañado por una producción de energía en forma de calor, causada por la pérdida de masa y la producción de productos de la fisión. Simultáneamente se produce la liberación de dos o tres neutrones, que se mueven a velocidades del orden de 20000 km/seg. Estos neutrones pueden provocar a su vez la fisión de otros núcleos de uranio 235, así se mantiene una reacción en cadena. Para aumentar la probabilidad de colisión de los neutrones con otros núcleos, conviene disminuir la velocidad a 1 km/seg, para lo cual se usa un moderador, que en el reactor de Fermi y en los primeros reactores comerciales instalados en Francia e Inglaterra, fue el grafito. En los reactores comerciales actuales se usa como regulador agua normal (también llamada agua ligera), en cuyo caso es necesario enriquecer un poco el uranio, o sea aumentar la proporción de uranio 235, que es el material fisible y que en la naturaleza representa únicamente el 0.7% del mineral de uranio; o bien agua pesada (deuterio) en cuyo caso no hay que enriquecer el uranio. El uranio 238 que constituye el 99.3% restante del mineral de uranio, no es fisible, o sea no se presta a la fisión de su núcleo; pero por captura de un neutrón se convierte en plutonio 239, un elemento artificial que si lo es. Por esta propiedad el uranio 238 se llama material fértil.

El proceso de fisión produce una gran cantidad de energía en forma de calor, que se utiliza para producir vapor de agua y mover una turbina que a su vez impulsa a un generador de energía eléctrica. La energía obtenida de la fisión de un kilogramo de uranio es equivalente a la que se obtiene quemando 2800 toneladas de carbón.

Otra forma de obtener grandes cantidades de energía es mediante la fusión de núcleos ligeros, para formar núcleos más pesados. Esta reacción de fusión, que es la que se produce naturalmente en el sol y que se utiliza en la bomba de hidrógeno, requiere de temperaturas muy elevadas, del orden de 100 millones de grados. Para producir la fusión en forma controlada, los núcleos ligeros en forma de plasma deben confinarse a altas densidades y temperaturas durante un periodo suficiente para obtener la fusión.

La investigación y el desarrollo para tratar de demostrar experimentalmente la realización de la fusión nuclear sostenida, se realiza actualmente siguiendo dos procedimientos diferentes. El primero consiste en el estudio de varios sistemas de confinamiento magnético de plasma; el sistema más prometedor actualmente es llamado Tokamak, desarrollado inicialmente en la Unión Soviética. El segundo procedimiento consiste en la investigación de la factibilidad de iniciar la fusión nuclear mediante un láser de alta energía y usando confinamientos inerciales; los primeros resultados de carácter preliminar se obtuvieron en Estados Unidos en 1974.

Un reactor nuclear debe diseñarse de tal modo que, de los neutrones producidos por cada fisión sólo uno pueda provocar una segunda fisión. Sólo así el reactor trabajará de forma estable. Si más de un neutrón procedente de una fisión provoca una segunda fisión, el reactor se acelerará, convirtiéndose en una bomba atómica, y si es menos de uno, el reactor irá perdiendo potencia hasta detenerse.

Los neutrones producidos en cada fisión (neutrones rápidos) viajan a gran velocidad – a unos 16000 Km./s – y tienden a escapar del reactor sin llegar a producir la segunda fisión. Utilizando un **moderador** se disminuye su velocidad, convirtiéndolos en neutrones lentos, para que alcancen el núcleo con más eficacia.

Además los reactores están recubiertos de una pesada protección (blindaje) destinada a parar las radiaciones producidas por los rayos con mayor poder de penetración (rayos gamma y neutrones).

Los reactores nucleares se pueden clasificar según varios criterios, según sean sus distintos constituyentes:

- a) Según el combustible
- b) Según el moderador.
- c) Según el material utilizado como refrigerante
- d) Según la velocidad de los neutrones que producen las reacciones de fisión, los cuales se clasifican en:
 - Reactores rápidos
 - Reactores térmicos

Los más importantes de todos son los reactores **rápidos**. En ellos el combustible de plutonio se rodea de una capa de U-238 (uranio 238). Éste, al ser alcanzado por los neutrones, se transforma en Pu-239 (plutonio-239).

Si se regula convenientemente el flujo de neutrones se puede conseguir que la capa de U-238 que rodea al combustible se genere más plutonio del que se consume. Esto es, el reactor rápido, a la vez que es productor de energía térmica como los demás reactores, es una fábrica de combustible nuclear, se transforma en Pu-239. Por esta razón se denominan también reactores reproductores.

La importancia en el futuro de estos reactores será enorme, ya que permitirán un aprovechamiento del Uranio 60-70 veces mayor que hoy. Aunque técnicamente su explotación está sólo iniciada.

Los reactores nucleares "térmicos" y los reactores "reproductores rápidos" sólo nos podrían ofrecer un suministro potencial de energía limitado. La energía nuclear tiene como base un combustible de por sí escaso. El uranio no es más abundante en la corteza terrestre que el molibdeno, el tungsteno o el arsénico, es un recurso limitado.

La única posibilidad de prolongar la vida de la industria nuclear, dada la escasez del uranio, consiste en la

utilización de los reactores llamados "reproductores rápidos". Estos reactores se alimentan, no solamente de uranio, sino también, en parte, de plutonio, y regeneran más plutonio como consecuencia de la reacción. El problema es que el plutonio además de ser el material utilizado para las bombas nucleares, es un material mortalmente peligroso por su propia naturaleza. Puede ser fatal si se inhala en cantidades microscópicas. Una millonésima de gramo de plutonio es mortal, y el núcleo de un reactor de este tipo puede contener hasta 10 toneladas lo que implica riesgos inaceptables.

Los reactores "reproductores rápidos" difieren de los tipo térmico, en que no utilizan moderadores para frenar los neutrones a velocidades térmicas, sino usan neutrones rápidos en la reacción nuclear. Esto significa que trabajan a temperaturas más altas que la mayoría de los reactores térmicos. Los reactores rápidos usan, por ello, una corriente de metal líquido a través del reactor, para refrigerar y transportar la energía térmica que calienta el agua que moverá los generadores eléctricos. Pero, desgraciadamente, el material utilizado, el sodio, reacciona de forma explosiva al contacto con el agua a altas temperaturas, y es altamente inflamable al aire libre. Además, el uso del plutonio como combustible presenta peligros reales, no sólo químicos, sino también de explosión nuclear. Con esta combinación de plutonio, sodio líquido y agua a altas temperaturas, los reactores rápidos presentan problemas técnicos específicos, y riesgos particularmente graves.

La industria nuclear sostiene en teoría que, con el reprocesado del combustible nuclear quemado y el reciclado del plutonio a través de los reactores reproductores rápidos, se incrementará la capacidad energética del combustible de uranio original en unas 60 veces. Esta vía llamada "economía del plutonio", es el fundamento que usa la industria nuclear para su protensión de que, con el reprocesamiento y el uso de reactores rápidos se prolongará la existencia de la opción nuclear más allá de las próximas décadas.

Pero, después de treinta años de desarrollo, esta esperanza está siendo abandonada por la industria nuclear. Tras todo un abanico de decepciones y desastres, la mayoría de los países, que han invertido colectivamente miles de millones de dólares en el desarrollo o investigación de los reactores reproductores, dudan de la viabilidad técnica o económica de éstas máquinas.

En síntesis, ni los reactores térmicos ni los rápidos prometen un suministro energético para el futuro. La respuesta a este problema esta en la utilización de energías renovables y en la conservación y eficiencia energética.

El combustible para un reactor de fusión consiste en los isótopos menos comunes de hidrógeno que está domésticamente prontamente disponible y es esencialmente inagotable. El uso potencial de combustible del deuterium (un isótopo pesado de hidrógeno) junto con el lithium engendrar tritium podrían mantener bastante energía los miles de años a los niveles actuales de demanda de poder mundial.

El proceso es similar a eso que los poderes el sol y otras estrellas. Las fusiones energía-productores eficaces requieren ese gas de una combinación de isótopos de hidrógeno – el deuterium y tritium – se calienta a temperaturas muy altas (100 millones de grados centígrado) y confinó durante por lo menos un segundo. Una manera de lograr estas condiciones es usar encierro magnético. La configuración más prometedora es en la actualidad el Tokamak, una palabra rusa para una cámara magnética torus-formada.

¿Y que costo tiene la energía nuclear?

La construcción de plantas nucleares para producir electricidad requiere gran concentración de capital. En la fase de construcción se requieren grandes inversiones, que son compensadas por gastos de explotación y de combustible relativamente bajos, durante la vida útil del reactor. El método contable utilizado generalmente en la industria eléctrica, distribuye los costos del capital a lo largo de la vida útil de la central, de forma que la inflación tiende a disminuir el valor aparente de la inversión inicial. Minimizando los gastos del capital de esta forma, el combustible nuclear aparenta ser más barato que el carbón. Sin embargo en Francia, donde cerca del 70% de la producción de electricidad es de origen nuclear, la industria eléctrica tiene una deuda aproximada

de 30.000 millones de dólares. A pesar de las cuantiosas subvenciones estatales, que la empresa Electricite de France recibe para desarrollo nuclear, es el mayor deudor extranjero en Wall Street. La energía nuclear claramente no ha sido un éxito económico.

Los cálculos oficiales del costo de la energía nuclear consideran únicamente los costos directos de construir y operar los reactores, más la extracción, procesamiento y transporte del combustible. No toman en cuenta los costos indirectos a la sociedad producto de los daños ambientales y de salud, ni los costos de los accidentes, limpieza, almacenamiento de desechos nucleares y desmantelamiento de reactores antiguos.

La energía nuclear es una inversión trágicamente mal dirigida. No solamente contamina el medio ambiente y desestabiliza la seguridad, sino que hace mal uso de preciosos recursos financieros, así como de expertizaje científico e ingenieril. Entonces, ¿por qué se promueven y construyen nuevos reactores nucleares, produciendo cada vez más plutonio tóxico y desechos radioactivos? Una respuesta es la búsqueda del lucro –incentivada parcialmente por los subsidios gubernamentales y créditos bancarios a las empresas nucleares, lo que mantiene viva a esta mortal industria.

Más aún, los países que utilizan materiales radioactivos para producir energía acceden al dudoso club mundial de los países poseedores de armas nucleares. Mientras cinco de los asientos permanentes en el Consejo de Seguridad de Naciones Unidas estén asignados a los cinco estados declaradamente nucleares, el supuesto de que el acceso a las armas nucleares es igual al poder mundial estimulará a los países a perseguir la energía nuclear y por ende, el potencial de armamento nuclear, a fin de aumentar su influencia sobre los asuntos mundiales.

Las centrales nucleares no sólo son peligrosas sino que son una de las formas de generar electricidad menos rentables que existen.

El tiempo revoca el gran fracaso económico de una de las energías más caras y subvencionadas que existen, por toda la serie de costes externos que conllevan: gestión de residuos radiactivos, responsabilidades caso de caso de accidentes, – tratamiento y compensación a los afectados–, daños a actividades económicas (agricultura, ganadería, turismo...) y al medio ambiente, etc., entre otras.

Podemos hacer un análisis económico de la energía nuclear desde dos puntos de vista: macroeconómico, la energía nuclear dentro del mundo industrializado; microeconómico, considerando una instalación nuclear concreta y evaluando su rentabilidad.

La aplicación nuclear fundamental desde el punto de vista económico es la producción de energía eléctrica. Así, las centrales nucleares pueden considerarse como un tipo especial de centrales térmicas, que tradicionalmente habían sido de combustibles fósiles.

Si se relacionan la potencia de una central y el tiempo que genera energía obtenemos que en la satisfacción de demanda, la energía hidráulica satisface la punta de demanda, la térmica de otros combustibles (fuel–oil, gas), en segundo lugar y la hidráulica fluyente, la nuclear y el carbón en último lugar.

La relación entre la potencia y el tiempo en una central nuclear se ve poco favorecida ya que requieren un tiempo considerable para efectuar la parada y el arranque ya que debido a la estructura del Kw/h producido, las centrales han de funcionar en base, es decir, de forma continuada. Sin embargo las turbinas hidráulicas necesitan tiempos pequeños de arranque y parada.

La primera época de promoción de las aplicaciones de la nuclear aprovechó enormemente los subproductos de la anterior investigación militar, a lo que se suma los fuertes impulsos gubernamentales, lo que resultó ser un escenario económico muy favorable para las centrales nucleares, que no tuvieron que demostrar a priori su rentabilidad en aquellos años cincuenta.

Pero las empresas eléctricas tuvieron que comenzar pronto a considerar la energía nuclear como una opción tecnológica más cuyo éxito comercial sería función de su rentabilidad. Se hicieron estudios que demostraron las ventajas de la energía nuclear e impulsaron el despliegue de las centrales nucleares que empezaron a explotarse en Estados Unidos en los años setenta.

Los análisis apriorísticos fueron apoyados por la realidad y analistas económicos publicaron que las centrales nucleares habían sido buenas inversiones y que habían producido sustanciales ahorros al consumidor, pagando facturas hasta un 10% más bajas de lo que habrían pagado de no haberse dispuesto de centrales nucleares. Además de otros factores que condicionaban la elección de construir uno, otro tipo de factores como eran los factores medioambientales y el incentivo de diversificar las fuentes de suministro.

Pero junto a estos análisis del pasado también hay que cuestionar la rentabilidad de las centrales nucleares en el futuro. Para ello podemos recurrir a un estudio elaborado en la sección de Estudios Económicos del Organismo Internacional de Energía Atómica, donde se evaluó la competitividad de las centrales nucleares, con respecto a las de carbón y petróleo, siendo los resultados favorables a las centrales nucleares.

El costo de Kw/h generado en las centrales nucleares, se desglosa en tres:

- Costo de cargas fijas debida a la inversión inicial de construcción de la instalación. Tienen una importancia relativa del 75%.
- Costo de combustible, que en el caso de las centrales nucleares: es muy específico. Actualmente se obtiene exclusivamente a partir de uranio, pero en el futuro podrían incluirse torio y plutonio (el plutonio no existe prácticamente en la naturaleza, pero se produce en los propios reactores nucleares constituye un 20% de la importancia).
- Costo de explotación y mantenimiento (5%) Las cargas fijas, es decir, la inversión inicial para construir una central nuclear, supone un grave financiero. Pero el coste de combustible es mucho menor (en central de gasóleo puede representar más de 70% y en una de carbón cerca del 40%) y disminuye la incertidumbre sobre la rentabilidad económica de la explotación a lo largo de la vida útil de la central, sobre todo a la hora de ser más independiente del mercado de combustibles y de su variabilidad. Luego de cara al futuro las centrales nucleares presentan menos incertidumbre que los otros tipos de centrales térmicas.

¿Pero que daño ambiental causa la energía nuclear?

Los modelos utilizados por la industria nuclear, para estimar el impacto de las radiaciones en el cuerpo humano, parten de un cierto nivel de daño permitido. El uso del término "nivel de seguridad" por la industria nuclear, no supone niveles de exposición inocuos para la salud, sino niveles en los cuales inversiones de prevención exceden a los gastos de curación. Es más: recientes estudios sobre poblaciones "sobrevivientes a la bomba" muestran, que la exposición a ciertas radiaciones puede ser mucho más peligrosa de lo presentado en dichos modelos oficiales.

Con frecuencia se intenta minimizar el impacto de la radioactividad artificial, comparándola con el nivel de radiación ambiental natural. El comportamiento químico y biológico de los radioisótopos artificiales provoca su concentración en la cadena alimenticia, o en ciertos órganos, en mayor grado que los naturales. Los organismos vivientes nunca tuvieron que evolucionar para soportar tales sustancias. Por tanto, su presencia supone un riesgo mucho mayor de lo que muestra una comparación simplista de su radioactividad.

En relación a la contaminación nuclear, no se puede recalcar suficientemente que lo que cuenta, biológicamente, es la suma a través del tiempo de todos los daños de todas las fuentes y eventos combinados que liberan venenos persistentes (radioactivos u otros) a la biosfera... Cada aporte a esta suma importa.

Como parte de su operación normal, la producción nuclear libera radioactividad venenosa en el aire, tierra y agua. Las sustancias radioactivas emiten partículas alfa y beta y rayos gamma, los que pueden dañar a las células vivas. Una alta dosis de radiación puede conducir a la muerte en cuestión de días o semanas, y se sabe ahora que las dosis bajas de radiación son mucho más dañinas para la salud de lo que se pensaba anteriormente. La exposición prolongada a la llamada radiación de bajo nivel puede causar problemas graves y perdurables a la salud humana, tanto para las personas expuestas como para su descendencia.

A pesar de algunas informaciones de la industria nuclear, nunca ha sido científicamente demostrada la inocuidad de ninguna dosis radiactiva, por baja que sea. En otros términos: *No existe un nivel de exposición radiactiva que pueda considerarse seguro*. Como ejemplo, la radiación natural de fondo de zonas de roca granítica, que suele ser superior a la normal, se supone causante del incremento de ciertas enfermedades. No es difícil deducir que cualquier incremento a esta radiación natural inevitable no puede producir más que riesgos añadidos. *Cuando la industria nuclear afirma que escapes nucleares no afectan a la salud, está simplemente, saltando a la verdad.*

Los trabajadores de la industria nuclear, sus hijos y los vecinos de las instalaciones nucleares en todo el mundo sufren tasas mucho mayores que la población en general de cáncer, defectos congénitos y disfunciones del sistema inmunológico. Nuevos estudios que han investigado las causas de un aumento global del cáncer de mamas en las mujeres muestran que el tejido de las mamas es particularmente propenso a desarrollar cáncer a causa de la exposición a la radiación. Esta también está reconocida como causante del cáncer a la próstata y al pulmón.

Lo trágico es que el daño genético que ocasiona la radiación puede pasar de una generación a otra, afectando potencialmente a la descendencia de todas las especies.

Con frecuencia se intenta minimizar el impacto de la radiactividad artificial comparándola con el nivel de radiación ambiental natural.

Este enfoque de la cuestión ignora las diferencias existentes entre algunos importantes radioisótopos artificiales y los de origen natural. El comportamiento químico y biológico de dichos radioisótopos artificiales es tal que se concentran en la cadena alimenticia, ó en ciertos órganos, en mayor grado que los naturales.

Los organismos vivientes nunca tuvieron que evolucionar para soportar tales sustancias. Por tanto, su presencia podría suponer un riesgo mucho mayor de lo que puede dar a entender una simplista comparación de su radiactividad.

Además existe otra diferencia entre la radiactividad artificial y la natural. Mientras que las fuentes de ésta se encuentran en cierto modo uniformemente repartidas, *la radiactividad artificial se genera de forma puntual*. Las informaciones sesgadas sobre dosis promediadas sobre la población, no dan idea de las situaciones locales, del mismo modo que las cifras de promedios de lluvia caída no permiten predecir la distribución de lluvias en los próximos días.

A pesar de que sólo una pequeña parte de la dosis promedio individual pública tenga origen en la industria nuclear, entre los miembros de ciertos *grupos de riesgo* (personas que por su lugar de trabajo vivienda, ó por alimentos que consumen, son más susceptibles de esta sometidas a radiaciones), las dosis de origen artificial pueden estar muy por encima de la media. Las dosis individuales de este origen pueden doblar, permisivamente, las de origen natural (aunque estas cifras pueden quedar diluidas dentro de los promedio sobre el total de la población). Así el riesgo de enfermedades inducidas por la radiactividad puede incrementarse hasta un 50%. Naturalmente no se incluyen los efectos de escapes radiactivos a gran escala como los ocurridos en Windscale en 1957 y en Chernobyl en 1986.

En la explotación comercial de la energía nuclear, que para las centrales de agua ligera hoy y considerar

distintas fases: de las cuales, utilización del uranio es lo que produce menos efectos medioambientales.

Los tipos de contaminación que producen las centrales son dos: radiactividad y contaminación térmica.

- La *contaminación térmica* es común a las centrales térmicas convencionales, pero en el caso de las centrales nucleares aún es más importante, ya que al ser menor la temperatura y la presión del vapor producido también lo es el rendimiento térmico.
- La *contaminación radiactiva* representa el principal problema de los nucleares, pero las seguridades del diseño, construcción y explotación, impiden que las radiaciones de estas plantas tengan incidencia apreciable en el medio ambiente.

Un reactor de fisión produce tres tipos de sustancias o material radiactivo: productos de fisión, de activación y actinidos. La emisión de este tipo de materiales comporta riesgos de irradiación y la seguridad de la industria nuclear depende de que estas emisiones se controlen a un nivel, de forma que no produzca una gran acción en el medio ambiente.

En resumen, el mayor problema que presenta la utilización de la energía nuclear es el del tratamiento, manejo, almacenamiento de los residuos radiactivos, especialmente el de los de alta radiactividad.

El hecho básico es que la radiactividad produce riesgos reales por la salud, las fugas rutinarias por vía aérea o acuática de las instalaciones nucleares incrementan estos riesgos, mientras que las propias instalaciones son una permanente amenaza de accidentes y de proliferación de materiales nucleares.

¿Y que pasa con los accidentes nucleares?

Los accidentes nucleares, como los de Chernobyl (Ucrania), Three Mile Island (Estados Unidos) o el más reciente de Tokaimura (Japón), han sido verdaderas advertencias de lo que puede suceder si esta energía se escapa de control.

La central nuclear de Chernobyl se terminó de construir en Diciembre de 1983 y está formada por cuatro reactores de tipo BRMK.

Actualmente existen en los países del Este 15 reactores como el de Chernobyl, del tipo BRMK, y tienen como ventajas el bajo grado de contaminación radiactiva en operación normal y el uso de el agua como refrigerante y el grafito como moderador. Pero estos dos aspectos favorables han sido los que han llevado a dos decisiones que han influido negativamente en las consecuencias de un accidente, que no había sido postulado en la forma en que se ha desarrollado.

Las primeras noticias de que había ocurrido un accidente nuclear de importancia se tuvieron días más tarde como consecuencia de la detección en Suecia de niveles anormalmente altos en la medición de la radiación ambiental.

La primera hipótesis que se apuntó fue que los soviéticos habían realizado en secreto la explosión de algún arma nuclear, pero se descartó, ya que los sismógrafos no habían detectado ningún movimiento anormal y el análisis del aire anunciaba la presencia de isótopos de cobalto, yodo y cesio, que no se encuentran en las armas nucleares y si en las centrales nucleares. Se realizó un análisis meteorológico para prevenir de donde podía venir la nube radiactiva y se vio que casi con total seguridad provenía de alguna de las centrales soviéticas instaladas en Ucrania. La radioactividad había volado casi 2000 Km. antes de ser detectada, cuando normalmente la nube radiactiva se extingue en 100 o a la sumo 200 Km.

El suceso ocurrió en la noche del 25 al 26 de Abril de 1986. Entonces y con motivo de una revisión ordinaria

de mantenimiento, los técnicos pretendieron realizar una experiencia, en el cuarto grupo de la central nuclear, que tenía como objeto comprobar cuanto tiempo podía generar electricidad una turbina a la que se hubiese cortado la afluencia de vapor. Para ello, los técnicos bajaron la potencia del reactor. Dicha bajada de potencia conlleva la posibilidad de que los sistemas automáticos de protección del reactor entraran en funcionamiento y detuvieran la experiencia, por lo que los operarios de la planta desconectaron sistemas vitales de seguridad.

En medio de la experiencia se produjo una súbita elevación de potencia que provocó fragmentación del combustible, una generación masiva de vapor y la reacción del agua de refrigeración con el circonio de las vainas de combustible produciendo un gas inflamable: el hidrógeno. La presión rompió el reactor y el hidrógeno reaccionó con el oxígeno, provocando una tremenda explosión.

Se tardaron 4 días en apagar el incendio de la instalación y evitar que se propagara hasta la unidad 3 de la central nuclear. Después de eso se resolvieron las tareas más urgentes: atajar el incendio que dispersaba más y más materiales radiactivos, evitar que el núcleo fundido entrara en contacto con aguas subterráneas y multiplicara la dimensión de la tragedia y atajar en lo posible la contaminación de las aguas de bebida. En todo esto tardaron casi 25 días.

Las cifras oficiales del gobierno ucraniano se cifraban en más de 100000 las víctimas mortales, sin embargo la conferencia de la OMS considera que la cifra de muertos se encuentra entre 8000 y 10000 personas.

La OMS distingue 3 tareas de trabajo para mitigar en lo posible los efectos del accidente:

- 1– Problemas psicológicos por el cambio de vida y el temor a las consecuencias de la radiación.
- 2– Cánceres infantiles de tiroides, que se han revelado como uno de los efectos más claros, más dolorosos y más intensos.
- 3– Los cánceres futuros en niños y adultos y enfermedades debidas a la radiactividad.

En el presente, los niveles de radiación en la zona de Chernobyl son enormes. Se han registrado mutaciones en algunos animales como vacas y ratones de campos. En el caso de estos últimos se han encontrado cambios en el ADN que habrían tardado unos 10 millones de años en producirse de forma natural. El material genético de un ratón normal se diferencia del de estos ratones mutantes más que del de las ratas. Hay que tener en cuenta que los ratones y las ratas divergieron en la evolución hace unos 15 millones de años.

Las razones de exclusión y control situadas a radios de 30 y 120 Km. respectivamente en torno a la central, se han revelado insuficientes al encontrarse concentraciones de radioisótopos superiores a las previstas.

El número de ciudadanos considerados oficialmente como víctimas asciende a más de 3 millones de personas, de las cuales 350000 son liquidadores (las personas que trabajaron con la descontaminación) y 900000 niños. En la actualidad todavía viven en zonas contaminadas dos millones y medio de personas de las cuales un 22% eran niños.

En general, la gente ha sufrido mucho, no sólo por las consecuencias del accidente en sí, sino también por el proceso de control radiológico, descontaminación y evacuación, que les ha obligado a abandonar sus casas y sus formas de vida.

Los pronucleares justifican sus posturas afirmando que el accidente fue la culminación de un estado de carencia de información de la campaña de programa nuclear en la URSS, y que accidentes como éste sólo ocurren y ocurrirán en estas centrales nucleares, ya que las occidentales son más seguras y modernas.

Desde el punto de vista de los detractores el accidente de Chernobyl es el más grave pero no el único: Sosnovi

Bor, Harrisburg, Windscale,... y Valdehills. La energía nuclear tiene poco más de 50 años y los residuos de alta actividad serán peligrosos durante más de cien mil años. No creen que haya valido la pena el cambio de estos cien mil años a cambio de 50 de obtener energía, que además se podría obtener por medios más limpios.

Los diseños de los reactores denominados intrínsecamente seguros no han superado la etapa de investigación. Las desventajas inherentes, tanto económicas como de seguridad, están todavía por experimentar, ya que aún no ha sido diseñada la versión comercial de estos reactores. Confiar toda una política a reactores, todavía sin probar, sería como volver atrás en el tiempo a los comienzos del desarrollo de la primera generación de reactores, para caer, probablemente, en los mismos errores.

Aún sin considerar la posible ocurrencia de otros accidentes nucleares, la cantidad total de desechos radioactivos producidos por la electricidad nuclear y el reprocesamiento de combustible, es ya uno de los principales problemas del medio ambiente mundial.

¿Y los desechos?

Los residuos nucleares son también un problema: ¿dónde ponerlos sin que produzcan riesgos de contaminación?

Los residuos radiactivos se pueden clasificar de muy diversas maneras: en función de su estado físico, tipo de radiación que emiten, actividad específica, etc. Lo normal es verlos clasificados en residuos de *baja, media y alta actividad*.

Los de *baja y media actividad* emiten radiactividad durante periodos de tiempo que pueden alcanzar los centenares de años. Existe una gran diversidad de materiales que pueden llegar a ser residuos de este tipo: guantes, ropa, herramientas, etc... que hayan estado en contacto con material altamente radiactivo, hasta materiales procedentes de la clausura de instalaciones nucleares.

Los residuos de *alta actividad* son mucho más peligrosos. Emiten radiaciones durante miles de años (hasta millones de años) y tienen una toxicidad muy elevada.

Entre estos residuos se encuentra el *Plutonio-239*, de una tremenda toxicidad, un gramo de este elemento es capaz de causar cáncer a un millón de personas. Además emite una radiactividad durante 2500000 años (50 veces más tiempo que la historia conocida de la Humanidad) lo cual hace pensar en las muchísimas generaciones, aún por venir, que tendrán que soportar el legado irresponsable de los residuos radiactivos.

La producción de armas nucleares en Estados Unidos ha generado cerca de cuatro millones de metros cúbicos (140 millones de pies cúbicos) de combustible usado, desperdicio de alto nivel, desperdicio transuránico, y desperdicio de bajo nivel. (No incluidos en ese total están cantidades aún más grandes de desperdicios radioactivos del minado y procesamiento de uranio y tierra contaminada por desechos en el subsuelo. Desperdicios peligrosos no-radioactivos y desperdicios sólidos han sido también generados en grandes cantidades. Por volumen, los desperdicios TRU constituyen menos del seis por ciento del legado de desperdicios nucleares y sólo alrededor de un tercio de estos desperdicios TRU almacenados son recuperables y por lo tanto pueden ser empacados y enviados a WIPP. La gran mayoría de los desperdicios fueron desechados en zanjas hasta 1970. Ya que existen tan solo algunos récords confiables de aquellos desperdicios enterrados, los volúmenes exactos y composición de aquellos materiales no es conocido. Pero algunos de los desperdicios enterrados han migrado en la tierra y en algunos casos hacia aguas subterráneas, representando una amenaza significativa porque no están resguardados.

Los sitios donde se construyen los reactores nucleares resultan contaminados en forma permanente, y los desechos radioactivos que producen contaminan cualquier lugar donde se depositen, liberen o almacenen.

Tampoco es posible disponer de ellos; únicamente pueden ser almacenados o abandonados.

Los activistas antinucleares han criticado enérgicamente el traslado de estos residuos, que también han sido argumento para enfrentamientos entre el norte y el sur.

Más de una vez se han denunciado el traslado de la basura nuclear hacia países en vías de desarrollo, alimentando así la polémica y los problemas políticos de la aplicación de la energía nuclear.

Todos esos residuos, en diferente grado, presentan además riesgos graves para la salud humana. Muchos de los radio isótopos contenidos en los desechos nucleares tienen tan larga vida (cientos de miles de años) que es imposible asegurar que contenedores artificiales, o formaciones geológicas naturales evitarán su paso al ambiente habitado, hasta que se haya degradado su radiactividad a niveles naturales.

Las barras de combustible de uranio enriquecido, luego de ser utilizadas durante tres años en un reactor, se vuelven aproximadamente un millón de veces más radioactivas que cuando fueron cargadas por primera vez. La industria nuclear le llama combustible gastado y la ley exige que éste sea almacenado en forma segura para siempre. Sin embargo, los gobiernos y las empresas han continuado desarrollando y utilizando irresponsablemente la energía nuclear, aunque no se sabe cómo almacenar los desechos resultantes de una manera segura.

La producción continuada de estos residuos, está generando incalculables riesgos para la salud, y dejando tremendas responsabilidades a las generaciones futuras. Es imposible eliminar la radioactividad de dichos residuos. Tras 40 años de electricidad nuclear, la industria no ha conseguido un método que garantice un control seguro. No existe solución técnica para el problema de los desechos radioactivos. La única alternativa es detener su producción inmediatamente.

Todos los reactores de energía nuclear y los sitios de almacenamiento de cantidades de material radioactivo podrían ser tan peligrosos como la explosión de armas nucleares. Si llegara a ser objeto de actividades terroristas, bombardeo militar o sabotaje, el material radioactivo podría ser diseminado en una vasta y devastadora escala.

Se cree que para este año, la industria nuclear habrá generado 201,000 toneladas de barras de combustible irradiadas (usadas) altamente radioactivas. Si se incluyen los residuos líquidos y sólidos, los residuos de uranio y todo aquello con que han estado en contacto, el volumen es, por supuesto, mucho mayor.

Se han propuesto muchas ideas para su disposición final, pero ninguna de ellas ha resultado ni remotamente suficiente. Uno de los problemas es que el plutonio presente en los residuos permanecerá radioactivo por hasta 240,000 años (12,000 generaciones) o más. Durante todo ese tiempo, deberá ser aislado de todo organismo viviente y del agua, suelo y aire del que éstos dependen.

La industria nuclear no sabe qué hacer con estos letales residuos que se van acumulando en las centrales y hasta de resolver su problema procurando sobre todo solucionarlo de la manera más barata para ellos, aunque resulte perjudicial para el medio ambiente.

Durante muchos años la industria nuclear estuvo vertiendo residuos nucleares al mar, lo que llevó al Greenpeace a oponerse a tal contaminación del medio marino de forma activa, durante largo tiempo hasta que en 1983 se logró imponer una *moratoria internacional* para este tipo de vertidos (generalmente aceptada, aunque ha sido violada por algunos países). Otra práctica irresponsable es exportarlas a los países del tercer Mundo.

A excepción de ciertas cantidades que enviaran a reprocesar al Reino Unido en los años 70, y del combustible utilizado por Vandellós I – cerrada definitivamente tras el accidente– que también se enviaba a Francia, los

residuos de alta actividad, se almacenan de momento en las propias centrales nucleares en las piscinas de residuos.

En la actualidad la política favorita de la mayoría de los países nucleares es enterrar profundamente bajo tierra los desechos. Sin embargo, las cambiantes capas freáticas, los terremotos y otros factores geológicos podrían finalmente perturbar los desechos enterrados y conducir a una contaminación del suelo, el agua y el aire. No existe ningún contenedor que dure tanto tiempo como la radioactividad de su contenido. Tampoco podemos confiar en que nuestros descendientes no excaven en los sitios de entierro dentro de cientos de miles de años, ya sea por curiosidad o por simple falta de información.

Ninguno de los 44 países que poseen reactores nucleares tiene una solución al problema de los desechos. Entretanto, éstos se guardan en instalaciones de almacenamiento temporales o se entierran en fosas de poca profundidad. Se han vertido residuos directamente sobre la tierra, los lagos y los océanos del mundo (por ejemplo: en el Mar Irlandés cerca de Sellafield, Inglaterra; en el Océano Pacífico cerca de las Islas Farallones frente a la costa de San Francisco, California; y en el Lago Karachay, cerca de Chelyabinsk, Rusia).

Un creciente número de sitios ha sido abandonado por los humanos debido a la contaminación radioactiva. Sin embargo el viento y el agua, los microbios, los insectos, las semillas, las aves y otras formas de vida que no pueden leer los letreros de advertencia se mueven libremente de un nicho ecológico a otro. La cuestión de cómo aislar a la radioactividad de la vida en forma duradera permanece sin respuesta.

Más aún, después de retirar las barras de combustible irradiadas, los edificios de los reactores quedan altamente contaminados. En Estados Unidos, la ley exige que las empresas energéticas dismantelen los reactores antiguos y que limpien los sitios. Aunque se exige a las compañías que reserven fondos para este fin, hasta ahora ningún reactor ha sido completamente dismantelado. Los costos y riesgos reales de este proceso permanecen desconocidos.

La industria nuclear quiere librarse del problema de sus residuos de alta actividad construyendo cementerios nucleares en formaciones geológicas profundas.

Un **cementerio** en profundidad **de residuos radiactivos** es una instalación que se construiría a varios centenares de metros de profundidad en una formación geológica (granito, sal o arcilla) donde se encerrarían los residuos radiactivos, lo cual no es un método seguro ni fiable de inmovilizar y aislar los residuos nucleares del medio ambiente.

En un almacenamiento de residuos nucleares de este tipo aparecerán una serie de graves problemas, por ejemplo el de los gases (algunos explosivos, como el hidrógeno) que los residuos generan en un depósito subterráneo. No se conoce la forma de ventilar los gases sin que se produzca simultáneamente una vía de escape para las sustancias radiactivas.

Por otro lado, las rocas situadas bajo cualquier formación geológica tienen un gran número de fallas y nunca será posible identificarlas todas, con lo que es imposible comprender con exactitud como circula el agua subterránea o predecir como saldrán fuera del depósito las sustancias radiactivas.

La idea básica sobre el almacenamiento será un vertido hermético, que una vez cerrado no requiera posterior intervención humana. Sin embargo de esta manera sería imposible recuperar un contenedor que tuviese fugas.

La industria nuclear no puede ofrecer garantías de la conveniencia de ninguna formación geológica para el proyecto que tienen en mente. La industria admite libremente que todas las barreras construidas por el hombre para este tipo de almacenamiento fallarán con el tiempo. No pueden ofrecer garantía alguna de que la roca que los rodea puede contener la radiactividad emitida por los residuos, e impedir que ésta contamine el ambiente. No ofrecen garantías de que si algo va mal serán capaces de solventarlo.

Pero los riesgos anteriormente mencionados no son los únicos que existen. Aunque la radiactividad de los residuos enterrados pueda tardar tiempo en alcanzar el medio ambiente, existen otros riesgos mucho más inmediatos: Los derivados del *transporte de los residuos*, sin preparación y los relacionados con el *vertedero en sí mismo*.

Ningún vertedero nuclear es seguro. Al menos tres cementerios para estos residuos de baja actividad ya establecidos en los Estados Unidos han sufrido fuerte fugas.

El cementerio nuclear de Carlsbas, en Nuevo México, construido por el Departamento de Energía de Estados Unidos ha experimentado problemas geológicos, incluso antes de ser abierto.

Nuestros descendientes enfrentarán los peligros y correrán con los costos de desactivar los reactores nucleares del mundo. También tendrán que protegerse virtualmente para siempre de las miles de toneladas de residuos radioactivos que la industria ya ha producido.

Desde la primera división del átomo, ha habido ciudadanos y funcionarios públicos preocupados que han denunciado los peligros del desarrollo de la energía nuclear. Una mayor conciencia acerca del problema de los residuos nucleares ha fortalecido los esfuerzos de los grupos ciudadanos por detener la energía nuclear e implementar alternativas energéticas seguras.

No existe solución técnica adecuada para el problema de los residuos. La única respuesta es no producir más residuos.

Hoy en día existen muchas legislaciones acerca del manejo de los desechos radioactivos uno de esos es La Agenda 21, La Agenda 21 constituye un manual de referencia para la determinación de políticas empresariales y gubernamentales, así como para la adopción de decisiones personales con las que nos adentraremos en el próximo siglo. Este documento fue suscrito en la **Cumbre de la Tierra**, la más vasta reunión de dirigentes mundiales, que se celebró en (el mes de junio) de 1992, en Río de Janeiro (Brasil). Asistieron a esta reunión, organizada durante la **Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo**, los jefes o los más altos representantes de los Gobiernos de 179 países, junto con cientos de funcionarios de los organismos de las Naciones Unidas, de representantes de gobiernos municipales, círculos científicos y empresariales, así como de organizaciones no gubernamentales y otros grupos. Paralelamente, en el contexto del Foro Mundial '92, tuvieron lugar diversas reuniones, charlas, seminarios y exposiciones públicas sobre cuestiones relativas al medio ambiente y al desarrollo, a las que acudieron 18,000 participantes de 166 países y unos 450,000 visitantes. Cerca de 8,000 periodistas se informaron acerca de las reuniones en Río de Janeiro, y los resultados se dieron a conocer en todo el mundo por medio de la prensa, la radio y la televisión.

El capítulo 22 estipula que

AREA DE PROGRAMAS

Promoción de la gestión inocua y ecológicamente racional de los desechos radiactivos

Bases para la acción

22.1. Se generan desechos radiactivos en el ciclo de los combustibles nucleares, al igual que en las aplicaciones nucleares (el uso de radionuclidos en la medicina, la investigación y la industria). Los riesgos radiológicos y de seguridad de los desechos radiactivos varían de muy bajos en los desechos de corta vida y bajo nivel de radiactividad hasta muy altos en los desechos de alto nivel de radiactividad. Se generan anualmente en todo el mundo alrededor de 200.000 metros cúbicos de desechos de nivel bajo e intermedio y 10.000 metros cúbicos de desechos de alto nivel de radiactividad (además de los combustibles nucleares consumidos destinados a su eliminación definitiva) de la producción de energía nuclear. Estos volúmenes

están aumentando a medida que se ponen en funcionamiento más unidades de generación de energía nuclear, se desmantelan instalaciones nucleares y aumenta el uso de radionuclidos. Los desechos de alto nivel de radiactividad contienen alrededor del 99% de los radionuclidos, y plantean en consecuencia los mayores riesgos radiológicos. Los volúmenes de desechos de las aplicaciones nucleares son generalmente mucho menores; normalmente unas cuantas decenas de metros cúbicos, o menos, por año y por país. Sin embargo, la concentración de la actividad, especialmente en las fuentes de radiación selladas, puede ser alta, lo que justifica la adopción de medidas de protección radiológica muy estrictas. El aumento de los volúmenes de desechos debe seguir estudiándose cuidadosamente.

22.2. La gestión inocua y ecológicamente racional de los desechos radiactivos, incluidos los aspectos de minimización, transporte y eliminación, es importante, dadas las características de esos desechos. En la mayoría de los países con programas de energía nuclear importantes se han tomado medidas técnicas y administrativas para poner en práctica un sistema de gestión de los desechos. En muchos otros países que están todavía en la etapa preparatoria de un programa nuclear nacional o solo tienen algunas aplicaciones nucleares, subsiste la necesidad de sistemas de ese tipo.

Objetivo

22.3. El objetivo de esta área de programas es velar por la gestión, el transporte, el almacenamiento y la eliminación inocua de los desechos, con miras a proteger la salud humana y el medio ambiente, en el marco más amplio de un enfoque intelectual e integrado de la gestión de los desechos nucleares y la seguridad.

Actividades

(a) Actividades de gestión

22.4. Los Estados, en cooperación con las organizaciones internacionales competentes, cuando proceda, deberían:

(a) Promover la adopción de medidas políticas y prácticas para reducir al mínimo y limitar, cuando proceda, la generación de desechos radiactivos y prever el tratamiento, el acondicionamiento, el transporte y la eliminación inocuos de tales desechos

(b) Apoyar los esfuerzos realizados dentro del OIEA para elaborar y promulgar normas o directrices y códigos de práctica sobre los desechos radiactivos como base internacionalmente aceptada para la gestión y la eliminación inocuas y ecológicamente racionales de los desechos radiactivos

(c) Promover el almacenamiento, el transporte y la eliminación inocuos de los desechos radiactivos, así como de las fuentes de radiación agotadas y los combustibles consumidos de los reactores nucleares cuya eliminación definitiva se hubiese determinado en todos los países y en especial en los países en desarrollo, facilitando la transferencia de las tecnologías pertinentes a esos países o la devolución al abastecedor de las fuentes de radiación después de su uso, de conformidad con las reglamentaciones o directrices internacionales pertinentes

(d) Promover la planificación adecuada, incluida, cuando proceda la evaluación del impacto ambiental, de la gestión inocua y ecológicamente racional de los desechos radiactivos, incluidos los procedimientos de emergencia, el almacenamiento, el transporte y la eliminación, antes de las actividades que generan desechos y después de esas actividades.

(b) Cooperación y coordinación en los planos internacional y regional

22.5. Los Estados, en colaboración con las organizaciones internacionales competentes, cuando proceda,

deberían:

- (a) Redoblar sus esfuerzos por aplicar el Código de Práctica sobre Movimientos Transfronterizos de Desechos Radiactivos y, bajo los auspicios del OIEA y en cooperación con las organizaciones internacionales competentes que se ocupan de distintas modalidades de transporte, mantener en constante examen la cuestión de esos movimientos, incluida la conveniencia de formalizar un instrumento vinculante
- (b) Alentar a las partes en el Convenio de Londres sobre Vertimientos a que completen los estudios relativos a la sustitución de la actual suspensión voluntaria sobre la eliminación de desechos radiactivos de baja actividad en el mar por la proscripción, teniendo en cuenta el enfoque basado en el principio de precaución con el objeto de adoptar una decisión bien informada y oportuna sobre este tema
- (c) Abstenerse de promover o permitir el almacenamiento o la eliminación de desechos radiactivos de alta, intermedia o baja actividad cerca del medio marino, a menos que determinen que los datos científicos disponibles, de conformidad con los principios y directrices internacionalmente convenidos y aplicables, demuestren que tal almacenamiento o eliminación no representa un riesgo inaceptable para la humanidad y el medio marino ni interfiere con otros usos legítimos del mar, con la aplicación, en este proceso, del enfoque basado en el principio de precaución
- (d) Abstenerse de exportar desechos radiactivos a países que, individualmente o en el marco de convenios internacionales, prohíben la importación de esos desechos, como las partes contratantes en el Convenio de Bamako sobre la prohibición de importar desechos peligrosos y sobre el control de los movimientos transfronterizos de esos desechos en Africa, el cuarto Convenio de Lome u otros convenios pertinentes en que se prohíbe esa importación
- (e) Respetar, de conformidad con el derecho internacional, las decisiones aplicables a ellos adoptadas por las partes en otros convenios regionales pertinentes sobre medio ambiente que se ocupan de otros aspectos de la gestión inocua y ecológicamente racional de los desechos radiactivos.

Medios de ejecución

(a) Financiación y evaluación de los costos

22.6. Los costos que representa en el plano nacional la gestión y eliminación de los desechos radiactivos son considerables y varían según la tecnología que se utilice para la eliminación.

22.7. La Secretaría de la Conferencia ha estimado que el costo total medio por año (1993–2000) de ejecución de las actividades de este programa para las organizaciones internacionales ascenderá a unos 8 millones de dólares. Los costos reales y las condiciones financieras, incluidas las no concesionarias, dependerán, entre otras cosas, de las estrategias y los programas específicos que los gobiernos decidan ejecutar.

(b) Medios científicos y tecnológicos

22.8. Los Estados, en cooperación con las organizaciones internacionales, cuando proceda, deberían:

- (a) Promover la investigación y el desarrollo de métodos para el tratamiento, el procesamiento y la eliminación inocuos y ecológicamente racionales, incluida la eliminación geológica profunda, de los desechos de alto nivel de radioactividad
- (b) Llevar a cabo programas de investigación y evaluación relativos a la determinación del impacto de la eliminación de los desechos radiactivos sobre la salud y el medio ambiente.

(c) Aumento de la capacidad y desarrollo de los recursos humanos

22.9. Los Estados, en colaboración con las organizaciones internacionales competentes, según proceda, deberían prestar asistencia a los países en desarrollo para establecer y/o reforzar la infraestructura de gestión de los desechos radiactivos, mediante, entre otras cosas, reglamentos, organizaciones, mano de obra especializada e instalaciones para la manipulación, el tratamiento, el almacenamiento y la eliminación de los desechos derivados de aplicaciones nucleares.

Por su parte Colombia firmo el convenio internacional

PROTOCOLO PARA LA PROTECCIÓN DEL PACÍFICO SUDESTE CONTRA LA CONTAMINACIÓN RADIATIVA

FECHA DE CELEBRACIÓN: 21 de septiembre de 1989

LEY DE LA REPÚBLICA: Proyecto de Ley 17 de 1997

Un caso real del manejo de desechos es el de WIPP

WIPP, son las siglas en inglés del mayor confinamiento de los EUA para miles de toneladas de residuos químicos y radiactivos, construido en los yacimientos de sal existentes en el subsuelo que se ubica a 25 millas al sur de las grutas de Carlsbad, Nuevo México. Algunas personas se refieren a WIPP como **Waste Isolation Pilot Project** que se traduce como Proyecto Piloto de Aislamiento de Desechos ó **Waste Isolation Pilot Plant** o sea Planta Piloto de Aislamiento de Desechos.

WIPP, constituye para el **Departamento de Energía (DOE)** el "pilar" de las instalaciones. De acuerdo a sus características físicas y ubicación, se puede describir como un sitio de 16 millas cuadradas en el sureste de Nuevo México, a medio camino entre Carlsbad y Hobbs. En realidad, la planta es una mina excavada a una profundidad de 650 metros; el área de la superficie bordeada comprende alrededor de 34 acres con varios edificios administrativos y de apoyo, dos pilas de sal extraídas del subsuelo, y un edificio de 84 mil pies cuadrados para el manejo de desperdicios. El nivel de los cuartos de desecho para desperdicios está a 2,150 pies bajo el suelo, ahí se localizan más de 60 cuartos, cada uno mide 300 pies de largo, 33 pies de ancho, y 13 pies de alto, esparcidos en 100 acres.

En cuanto al estándar de seguridad, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) exige que la estructura proteja al hombre y al medio de los residuos que ahí se confinen en un lapso de al menos 10 mil años.

Actualmente existen miles de toneladas de desechos almacenados provisionalmente en una decena de sitios a lo largo y ancho del país, la mayoría originados por los programas desarrollados desde hace cerca de 50 años por la Defensa Nacional de Estados Unidos y éstos constituyen la carga que el Departamento de Energía (DOE), está considerando para su confinamiento en WIPP.

DOE había determinado abrir en mayo de 1998 para recibir el primer embarque en junio, pero la contaminación del embarque con residuos de plomo, impidió su envío por estar catalogado como embarque mixto (debía ser solo radioactivo). Ese mismo año Organizaciones No Gubernamentales (ONG's) de Nuevo México presentaron dos demandas contra dependencias del gobierno federal, tales demandas contra el Departamento de Energía (DOE) y contra la Agencia de Protección al Medio Ambiente (EPA) se fundamentaron principalmente, en el hecho de que estas dependencias no tomaron en cuenta en sus decisiones la autoridad del Departamento de Medioambiente de Nuevo México (NMED), ni las recomendaciones de científicos independientes con respecto a la peligrosidad de WIPP.

Debido a esto, los embarques a la planta debieron haberse detenido al menos hasta junio de 1999, no obstante

DOE, aún sin la autorización del Departamento del Medioambiente de Nuevo México (NMED), anunció su primer envío de desechos transuránicos, esta decisión se respaldó en la sospechosa determinación del juez federal Penn, (quién debía resolver sobre las demandas contra el DOE y la EPA), al declarar que él no se oponía a la apertura de WIPP, pero que seguiría examinando el caso.

Así, el primer embarque procedente de los laboratorios de los Alamos, NM, salió el 26 de marzo de 1999, y se recibió en WIPP el mismo día ante una serie de protestas y manifestaciones de resistencia civil por parte de organismos no gubernamentales como Citizens for Alternatives to Radiactive Dumping (CARD) y otros, establecidos en Albuquerque, NM.

Las manifestaciones en las carreteras para evitar que DOE prosiguiera con la operación de transportar y confinar en WIPP los desechos se suspendieron ante la amenaza de cuerpos de seguridad fuertemente armados.

Si DOE no logra detenerse y las autoridades estatales y federales sobre el medio ambiente continúan mostrándose débiles ante las irregularidades operativas del Departamento de Energía, este envío de carga contaminada a WIPP, podría marcar la fecha de inicio de una larga caravana de vehículos cargados de residuos radiactivos y químicos peligrosos por las principales carreteras de Nuevo México y una gran parte de los EUA, así como un futuro de alto riesgo tanto para el estado de Texas como para México.

Hasta el año 2033 estarán llegando al lugar un promedio de tres embarques diarios procedentes de 10 sitios... después, la planta se clausurará para siempre. De tal modo que durante los próximos 35 años WIPP será la pieza central de relaciones públicas y financieras de los esfuerzos de "limpieza" del DOE, mientras que muy pocos sitios serán "limpiados" y "cerrados." Las principales instalaciones del DOE serán conservadas y aún más, en algunos casos, expandidas para proveer capacidad a largo plazo en la manufactura de armas nucleares.

"Sesenta millones de Americanos, casi un cuarto de la población, viven dentro de las 50 millas de los sitios de almacenamiento nuclear relacionados con el sector militar. Una década después de la apertura de WIPP, el departamento señala, que ese número será reducido a cuatro millones."

New York Times, Febrero 6, 1997

"Este tiradero nuclear es patrocinado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos, considerado como de baja intensidad y almacenará desechos que se generaron durante la Guerra Fría"

Damacio López (PACE).

El Diario, 16 de julio de 1998, Ciudad Juárez, Chih.

"Del 60 al 70% de los materiales en el tiradero no ha sido creado todavía, el material que se podría poner ahí, vendría de la fabricación de nuevas armas"

María Santelli, CARD. El Diario, Ciudad Juárez, Chih. 16 de julio de 1998.

El Departamento de Energía (DOE) ha gastado 20 años y 2 billones de dólares (más de 2 mil millones de dólares)(3) tratando de abrir la Planta en Nuevo México, diseñada para almacenar casi 2 millones de metros cúbicos de residuos transuránicos y transuránicos mixtos, es decir, residuos químicos peligrosos(4). Entre estos desechos habrá alrededor de 6.2 millones de pies cúbicos (175,000 metros cúbicos) de materiales usados en la producción de bombas nucleares contaminadas con plutonio y otros núcleos radiales, lo cual significa

que WIPP está destinada a manejar casi el dos por ciento del desperdicio de armas nucleares del DOE(5), dejando la mayoría de los desperdicios sin ningún sitio de "depósito." Aunque se ha establecido que el sitio no aceptará residuos radiactivos provenientes de la NASA o de laboratorios experimentales, tal aseveración no representa ninguna garantía, pues los términos del tipo de desechos o su origen podría tener modificaciones con el paso del tiempo.

Por otro lado, debido a que el DOE no cuenta con una adecuada relación en lo referente al origen de los desechos, existe, por lo tanto, incertidumbre de la composición y naturaleza de éstos. Como consecuencia, el DOE debe determinar lo que hay en cada contenedor y con esa información poder reunir los requisitos de transporte y confinamiento de desechos. Tales requisitos contemplan lo siguiente:

- a) Proceso conocido: Información sobre los tipos de materiales de basura generados por un proceso especial de manufactura.
- b) Radiografía tiempo real: Tomando rayos X de los contenedores.
- c) Ejemplos de gas espacio cabeza: Tomando ejemplos de la cantidad de gas que existe en los contenedores para identificar algunos de los químicos tóxicos.

Aunque éstas técnicas muestren algunos datos, no ofrecen información completa, por ejemplo: no permiten saber si en los contenedores hay o no botellas llenas de líquido explosivos. Una completa caracterización requiere abrir cada contenedor, lo cual tomaría mucho tiempo, requiere mas gastos e incrementa el riesgo de que los trabajadores se expongan, a menos que el proceso sea con un robot. Además, los primeros contenedores que se caracterizaron completamente mostraron que con

frecuencia, el proceso conocido estaba equivocado.

Los desperdicios transuránicos (TRU) varían grandemente de una instalación a otra, debido a que los diferentes sitios donde se producen armas suelen tener responsabilidad en varios aspectos del proceso de manufactura. Los trabajadores usan tambos de 55 galones y cajas de triplay como depósitos para disponer cualquier objeto contaminado con plutonio y no mantienen records sobre la naturaleza de los desperdicios. Estos incluyen materiales que van desde guantes, ropa y calzado usado por los trabajadores, hasta equipo usado en el proceso de producción, lodo y residuos de plutonio de grado muy similar al de las bombas.

Por volumen, la gran mayoría de los desperdicios TRU están considerados como manejo por contacto (contact-handled CH), lo que significa que para su almacenamiento no requieren aislamiento especial más allá del que proveen los tambos y cajas. Algunos de los desperdicios están clasificados como de manejo-remoto (remote-handled RH) y requieren aislamiento especial o manejo por robots para proteger a los trabajadores de los altos niveles de radioactividad.

"El DOE estará a cargo del transporte y coordinará la respuesta a cualquier emergencia carretera. La EPA permanecerá vigilante de la planta y otorgará una recertificación cada cinco años".

Victoriano Garza,

El Chernobyl Móvil (artículo)

"WIPP no debe abrir. La selección del sitio de WIPP no fue basada en una ciencia saludable. De hecho, la primera declaración de impacto ambiental sobre desechos transuránicos (TRU) rechazaba las cavernas salinas de WIPP. Esto fue en 1980. Los problemas técnicos de WIPP salieron a relucir desde un principio, y el DOE nunca ha podido resolverlos".

Snake River Alliance Newsletter,

Enero/Febrero 1997.

Para lograr la apertura de WIPP, el Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE), ha ejercido diferentes tipos de presiones, las cuales han dado como resultado las enmiendas de 1996 al Acta de Retiro de Tierras de WIPP y la colaboración de la EPA para debilitar la propuesta de cumplimiento legal de regulaciones y establecer requerimientos que facilitarían la certificación de WIPP, así, el 23 de octubre de 1997, la EPA emitió su propuesta de decisión para certificar el confinamiento.

La propuesta de decisión deja de lado completamente algunos de los mecanismos que causarían escape masivo de radioactividad, tales como:

»»El taladro por aire: Se afirma que la inyección de fluidos no causará escapes mayores en WIPP, aún cuando no se proveen análisis de la falla del pozo de Hartman.

»»Subestima la posibilidad de taladrar en el sitio y la cantidad de escape de la reserva de agua salada, y acepta la caracterización de los desperdicios por parte del DOE, aún para los desperdicios RH que no han sido caracterizados.

»»Subestima que tan rápido los radionúcleos podrían moverse a través de los acuíferos y fracturar los cauces.

»»Acepta algunos de los modelos del DOE que son demostrablemente incorrectos, tales como el modelo de fractura.

»»Otros problemas serios con el análisis del EPA sin lugar a dudas emergerán durante el periodo de comentarios públicos.

La doblegación de EPA a la presión política con respecto a WIPP minará la credibilidad de la agencia no sólo en Nuevo México sino también en otros estados que están siendo considerados para los sitios de desperdicios. En un tiempo cuando la administración de Clinton y el Congreso están considerando como desarrollar una regulación independiente para las instalaciones del DOE, EPA tampoco ha emitido estándares de limpieza para los sitios del DOE.

"DOE debe de obtener un permiso del RCRA del Departamento del Medioambiente del estado de Nuevo México antes de que pueda operar WIPP como una instalación de deshecho de desperdicios TRU."

(DOE, WIPP SEIS-II, Septiembre 1997).

Cuando el Secretario Watkins trató de abrir WIPP en 1991, uno de los asuntos por los que DOE fue demandado se refería a la carencia de un permiso del estado de Nuevo México otorgado por RCRA para materiales peligrosos mezclados con desperdicios radioactivos. Mientras que el DOE ha sostenido constantemente que algunos de los contenedores son solamente radioactivos y no están bajo la regulación del RCRA, éste admite que la mayoría de los desperdicios están mezclados y sujetos a esa ley. En los últimos años, DOE ha acordado que tendría un permiso antes de que abriera WIPP, haciendo alrededor de una docena de tales aseveraciones en su segundo suplemento de declaraciones de impacto ambiental (SEIS-II) emitido en Septiembre 1997.

Pero el Departamento del Medioambiente de Nuevo México (NMED, por sus siglas en inglés) no ha emitido ningún permiso para Mayo de 1998, y DOE está diciendo que abrirá WIPP sin el permiso. Los que favorecen al DOE y WIPP han presionado al secretario de NMED para que este de acuerdo en que la instalación pueda abrir sin permiso siempre y cuando sea con desperdicios puramente radioactivos. Si el DOE abre sin permiso,

la autoridad del NMED para regular la instalación será seriamente dañada, al enfrentarse al problema de su debilidad por permitir condiciones inseguras y tener que lidiar con desperdicios ya emplazados para ser removidos. La aplicación del RCRA está seriamente defectuosa en muchos aspectos. Entre los problemas que presenta, está el hecho de que incluye la caracterización de información inadecuada para desperdicios CH y no hay caracterización de información para desperdicios RH. El edificio de manejo de desperdicios no puede manejar el tipo RH en forma segura. Propone el uso de los siete cuartos actualmente minados, a pesar de los peligros que aquellos representan para los trabajadores, desde caída de techos hasta pisos que pueden ceder.

En un reporte reciente del Instituto de Energía e Investigación del Medioambiente, una organización independiente no-lucrativa, señala: El caso del "escenario de Hartman" es un ejemplo que podría ocurrir, el cual es un caso real del Hartman Bates #2 y queda como a 45 millas de distancia del sitio Wipp. Según el testimonio del científico y el veredicto del jurado en un caso legal presentado por el Sr. Hartman miles de galones de brine fueron inyectados para incrementar la producción en los pozos de la Texaco corrieron dos millas alcanzando el pozo de Hartman.

Utilizando información del caso Hartman, el doctor John Bredehoeft un hidrogeologista jubilado de la Oficina Geológica Estadounidense quien también fue miembro de la Academia de Ciencias Nacionales que controla el WIPP examinó las implicaciones del WIPP. El doctor concluyó que un suceso similar comprometería seriamente al WIPP, aún si la excavación ocurriera fuera de frontera actual del sitio. El modelo del doctor muestra que los líquidos inyectados podrían correr a través de un lecho marcador no salado llegando hasta las aulas del confinamiento de desechos y llevando consigo grandes cantidades de la misma basura fuera del sitio llegando a cruzar los lechos marcadores incluso llegando a la superficie si es que se excavara en el mismo sitio.

El doctor también examinó el hecho de excavar directamente en las aulas del confinamiento concluyendo que esto podría causar el escape y demostró que excavar utilizando aire tal como se hace actualmente por el hecho de que es más rápido y barato pudiera resultar en grandes fugas.

Las dificultades de contener la basura mientras se excava serían agravadas por la gran cantidad de brine comprimido el cual está dentro del sitio, como 800 pies por debajo de las aulas del confinamiento. La presión del brine sería tanta que pudiera llegar a la superficie o hasta los acuíferos llevando consigo los desechos. La sal del sitio del WIPP ha sido explotado por siglos y se piensa que la sal un buen material para mantener los desperdicios (TRU) por el hecho de que la piedra alrededor llegará lentamente a moverse para llenar los bolsones huecos que han sido explotados, de esa forma se mantendrían los desechos.

Sin embargo, también hubo dificultades operaciones en el sitio, por la explotación prematura de las primeras siete aulas del depósito cuando DOE planeó la apertura del WIPP en los años 80, esas aulas se estaban derrumbando y aun así DOE continúa con la intención de utilizarlas por que son las únicas áreas disponibles por debajo del suelo para mantener los desechos que esperan recibir. Si se abandonarán esas aulas demoraría la apertura del WIPP por varios meses lo cual es inaceptable para el DOE.

Una preocupación técnica desde hace tiempo es que la sal y el brine son altamente corrosivos para los contenedores de acero y carbón donde estaría resguardada la mayor parte de los desperdicios. En algunos años esos contenedores se corroerán generando gas, el cual escapará mezclando los desperdicios con la sal. La presión de gas en el confinamiento proveería un mecanismo para empujar la basura en fragmentos dentro de los lechos marcados o también la empujaría fuera de las aulas del confinamiento en caso de excavación. La decisión de DOE de utilizar magnesio oxidado como relleno dentro de cada aula de confinamiento, reduce significativamente el problema de generación de gas pero no cuando el brine penetra masivamente, lo cual sobrecargaría la capacidad del relleno para observar el brine y el gas que se produce.

Con todos los riesgos existentes aquí expuestos, aún cabe la esperanza de que el proyecto sea clausurado. Las demandas contra el DOE y la EPA, que han detenido la apertura de la planta podrían ser el comienzo. Este

hecho, es una buena oportunidad para que el Congreso reconsidere la continuación de gastos para WIPP, actualmente estimado en un costo de por lo menos \$1.9 billones de dólares para los próximos 35 años.

Aunque las instalaciones de armamentos nucleares del Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE), representan altos riesgos para la salud pública, los esfuerzos de esta agencia en los pasados 25 años se han enfocado en tratar de resolver un problema político en lugar de resolver un programa detallado científicamente y públicamente aceptable, para resolver aquellos riesgos. Como un ejemplo de como WIPP falla en resolver el problema de salud pública, en sus declaraciones sobre el impacto al medioambiente de WIPP, DOE concluye que es mejor dejar los desperdicios en aquellos sitios de almacenamiento ya existentes hasta por cien años y luego trasladarlos a WIPP. Los peligros que representan las instalaciones van más allá de las muertes y accidentes durante su tiempo de vida, ya que WIPP es una instalación técnicamente defectuosa que posee amenazas a largo plazo para las generaciones futuras.

La fallida determinación del DOE de abrir WIPP en Mayo de 1998 implicaba a otras agencias gubernamentales con autoridad reguladora sobre la instalación. Si tales agencias otorgan el sello oficial a los planes de DOE, se minará aún más la confianza pública en ellas. Los problemas de WIPP y los obstáculos para su apertura son aspectos claves del debate y la acción ciudadana en Nuevo México; las cortes, ciertamente estarán envueltas en las decisiones. Pero mucho más allá de nuevo México, habrá gente afectada por esas decisiones ya que millones de personas viven a lo largo de la ruta de transporte que pasa a través de otros 22 estados. Más todavía, lo que pase en los próximos meses tendrá implicaciones profundas para la administración de todos los desperdicios nucleares del gobierno federal.

"El gobernador de Nuevo México, así como el alcalde de Carlsbad, están contentos con la instalación porque significa más recursos y trabajo para sus gobernados. Las tribus indígenas que habitan en los alrededores, por cuyas reservas cruza la ruta de transportación, han llegado a beneficiosos entendidos con el DOE.

Pero no todos están de acuerdo. Hay algunos grupos antinucleares que, como la activista Deborah Reade, autora del libro Todo lo que usted siempre quiso saber acerca del WIPP, aseguran que la solución de la planta sólo significa esconder los residuos debajo de la alfombra y lejos de la vista del público. "Los residuos radiactivos se han convertido en el juego de la ostra donde los desechos se mueven de un lugar a otro y siempre fuera de la vista". Algunos expertos afirman que, dado que algunas cámaras trasminan salmuera —hecho aceptado por el DOE—, no existe seguridad de que no haya un flujo en sentido contrario y contamine el agua subterránea. Otros insisten en que es mejor dejar los residuos donde están y no realizar los 37 mil 723 embarques (53 metros cúbicos por embarque) que pasarán por 22 estados y numerosos pueblos, lo que los expone a accidentes y, lo más peligroso, a ataques terroristas. Además, decenas de miles de kilómetros de carreteras dejarán de ser seguras para el conductor durante 35 años. Ni el jugador más arriesgado apostaría contra la posibilidad de que no sucediera nada en 37 mil 723 embarques que recorrerán, en un solo sentido, unos 37 millones de kilómetros.

"El conteo regresivo ya está en marcha, y antes de que termine 1998 el primer embarque llegara al WIPP. Las cavernas esperan y los murciélagos de Carlsbad vuelan a su reencuentro con la historia. El Chernobyl móvil pronto estará circulando por las autopistas estadounidenses para depositar su siniestra carga en la vecindad de la frontera México-Estados Unidos". (Victoriano Garza Almanza, El Chernobyl Móvil, 1998).

"Esta alternativa (preferida) presupone que el desperdicio TRU de Idaho es mantenido hasta que un depósito de desperdicios de alto nivel esté disponible; entonces los desperdicios serían confinados ahí."

DOE, WIPP EIS, Octubre 1980.

DOE ha emitido hasta ahora tres declaraciones de impacto ambiental para WIPP conocidas como EIS —en 1980, 1990 y 1997, y un segundo suplemento de declaraciones de impacto ambiental (SEIS-II) emitido en Septiembre 1997. Todos estos EIS's tienen importantes elementos en común, incluyendo el análisis referente a

los desperdicios y los lugares donde actualmente están para permanecer ahí por lo menos durante cien años, en este análisis se especifica que la exposición de radiación para el público es menor si los desechos permanecen en su sitio, pero si son transportados a WIPP, tal exposición se incrementaría. La mayoría de las personas que testificaron en las audiencias públicas durante la presentación de cada una de las tres declaraciones de prueba, incluyendo a quienes no son de Nuevo México sino de otros estados, se opusieron al uso de WIPP. La gente ha objetado a DOE, la forma errónea de abordar los desperdicios TRU enterrados, y ha expresado preocupación sobre los riesgos del transporte y las deficiencias que existen en la instalación de WIPP. Sin embargo, DOE persiste en promover WIPP, ignorando tanto sus propios análisis como los comentarios de oposición del público.

El actual SEIS-II omite cualquier discusión de sitios alternativos, incluyendo las alternativas preferidas del EIS final, no contiene análisis de la disposición de todos los desperdicios TRU, ignora muchos de los problemas técnicos con el sitio, y analiza inadecuadamente los riesgos de transportación.

Ya que el Acta Nacional de Política Ambiental requiere que una agencia prepare su propio EIS antes de tomar decisiones, DOE declara públicamente que todavía no ha decidido como proceder con WIPP. Tales declaraciones suenan huecas y contradictorias debido al conocimiento público que se tiene de las diversas aseveraciones de DOE sobre sus planes para hacer de WIPP el "pilar" de su programa nacional de limpieza de desperdicios.

El Departamento de Energía se ha especializado en instalar sitios para desechos contaminantes y peligrosos en áreas donde habitan personas de escasos recursos y minorías étnicas, esta práctica se ha convertido en un modelo que afecta a estas poblaciones, las cuales tienen que cargar con los altos riesgos que implican los impactos adversos en el ambiente. Algunos de estos ejemplos son:

#61623 El sitio de WIPP para desperdicios químicos y radioactivos

#61623 La Montaña Yucca, donde se encuentra un tiradero de alto nivel de desperdicios en una zona de Shoshone.

#61623 La Bodega Controlada para Recuperar (The Monitored Retrievable Storage / MRS), propuesta para la Reservación Skull Valley Goshute en Utah con desperdicios de alto nivel.

#61623 El cementerio nuclear de bajo nivel propuesto para Andrews en el Condado de Texas, muy cerca de Eunice, Texas y el WIPP.

#61623 Los proyectos de plutonio aumentado en los Alamos National Laboratories (LANL), tales como la Producción del Hoyo (Stockpile Stewardship) y el Programa de Manejo, Acumulación y Mayordomía (Management Program).

#61623 El cementerio nuclear de Ward Valley, California de alto y bajo nivel, ubicado en las tierras sagradas de las Naciones de Río Colorado.

WIPP, está ubicada en un área donde el 36.8% es minoría. En 1989 el 21.5% de la población total ahí establecida, tuvo una entrada menor que el rango establecido para la población pobre. Esto lo dió a conocer DOE en su última Declaración de Impacto Ambiental en WIPP (SEIS-II), pero omite la conclusión obvia: WIPP viola la Justicia Ambiental.

La ruta de transportación a WIPP es otro aspecto que atenta contra la Justicia Ambiental, debido a que los 38 mil embarques de desechos planeados para esta planta además de los 22 estados que tendrán poblaciones en

riesgo, cubrirán a la mayor parte de la población de Nuevo México, donde por lo menos, el 47% de sus habitantes son hispanos y americanos nativos. De los 50 estados que hay en EUA, Nuevo México es uno de los más pobres.

DOE declara en SEIS-II, que los accidentes, especialmente los que despiden radiación, pueden ocurrir en cualquier parte de la ruta y que cualquier impacto adverso debido a estos accidentes no son como para afectar desproporcionadamente a la minoría o la población de bajos recursos. Sin embargo, DOE no ha hecho absolutamente ningún estudio ni de la ruta, ni de la población, para determinar si Nuevo México está rodeado con el mismo número de personas de minoría y de no-minoría. En este sentido, creer que la minoría y la población de bajos recursos no será desproporcionadamente afectada, no se sustenta en ninguna base.

Es más fácil aceptar, la evidencia de que las carreteras pasan a través de vecindades con personas de escasos recursos y donde habitan las minorías, además de cruzar por muchas reservaciones indias. No puede ocultarse el hecho de que en el estado de Nuevo México, las carreteras pasan por vecindades con altas proporciones de personas de bajos recursos y minorías.

También los Laboratorios Nacionales de Los Alamos atentan contra la Justicia Ambiental, pues el sitio donde se ubica esta fuente de contaminación, está rodeado por las más altas concentraciones de gente que forma parte de las minorías. Las minorías constituyen mucho más del 55% de la población, en una área de 50 millas. De todos los sitios seleccionados por DOE para depositar sus desechos peligrosos, éste es el más densamente poblado por minorías, le sigue el de Savannah River con un 35% de minorías.

Los Derechos Civiles del Acto de 1964, corregido, prohíbe la discriminación de la raza por el color, el origen o por programas o actividades que reciben asistencia financiera federal. Esto incluye el impacto desproporcionado de los programas de administración ambiental.

También la Cláusula de Protección Igualitaria de la Constitución de los Estados Unidos, prohíbe la discriminación en EUA.

Los Laboratorios Nacionales de Los Alamos, tendrá una importante participación en el envío de desechos peligrosos a WIPP. LANL, esta generando un gran porcentaje de residuos y efectuando proyectos tales como la producción de hoyos, tratamiento de residuos y el DARHT (explotar el Uranio disminuido y metales tóxicos al aire libre, así como explotar Plutonio en canastillas o cápsulas). Todo este desperdicio convertido podría llenar el 70% de la capacidad de WIPP, reservado para desechos futuros, el cual sería transportado en la ruta 84/285 al WIPP.

WIPP, representa enormes riesgos para México. Tal aseveración se basa en las conclusiones a las que han llegado diversos geólogos estadounidenses que han estudiado esta planta y quienes consideran que las sales que penetran en los túneles de WIPP, corroerán los contenedores metálicos donde se encuentra el material radiactivo, el cual, por los mismos efectos de la sal, será disuelto y fluirá con el agua contaminada por los túneles. El agua ahí contenida se elevará en las cámaras de la planta y fluirá a su vez por las fracturas de los acueductos, transportando así el desecho nuclear al Lago de la Sal y de ahí al Río Pecos en un recorrido de varias millas al sureste de WIPP.

Del Río Pecos pasará al Río Bravo en el punto de unión localizado en el estado de Coahuila, lo cual afectará gravemente no solo el agua del Río, sino los mantos acuíferos de México. Este hecho podría ocurrir después de 6 o 10 años contados a partir del momento en que fuera contaminado el Lago de la Sal cercano a WIPP.

Por estas razones los mexicanos han hecho un manifiesto

MANIFIESTO DE LOS MEXICANOS CONTRA WIPP ENVIADO AL PRESIDENTE DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA WILLIAM CLINTON, AL CONGRESO DE EUA, AL DEPARTAMENTO DE ENERGÍA DE LOS ESTADOS UNIDOS (DOE) Y, A LA AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (EPA):

CONSIDERANDO que las instalaciones de WIPP diseñadas para almacenar alrededor de 6.2 millones de pies cúbicos (175 mil metros cúbicos) de materiales usados en la producción de bombas nucleares contaminadas con plutonio y otros núcleos radiales, así como químicos peligrosos, se encuentran a tan solo 250 kms. al norte de Ciudad Juárez y que cualquier incidente por fuga o transportación de los materiales químicos y radioactivos podría llegar a afectar el medio ambiente de nuestra región, la salud de sus habitantes, el agua, la flora y fauna y su desarrollo sustentable

CONSIDERANDO que los desechos contaminados con plutonio, cuya vida media es de 24 mil años, estarán peligrosamente confinados en esta región fronteriza, representando durante todo ese tiempo un riesgo latente (el plutonio es altamente cancerígeno si rebasa la dosis de un millonésimo de gramo en el cuerpo humano)

CONSIDERANDO que el estándar de seguridad de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) exige que la estructura proteja al hombre y al medio de esos residuos en un lapso de al menos 10 mil años

CONSIDERANDO que una gran cantidad de desechos radioactivos y químicos vendrán de diversos estados de la Unión Americana (hasta el 2033 estarán llegando al lugar un promedio de tres embarques diarios procedentes de 10 estados) para afectar a los habitantes de esta región fronteriza que nada tienen que ver con los beneficios que otras comunidades han tenido con la producción y el uso de esos materiales

CONSIDERANDO que años atrás, cuando la administración del presidente Carter finalizó su política de desperdicios nucleares, concluyó que WIPP debería de ser cancelado, y que desperdicios transuránicos (TRU, contaminado con plutonio) deberían de ser desechados en otro sitio

CONSIDERANDO que este proyecto representa un ejemplo clásico de racismo ambiental por su ubicación, en una zona donde la mayor parte de sus pobladores son de origen hispano e indígenas.

CONSIDERANDO que el legado histórico que se encuentra en Nuevo México, representa una gran parte de nuestras raíces indígenas y mexicanas, y correrá el riesgo de ser afectado

CONSIDERANDO que la selección del sitio de WIPP no se encuentra lo suficientemente respaldada por la ciencia y que en 1980, la primera declaración de impacto ambiental sobre desecho de desperdicios transuránicos (TRU), rechazaba las cavernas salinas de WIPP por problemas técnicos que el Departamento de Energía (DOE) nunca ha podido resolver

CONSIDERANDO que la mina de sal donde serán confinados los desechos radioactivos y químicos, presenta, eventuales derrumbes de sus paredes, además de los escurrimientos y pozos de salmuera sumados a una gran cantidad de brine comprimido que podrían corroer los contenedores de los residuos peligrosos, provocando fugas que contaminarán el Lago de la Sal y el Río Pecos cuya desembocadura se localiza en el Río Bravo o Río Grande que forma parte de las aguas patrimoniales de la República Mexicana y en tal caso amenazaría la vida de millones de mexicanos

¿Y que pasa con la campaña Atomos por la Paz?

La campaña Atomos por la Paz fue iniciada por los Estados Unidos en 1953 para promover la energía nuclear, presentándola como limpia, segura, barata e ilimitada. Los Estados Unidos gastaron decenas de miles de millones de dólares en establecer la industria nuclear en el país y vendérsela a otros, asegurando el dominio

norteamericano sobre el creciente mercado nuclear mundial. La antigua Unión Soviética creó un programa similar en Europa Oriental, mientras que Francia, Gran Bretaña y China desarrollaron industrias de armamentos y energía nuclear tanto para uso interno como para la exportación.

La Energía nuclear nunca ha tenido fines pacíficos. La verdadera energía nuclear pacífica es un mito. La industria nuclear nació de los enormes esfuerzos desarrollados para obtener la Bomba Atómica durante la Segunda Guerra Mundial. Desde entonces, los programas nucleares, civiles y militares han caminado inseparablemente unidos. La industria nuclear se ha beneficiado permanentemente con los enormes subsidios e inversiones para el desarrollo realizados por las industrias relacionadas con la defensa. Las armas nucleares dieron lugar a la electricidad nuclear; pero el hecho más grave es que la generación de electricidad nuclear desemboca inevitablemente en la producción de plutonio, ingrediente fundamental para las armas nucleares. No existe demanda de plutonio fuera de la industria de armamento. El otro elemento fisible imprescindible para la fabricación de armas atómicas – el uranio altamente enriquecido – no podría ser producido sin la existencia de las enormes plantas de enriquecimiento, las que también son necesarias para la producción del combustible de las plantas nucleares. El aumento de centrales nucleares y de plantas de enriquecimiento, implica el riesgo de que aumenten progresivamente el número de países capaces de producir armas nucleares. Esta es la amenaza de la proliferación nuclear.

La Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA) fue creada para promover la energía nuclear e impedir la proliferación de las armas nucleares. Sin embargo, estas dos funciones resultan fundamentalmente incompatibles. La promoción de la energía nuclear ha conducido directamente a la proliferación de materiales y armamento nuclear.

En la actualidad la campaña de relaciones públicas de Atomos por la Paz sigue viva, entregando una pantalla para una tecnología altamente peligrosa. La energía nuclear no ha sido ni será nunca segura.

¿Y los peligros de una posible guerra nuclear?

Los críticos de la energía nuclear nacieron con la aparición misma de esta fuente. Hombres de la talla de Albert Einstein o Bertrand Russell estuvieron en estas filas.

Después de que Estados Unidos lanzara la bomba atómica sobre Hiroshima y Nagasaki, Einstein llegó a decir que si hubiera sabido que sus teorías iban a conducir a ese poder destructivo se hubiera dedicado a relojero.

Hasta donde se sabe, Einstein no tuvo ningún contacto directo con el proyecto de la bomba atómica, que se desarrolló en Los Alamos, Nevada. El lanzamiento de la primera bomba atómica sobre Hiroshima fue una sorpresa para Einstein y lo llenó de aflicción. Desde ese momento hasta su muerte dedicó su tiempo y su prestigio a la causa de salvar a la humanidad de su propia destrucción en un holocausto nuclear. En 1945 escribió:

En vista de que no preveo que la energía atómica resulte una bendición en un futuro cercano, debo decir que, por el momento, constituye una amenaza. Quizás es preferible que así sea. Podrá intimar al género humano para que ponga en orden sus asuntos internacionales, lo cual indudablemente pasaría sin la presión del miedo.

El último acto político de Einstein, una semana antes de su muerte, acaecida el 18 de abril de 1955, fue firmar un manifiesto redactado por Bertrand Russell, en el que se exhorta a los hombres de ciencia a unir sus esfuerzos para prevenir la guerra atómica.

Russell, por su parte un pacifista apasionado, fue uno de los fundadores de la Campaña Para el Desarme Nuclear (CND, por sus siglas en inglés), una organización nacida en 1958 que aboga por la abolición de las armas atómicas.

La década de los años 70 dio más impulso al movimiento, que pasó de la oposición a las armas atómicas al rechazo de la energía nuclear como fuente de poder.

Las bombas convencionales causan solamente un efecto destructivo provocado por la onda de choque, mientras que las nucleares tienen muchos, siendo cinco los principales:

- **Radiación nuclear inicial:** la altísima temperatura y la elevada presión que se genera en el interior de la explosión emiten radiación en todas las direcciones. Esta se compone de rayos alfa, beta y gamma, que son una forma de radiación electromagnética de alta energía que puede causar la muerte sin que el individuo se de cuenta de que ha sido irradiado. Una explosión de un megatón (de tamaño estándar) mataría a todo ser humano en 15 km. a la redonda que se encontrase al aire libre. Las partículas alfa son idénticas a un núcleo de helio, son las que mas larga vida tienen, unos mil años, pero su poder de penetración en la materia es poco, por tanto son las menos peligrosas ya que los que son irradiados por ellas suelen estar cerca del punto cero, y por tanto ya no han de preocuparse por la radiación. Con 45 cm. de tierra se consigue reducir la radiación veinte veces. Las partículas beta penetran más, siendo suficiente 38 cm. de pared de ladrillo para reducir a un quinto la radiación (una pared moderna ya espesa se compone de 1 pie de ladrillo más cámara más aislante más ladrillo hueco y yeso, que suele quedarse en los 37 cm.). Los de más poder de penetración son las gamma, y por tanto los más peligrosos ya son los que se introducen en los refugios nucleares aún con grandes espesores de hormigón. La única protección eficaz es la de interponer grandes masas de material, mejor cuanto más denso, siendo el ideal el plomo, ya que pasa por los materiales como la luz por una tela, si esta es mas densa mayor cantidad de chocará con ella y no la traspasará. Para reducir la dosis a un veinteavo se precisan 30 cm. de hormigón armado.
- **Pulso electromagnético:** La intensa actividad de los rayos gamma genera mediante inducción una corriente de alto voltaje sobre antenas, vías férreas, tuberías..., que destruye todas las instalaciones eléctricas de una amplia zona si la explosión se efectúa a gran altura. Una detonación de muchos kilotones a 200 km. sobre Omaha (Nebraska) destruiría todos los circuitos eléctricos integrados de toda Norteamérica y parte de Méjico y Canadá. Ante el riesgo de una detonación nuclear es conveniente alejarse de líneas eléctricas y vía férreas, ya que la corriente inducida puede electrocutarnos.
- **Pulso térmico:** al expandirse la bola de fuego el aire circundante absorbe energía en forma de rayos X y la irradia en forma de una luz cegadora y un intensísimo calor. Una bomba de 20 Megatones produciría una intensa luz durante 20 segundos y causaría quemaduras de segundo grado a cualquier persona expuesta a 45 Km. de distancia.
- **Onda de choque:** La rápida expansión de la bola de fuego genera una onda de choque como cualquier explosión, pero de una potencia muy superior, ya que puede aplastar o barrer edificios dañándolos muy seriamente o destruyéndolos por completo, ya que más que "empujar" por su duración lo que hace es estrujar. Una bomba de 20 megatones no dejaría en un radio de 20 Km. más que escombros, sólo se salvarían las cimentaciones y construcciones enterradas.
- **Primera lluvia radioactiva o lluvia radiactiva local:** una explosión de 20 megatones aras de suelo produciría un cráter de 183 m. de profundidad, la elevada temperatura vaporiza todo lo que se encuentra dentro de la bola de fuego, todo se funde con los materiales radiactivos de la fisión o fusión y se eleva con el hongo para luego precipitar en forma de finas cenizas. Esto ocurrirá durante las 24 h. siguientes a la explosión y afectará a una región más o menos amplia para una misma potencia, según la climatología. El fenómeno se amplía considerablemente si la detonación se produce cerca del suelo. La energía liberada por esta lluvia es de un 5% del total, aunque no se suele considerar al indicar la

potencia de un arma nuclear.

Estos son los denominados efectos primarios que no son los más destructivos; los denominados secundarios, como incendios en masa que acabarían con los pocos supervivientes y matarían a más que el pulso térmico y la onda de choque. Además, caso de que se lanzaran muchas bombas nucleares sus efectos secundarios serían mucho más graves que la suma de ellos por separado, afectando a la totalidad del planeta y la biosfera, a estos se les denomina efectos globales secundarios, producidos por unos 10.000 megatones mínimos para considerar un holocausto como tal.

- El primero de estos efectos es que la radioactividad liberada en caso de holocausto penetraría en todos y cada uno de los seres vivos (y en el mar, la tierra y el aire). Mientras que en dosis altas (según la especie) produciría la muerte, en otras más bajas los efectos serían de lo más variados (mutaciones, esterilidad...)
- El segundo sería que los materiales impulsados por las detonaciones se elevarían hasta la troposfera donde ocultarían la luz del sol durante meses o años, haciendo bajar la temperatura de la tierra y alterando la fotosíntesis de los vegetales y el plancton marino: sería el famoso invierno nuclear. Además estos materiales radiactivos irían cayendo durante meses o años convirtiéndose en una lluvia radiactiva global que, aún con menos dosis radiactiva que una lluvia provocada por una bomba, sería global. Entre los trescientos productos radiactivos algunos son inofensivos a las pocas horas, pero otros son perjudiciales durante miles o millones de años. Ese 5% de energía liberada por la lluvia radiactiva en una bomba es poco, pero en los 10.000 megatones de un holocausto suponen ya 500 megatones que irán "estallando" durante miles de años después de la catástrofe.
- El tercero sería una reducción en la capa de ozono producida por el óxido de nitrógeno generado por las bolas de fuego, de modo que la radiación solar que llegase a la tierra sería mortal. Un 70% del ozono desaparecería en el hemisferio norte y un 40% en el sur, siendo necesarios 30 años para recuperar su estado normal.

Han de existir muchos más efectos de los conocidos; sin embargo, debido a la complejidad del planeta es posible que nunca los descubramos todos, ya que la única manera de conocerlos es que ocurran, pero entonces estaríamos muertos...

El debate

¿Hasta qué punto los argumentos del movimiento antinuclear son racionales y hasta qué punto pasionales?

Quienes defienden a la energía nuclear afirman que sus detractores no tienen bases científicas y que los adelantos tecnológicos han logrado disminuir los riesgos en su utilización.

Por otro lado, el tema económico se cruza en este punto, dada las inversiones que hay en las plantas nucleares y su posible contribución al desarrollo.

En algunos países, como los de Europa del Este, es la única fuente de energía disponible y es difícil encontrar alternativas.

Los activistas antinucleares contestan afirmando que el factor humano sigue siendo el eslabón más débil de la cadena nuclear y que nunca se podrá evitar el riesgo.

Apoyan sus argumentos en accidentes como Chernobyl o el más reciente de Tokaimura, Japón, con sus

dramáticas consecuencias en el medio ambiente y los seres humanos.

Mientras en países como Japón, la utilización de esta energía está en pleno debate, varias naciones europeas ya han renunciado a ella o están en proceso de abandonarla.

Como otros muchos fenómenos de la Naturaleza la energía nuclear no es buena ni es mala; depende de cómo y a qué se aplique. Su empleo en armas nucleares es devastador, mucho más y con peores consecuencias que arma alguna empleada anteriormente.

Sus aplicaciones pacíficas, en cambio, son provechosas para el hombre. Los isótopos radiactivos se emplean en el diagnóstico y terapia de enfermedades. La investigación en las ciencias biológicas y en la técnica, el control de calidad de la industria, el preservación de alimentos perecederos, la inducción de mutaciones en especies vegetales para mejorar los rendimientos de los cultivos. Su empleo como fuente de energía en las centrales nucleares facilita un aumento de la producción industrial y mayores comodidades en nuestra vida cotidiana y a la creación de nuevos puestos de trabajo.

Los expertos comienzan reconociendo que las actividades nucleares son peligrosas porque llevan en su seno los productos radiactivos tóxicos. Pero también afirman que una actividad peligrosa no tiene por qué ser insegura si se incorporan las medidas técnicas y administrativas adecuadas. En esto la energía nuclear no es distinta de otras actividades peligrosas que la sociedad admite y utiliza como el gas doméstico, la electricidad o el transporte.

Se ha reconocido que la peligrosidad de la energía nuclear se debe a la toxicidad de las radiaciones emitidas por los productos radiactivos. El primer requisito fundamental de la seguridad consistía, por tanto, en conseguir que ni tales productos ni sus radiaciones puedan llegar al hombre ni durante las situaciones normales de explotación ni en caso de accidente.

Pero se ha de comprender que este requisito será muy difícil de satisfacer, tanto desde el punto de vista técnico como administrativo, ya que ha de ser compatible con el objetivo fundamental de transformar la energía nuclear en eléctrica. Sin embargo, siempre podremos acercarnos a esta meta alcanzando límites razonables (necesidades energéticas del país, beneficios, alcanzados y peligros que pueden derivarse de otras fuentes energéticas), que han de ser previamente aceptados por la sociedad.

Desde otro punto de vista, el de los movimientos antinucleares y asociaciones ecologistas sobre todo, la generación de electricidad a partir de la fisión nuclear es uno de los errores tecnológicos, ecológicos y económicos más graves de nuestro tiempo. Lejos de asegurar nuestro bienestar. Se ha convertido en una importantísima fuente de malestar. En interés de las generaciones venideras y del mundo que estamos obligados a legarles, urge acabar con ella.

Se considera que la renuncia a la producción de la electricidad de origen nuclear es moralmente imperiosa y económicamente posible, por una serie de razones que la Ley de Iniciativa Legislativa Popular resume en las siguientes:

1.– Todas las actividades de la industria nuclear generan *contaminación radiactiva* y la radiobiología ha demostrado que ninguna dosis es inocua. La vida radiactiva de muchos elementos se prolonga durante años, tiene efectos acumulativos, por lo que se puede manifestar después de décadas y en generaciones sucesivas.

En suma: la industria nuclear impone a la población un riesgo para su salud sin que nunca se nos haya consultado directamente nuestro parecer.

2.– Las centrales nucleares producen gran cantidad de *residuos radiactivos*, creando un problema que

permanece sin resolver: quién nos garantiza la seguridad de este material radioactivo durante decenas de miles de años. El problema es más ético que técnico: ¿tiene derecho nuestra generación a dejar esta herencia, una hipoteca a las generaciones futuras?, esta es una razón fundamental para cerrar cuanto antes todas las centrales nucleares.

3.- El entorno se ve afectado por las consecuencias que podrían derivarse tanto de un desastre natural como de un acto bélico derivado. La indefensión ante tales amenazas puede llevar a la sociedad a elegir entre seguridad y libertad. En el debate nuclear está en juego la *libertad* y la *soberanía* de los pueblos.

4.- Nacida de la bomba atómica, la industria nuclear alimenta a la bomba facilitando la *proliferación de armas nucleares*. Así India consiguió el arma nuclear y se cree que puedan tenerla Sudáfrica e Israel y podrían hacerse con ella más de 40 Estados. Esta presunción convierte a los reactores nucleares en caballos de Troya. Los costes de la opción nuclear son entre otros, los relacionados con la defensa, la paz y la libertad de los ciudadanos.

5.- A los riesgos del funcionamiento normal se añaden los de cualquier error, fallo o imprevisto mecánico o humano. La industria nuclear esta: salpicada de incidentes y *accidentes*. Las catástrofes ya ocurridas han demostrado cual es el alcance del riesgo que la industria nuclear obliga a asumir, la magnitud de un accidente nuclear grave no resiste comparación posible: los efectos perdurarán durante generaciones. La negativa de las compañías de seguros a cubrir los riesgos de accidentes nucleares habla por si misma.

Lo único seguro de las centrales nucleares es su inseguridad. No queremos centrales más seguras, queremos estar seguros sin centrales nucleares.

6.- Una vez agotada su vida útil, las propias centrales nucleares serán inmensos residuos que la sociedad deberá custodiar durante decenas de años. No existen precedentes de desmantelamiento de reactores nucleares ni de almacenamiento seguro de sus partes contaminadas de radiactividad. Pero deberán mantenerse aisladas durante generaciones y nunca hasta ahora la tecnología ha podido garantizar que una estructura permanecería intacta durante tanto tiempo.

Lo que ya está hecho ya no puede eliminarse, pero se puede aminorar cerrando el parque nuclear antes de que alcance el máximo nivel de *irradiación*.

7.- Las *reservas* mundiales de uranio son limitadas. Los promotores de la industria nuclear pretenden solucionar su escasez con una segunda era de reactores rápidos supergeneradores, que proporcionan más material fisible del que se consume. Pero también resultaron los mas peligrosos, además de costosos, ya que su control es un gran problema. Por ello se están abandonando ya los planes de supergeneración para el futuro. Pero eso implica que la generación eléctrica nuclear tiene los años contados.

8.- La industria nuclear no ha superado la *prueba del mercado*. El dilema seguridad y rentabilidad le ha llevado a la quiebra. Los precios a los que se pensaba obtener electricidad solo tomaron en cuenta una muy pequeña parte de los costes y los riesgos, pero las constantes averías, protestas de vecinos, advertencias de científicos y movimientos antinucleares han obligado a establecer mayores medidas de seguridad.

La demanda de energía prevista también era exagerada y los encargos han caído y los proyectos se han abandonado. Las centrales nucleares sólo sirven para producir electricidad cada vez más cara y en vez de satisfacer una necesidad real, las compañías eléctricas buscan suscitarle en un mercado cautivo.

9.- La renuncia a producir electricidad nuclear es económicamente viable y ventajosa. Necesitamos un nuevo modelo energético acorde con los tiempos. Después de Chernobyl, el mundo ha empezado a plantearse el abandono definitivo de la generación nuclear de electricidad. La consciencia de la gravedad del *deterioro medioambiental* obliga a acelerar la reconversión ecológica de las formas de obtener y utilizar energía,

dirigiendo los esfuerzos hacia energías renovables.

Por estas razones se intenta instar al gobierno al cierre y desmantelamiento urgentes de las centrales en explotación renunciando a producir electricidad en las que están en moratoria y renunciando también a construir en el futuro ninguna nueva central. Ahora es el momento del cambio, esperar sólo aumentará su dificultad y su coste en el futuro.

10.- La imposición de la opción electronuclear ha sido, desde el comienzo, una historia *antidemocrática*. Apoyada por el poder del dinero y del propio Estado logró vencer, pero casi nunca convencer. El nuevo modelo energético que necesitamos exige una ampliación del ejercicio real de la democracia. La opción nuclear solo podía imponerse contra la voluntad popular. Una opción ecológica solo será posible si fomenta la participación ciudadana y la soberanía real en cada lugar, cada región y cada nacionalidad.

¿Y el futuro de la energía nuclear?

Proféticamente, uno de los grandes pioneros de ruso de físicas de fusión dijo: "Nosotros no enjaezaremos el potencial de fusión hasta que se vuelva una necesidad." Europa todavía tendrá que el fósil-combustible suficiente reserva para mantener su requisito de energía a su pozo nivelado presente en el próximo siglo. ¿Pero qué entonces?

Según un estudio emprendido por el Concilio de Energía Mundial, a través de 2020, que el aceite europeo Occidental y reservas de gas habrán rechazado a un punto al que se espera que sólo Noruega tenga reservas significantes de gas natural y Europa Occidental una fase de producción de aceite cadente y la dependencia de importación de aceite creciente puede entrar bien. En 25 años cronometre, la dependencia de Europa en el suministro externo de combustibles convencionales probablemente habrá aumentado del nivel actual de alrededor de 50% a alrededor de 70%.

Son varios otros factores que deben tenerse en cuenta. En 1990 unos 75% de la población del mundo (aquéllos en los países en vías de desarrollo) era responsable para sólo 33% del consumo de energía del mundo; por el año 2020 que 75% probablemente habrán subido a 85% y el consumo de energía a alrededor de 55% (vea mapa). Habrá competición mayor así para los recursos de combustible disponible.

Es probable que otro factor importante sea un apretándose más allá de acuerdo internacional que considera CO2 emisiones para disminuir la velocidad los efectos de calentar global y el cambio climático consecuente. Todos esto suma a la necesidad por la investigación científica intensificada lograr la eficacia mayor y conservación de nuestros recursos de energía.

Dado que, en el término corto, alguna contribución será hecha por varios sistemas de energía renovables – principalmente la biomasa, hidro, solar, el viento y los sistemas geotérmicos – qué se piensa improbablemente que excede 20% del total a través de 2020, la alternativa del no-fósil actualmente disponible para proporcionar la proporción mayor del excelente 80% son hendimiento nuclear pero también está claro que la fusión pudiera tener un papel importante para jugar en el equilibrio de energía. Esto se dio énfasis a en el Papel Verde recientemente publicado para una Política de Energía de Unión europea llama en la Comisión para continuar investigación en fusión termonuclear.

La fusión nuclear se contempla como la solución al reto energético del siglo XXI. Con una población en aumento, que según previsiones de la ONU se situará en torno a los 9 400 millones de personas a mediados del próximo siglo, se hace imprescindible una fuente de energía abundante, barata, segura y que respete al medio ambiente.

BIBLIOGRAFIA

- "La Energía Nuclear , Greenpeace, <http://www.greenpeace.org>
- El cementerio de Residuos Nucleares (Greenpeace antinuclear: Greenpeace)
- El problema de los residuos radiactivos (Greenpeace antinuclear: Greenpeace)
- "Estilos de Desarrollo, Energía y Medio Ambiente , CEPAL.
- "Problemas Ambientales de la Energía Nuclear , José Ródenas Diago.
- Energía Nuclear: No es un monstruo ni pisa fuerte, Pablo Tapia Correa.
- Manual de Seguridad Energética, Jan Tomas, Claire Greensfelder y Wendy Oser.
- Engineering/Nuclear-Engineering, [http:// www.yahoo.com/Science/](http://www.yahoo.com/Science/)
- Accidente Nuclear de Chernobyl, <http://polyn.net.kiae.su/polyn/manifest.html>
- El webo verde. URL: www.pangea.org/~vmitjans/
- Energía Nuclear de Fusión URL: www.jazzfree.com/jazz6/fontanet/fusio/es_fusio.htm
- The nuclear link <http://www.nuclearlink.com/castellano/index.htm>
- Introducción a la Ingeniería, Ingeniería, Sociedad y Medio Ambiente. Jacinto Viqueira Landa. Noriega Editores. 1994
- Energía Atómica. Presente y Futuro. Maxwell Leigh Eidinoff. Librería Hachette S.A.
- Las ciencias de la Energía. J.G. Crowther
- Recopilación de los principales convenios internacionales aprobados por Colombia. URL: www.humboldt.org.co/pol-reco-tratados.htm
- Agenda 21. Capitulo 22. Desechos Radioactivos.
<http://www.rolac.unep.mx/agenda21/esp/ag21es22.htm>
- Energía Nuclear de Fisión.
- Las dos visiones de la energía nuclear