



# LOS RESIDUOS NUCLEARES:

## LA PROBLEMÁTICA DE SU ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

\*\*\*\*\*

Coordinadora de Organizaciones  
de Defensa Ambiental

CODA

## **PRESENTACION**

El presente informe se elabora como material teórico inicial para los grupos de la CODA para realizar una campaña sobre el transporte de los residuos radiactivos, procedentes de centrales nucleares, y del combustible nuclear. Consta de dos partes diferenciadas, una dedicada a la problemática general de los residuos nucleares, que hace hincapié en el almacenamiento, y una segunda dedicada exclusivamente al transporte, incluyendo itinerarios que pueden servir para que los grupos detecten si cerca de sus localidades existen transportes de residuos.

**Ha sido elaborado por:  
Francisco Castro y Francesc Hernández**

**Han contribuido:  
Secretaría de la CODA,  
Acció Ecologista-Agró (País Valenciá),  
AEDENAT-Madrid.**

---

**Abril de 1994**

# INDICE

## 1a) PARTE

1- Introducción.	5
2- Tipos de residuos.	6
3- Los residuos de alta actividad. Como se generan y sus problemas.	8
4- Las opciones para la gestión.	10
5- Enterramiento versus almacenamiento en superficie.	12
6- El caso español.	14
7- Bibliografía de la 1a) Parte.	17

## 2a) PARTE

1- La insegura circulación de productos radiactivos.	19
2- Los accidentes en los transportes radiactivos por carretera.	21
3- Los contenedores.	22
4- La producción de residuos nucleares.	24
5- Una larga ruta radiactiva.	26
6- No hay almacenes seguros.	30
7- La solución: cerrar las nucleares.	31
8- Notas.	32

# **PRIMERA PARTE**

## **LOS RESIDUOS NUCLEARES: SU PRODUCCION Y SU GESTION**

# 1- INTRODUCCION

En los cincuenta años de existencia de la energía nuclear y pese a la enorme cantidad de recursos que se dedican a resolver las cuestiones pendientes de esta fuente de energía, nadie ha conseguido dar una solución satisfactoria al problema de los residuos radiactivos. De todos los problemas asociados al uso de la energía nuclear, que aconsejan su inmediato abandono, éste puede ser el determinante. Los peligrosos residuos se pueden convertir en el talón de Aquiles de las centrales nucleares, salvo que alguien, en un futuro próximo, descubra una solución, cosa harto improbable.

El hecho de que se siga utilizando la energía nuclear a pesar del terrible legado que deja para las generaciones futuras, dice mucho acerca de la falta de escrúpulos morales de quienes la impulsan. Así como que no se tenga en absoluto en cuenta la opinión de la población para gestionar los residuos que ya existen. Aparece aquí una vez más el falaz argumento de que se trata de una decisión técnica por encima de cualquier control democrático.

El movimiento antinuclear reconoce los residuos nucleares ya existentes como un grave problema al que hay que buscar solución. Sin embargo, el problema es doble porque ninguna de las soluciones propuestas aparece como satisfactoria. Cuando se nos tacha de irresponsables por no contribuir a la solución, o se nos acusa de fomentar la alarma social al oponernos a la construcción de un depósito, se olvidan de que la mejor forma de minimizar el problema de los residuos es dejar de producirlos, es decir, el cierre de las centrales nucleares. Una vez más resulta útil aquí la metáfora de la bañera: cuando el agua de la bañera está a punto de rebosar hay dos posibilidades, una es achicar agua como se pueda y la otra, mucho más racional, cerrar los grifos. Pues bien, cerremos esos tremendos grifos de residuos que son las centrales nucleares. Un reactor de tamaño medio (1000 Mw) viene a generar unas 30 toneladas de residuos de alta actividad al año.

Sobre la búsqueda de una solución para los que ya existen, no parece que sea razonable algo más que dar unos criterios que se deberían tener en cuenta. El primero es minimizar los transportes para que el riesgo de accidentes en los traslados sea mínimo. El segundo sería el que se pueda mantener un control tanto sobre los residuos como sobre los envases en que estén guardados, por si estos tuvieran algún problema. El tercer criterio sería el de la recuperabilidad para que si, dentro del tiempo que sea, alguien descubre una solución, se pueda acceder a los residuos; o bien si los envases se estropearan, se podría llegar hasta ellos y repararlos.

Parece que entre todas las posibilidades que luego se enumerarán, se va a optar por el enterramiento en profundidad en formaciones geológicas lo más estables posibles. Esto está lejos de ser una solución satisfactoria, puesto que no cumple ninguno de los tres criterios antes expuestos.

## 2- TIPOS DE RESIDUOS

Por su peligrosidad los residuos radiactivos se clasifican en tres tipos: Los de alta, media y baja actividad.

Los residuos de alta actividad constituyen el 1 % del total, pero contienen el 95 % de la radiactividad generada. Son el combustible gastado de las centrales nucleares y las cabezas nucleares procedentes de las bombas y misiles atómicos. Son los más peligrosos y los que poseen vida más larga.

Los residuos de media y baja actividad proceden de la minería, del ciclo de combustible y de la irradiación de sustancias en instalaciones nucleares y radiactivas. Son menos peligrosos que los residuos de alta, pero mucho más voluminosos. Un reactor medio viene a generar unos 6.220 m<sup>3</sup> a lo largo de su vida. Algunos de ellos se generan en instalaciones de utilidad social, como en instalaciones radiactivas de uso médico (aparatos de rayos X, de radioterapia,...). Sin embargo, estos son una minoría: por ejemplo en EE. UU. los residuos de media y baja actividad procedentes de uso médico son el 2 % del total y contienen el 1 % de la radiactividad.

La vida de los residuos de media y baja varía mucho de unos a otros: Va de unas decenas de años hasta cientos de miles de años. Residuos de media actividad y larga vida son los materiales en contacto con el combustible de los reactores. Un ejemplo importante y paradigmático lo constituye el grafito radiactivo de los reactores refrigerados por gas y moderados por grafito, como el de Vandellós I. En el grafito se encuentra presente, sobre todo, el carbono-14, un isótopo radiactivo con un tiempo de semidesintegración de 5370 años, que convierte en muy problemático su almacenamiento con el resto de los residuos de media y baja. El director de la central de Vandellós I, en proceso de desmantelamiento, manifestó que se planeaba incinerar el grafito, hecho desmentido por ENRESA. Entretanto, nadie dice cual va ser el destino de las 1800 Tm que se conservan en Vandellós I. Es importante conocer su destino porque existen centrales en Francia e Inglaterra moderadas por grafito que presentarán el mismo problema en el momento de su desmantelamiento. La solución para la gestión de este grafito tiene, pues, carácter internacional.

Los de media actividad y vida corta serían los filtros y sistemas de tratamiento del refrigerante del circuito primario de los reactores nucleares, el propio refrigerante, los sistemas de venteo, etc. Además se generan residuos de media actividad en las fábricas de combustible.

Residuos de baja actividad y larga vida son los pararrayos radiactivos, de los que existen unos 50.000 en España, algunos detectores de incendios, y algunos producidos en medicina como las agujas de radio. Además en la fábrica de concentrado del mineral de uranio se generan 3.500 litros de

residuos líquidos por tonelada de mineral. Los de baja actividad y vida corta se generan en fábricas de combustible e instalaciones radiactivas diversas. Son trajes, guantes, máscaras y, en general, todas los objetos y sustancias que son irradiadas.

Además existen las colas de minería, que son residuos de muy baja actividad, pero que convierten en inhabitable el terreno donde se depositan. Contienen el 85 % de la radiactividad del mineral extraído, aunque ésta esté muy poco concentrada, porque las colas son muy voluminosas. Piénsese que para alimentar un reactor de 1000 Mw durante un año, hay que mover entre 15.000 y 60.000 toneladas de tierra. Las sustancias radiactivas que contienen tienen vidas de cientos de miles de años. en particular contienen Torio-230 que al desintegrarse da Radio-226 el cual da Radon-222. Por ejemplo, en Alemania hay unos 150 millones de Tm de colas. Éstos se podrían tratar, pero el coste ascendería a 23.000 millones de dólares.

Los transportes de residuos de alta actividad se producen sólo ocasionalmente, cuando se envía combustible irradiado a Francia o Inglaterra para reprocesar. De momento, los elementos combustibles gastados se almacenan en piscinas dentro de los recintos de las propias centrales. El combustible gastado de Vandellós I se está enviando a Francia a razón de unas 200 Tm al año y se terminará, probablemente en diciembre de 1994.

Los residuos de media y baja actividad se transportan desde las centrales nucleares a El Cabril. No existen informaciones oficiales sobre los itinerarios que siguen estos peligrosos transportes puesto que ENRESA ha negado esta información a quién se la ha preguntado, incluidos grupos ecologistas y ayuntamientos, pero se tiene constancia de que se producen por carretera y en camiones. Además, no cuesta mucho trazar los itinerarios que estos camiones deben seguir: cuanto más importante sea la carretera que tomen más seguridad tendrán y menos riesgo de accidente.

### 3- LOS RESIDUOS DE ALTA ACTIVIDAD. COMO SE GENERAN Y SUS PROBLEMAS

El uranio natural está compuesto por una mezcla de los isótopos U-235 y U-238. Este último es el más abundante y constituye el 99,3 %, mientras que el U-235 es precisamente el fisible. Los reactores nucleares funcionan con una mezcla de estos dos isótopos con riqueza variable de U-235. Tenemos desde los reactores CANDU canadienses que funcionan con uranio natural, hasta otros diferentes modelos en que la riqueza de U-235 varía entre el 2 y el 4 %.

El proceso de aumentar la proporción de U-235 en el uranio natural se conoce como enriquecimiento del uranio y al producto se le llama uranio enriquecido. Se trata de un proceso extremadamente caro y complejo tecnológicamente que hoy en día sólo realizan tres países en todo el mundo: EE. UU., Francia y Rusia. El proceso de enriquecimiento se conoce a grandes rasgos, pero los pormenores son secretos de carácter militar. En lugar de proporciones del 2 al 4 % de U-235, se pueden conseguir riquezas de hasta el 90 %, necesarias para construir bombas de fisión.

Cuando se bombardea un núcleo de U-235 con un neutrón se produce una reacción de fisión. De esta reacción se obtienen núcleos más ligeros como el iodo, el cesio, el estroncio o el manganeso, denominados productos de la fisión, entre 2 y 6 neutrones rápidos y energía. Los productos de la fisión son tremendamente radiactivos y tienen vidas medias de unos centenares de años. La radiactividad que desprenden es tan grande que la energía de las partículas radiactivas alcanza valores muy grandes, hasta el extremo de que se generan potencias de 1,6 Mw por tonelada de residuos en forma de calor. Esta es una característica fundamental al tratar de resolver el problema de los residuos: los productos de la fisión están muy calientes y es necesario refrigerarlos para evacuar el calor que se produce. Por tanto, se introducen en piscinas en la propia central y se hace circular agua para que estén permanentemente refrigerados.

Además de las reacciones de fisión, en el núcleo del reactor se produce una serie de reacciones subsidiarias que tienen lugar a partir de la captura de neutrones por el U-238. La más representativa es aquella en que un núcleo de U-238 absorbe un neutrón, dando lugar a U-239. Este se desintegra emitiendo dos partículas beta, dando lugar a plutonio-239. Este isótopo tiene un tiempo de semidesintegración de 24.400 años, emite rayos alfa y gamma, que es el tipo de radiactividad más peligrosa y, en caso de ingestión, una millonésima de gramo origina cáncer. Los isótopos impares del plutonio se usan para fabricar bombas atómicas.

Este segundo tipo de reacciones, las capturas de neutrones a cargo del U-238, nos da lugar al segundo tipo de nucleidos presentes en el combustible gastado de las centrales nucleares: los transuránidos. Si bien su actividad es menor que la que presentan los productos de la fisión, todos ellos presentan vidas medias de decenas de miles de años, lo cual los hace tóxicos aproximadamente durante unos ¡250.000 años! Esta escala de tiempo es tan alucinante que podemos considerarla una eternidad. Podemos compararlo con otros tiempos: la historia de la humanidad no tiene más de 10.000 años, la Montaña de Yucca, en el desierto de Nevada (EE. UU.), donde ya se depositan residuos de alta actividad, era un volcán activo hace 20.000 años, hace 5.000 años el Sahara era un vergel, hace 10.000 años había volcanes activos en el centro de Francia y hace 7.000 años no existía el Canal de La Mancha. ¿Quién puede, pues, garantizar que estas peligrosas sustancias estarán confinadas durante todo este tiempo? Incluso parece difícil que las generaciones futuras no acaben olvidándose al cabo de unos siglos de su existencia.

La larga vida de estas sustancias es sin duda el problema técnico más serio, pero no es el único. Por efecto de las desintegraciones se generan gases nobles. En concreto se genera al año un volumen aproximado de gas igual al volumen de los residuos lo cual hará aumentar seriamente la presión en el contenedor. Se debe tener en cuenta este hecho para su diseño y habilitar algún sistema de venteo o alguna forma de resistir la presión. Otro problema serio es el calor desprendido que hace necesario pensar en sistemas de refrigeración o de difusión de calor, para evitar que se fundan los residuos y la propia contención. Otro gran problema técnico es la propia radiactividad emitida que hace que cambien las propiedades de los materiales. Un intenso bombardeo de rayos gamma convierte en frágiles materiales que antes eran tenaces.

## 4- LAS OPCIONES PARA LA GESTION

La gestión de los residuos es, como se ve, un problema de imposible solución. Además, los gastos que implican no se incluyen en el precio de la energía, con lo que se está falseando éste. La industria nuclear reconoce que este problema existe y ha barajado las siguientes opciones:

- Entierro en los hielos antárticos. Esta opción se ha abandonado de hecho al firmarse los acuerdos de protección de la Antártida.

- Entierro en lecho marino. Los residuos se sepultarían bajo los sedimentos del lecho oceánico. En estos momentos existen diez países investigando esta posibilidad, pero presenta los problemas de que los residuos no son recuperables y de que deberían producirse numerosos transportes con el riesgo de accidente. Además es posible que se promulguen leyes internacionales que prohíban el depósito de todo tipo de residuos en el mar. Las técnicas que se barajan incluyen la fabricación de una especie de torpedo encargado de transportar los residuos y enterrarse en los sedimentos marinos. Hay tres lugares en el mundo que se estén investigando, una fosa cerca de Canarias, otra cerca de Azores y otra no lejos de Nueva Zelanda.

- Envío al espacio. Esta opción se ha abandonado por razones obvias: no hay más que pensar en la posibilidad de un accidente como el del Challenger, que se encargase de distribuir por la atmósfera toneladas de residuos de alta actividad; cada lanzamiento sería la amenaza de un nuevo Chernobil. Además este método es tan caro que supondría el inmediato cierre de las centrales nucleares.

- Transmutación. Este proceso consiste en convertir los residuos en otros radionucleidos de vida más corta mediante el bombardeo con neutrones. Presenta el inconveniente de que es muy caro y todavía no se tienen garantías de que el proceso reduzca de forma efectiva la cantidad de radiactividad, puesto que se trata de procesos con una cierta estadística y no siempre se obtienen isótopos menos activos. En estos momentos se encuentra en estudio por Rusia, Japón, Francia y EE. UU.

- Reprocesamiento. Consiste en la separación química de los diferentes componentes de los residuos para su posterior reutilización. Se podría extraer el uranio no gastado y el plutonio para usarlos como combustible de reactores rápidos o para fabricar bombas atómicas. Además se extraen otros isótopos para usarlos como fuentes radiactivas en medicina o con fines industriales. Sin embargo este proceso no es adecuado para resolver el problema de los residuos porque sólo disminuye la radiactividad típicamente en un 3 % y, a cambio, multiplica el volumen de los residuos por 160. Se trata más bien de una forma de obtener beneficios a partir del combustible

gastado. Lo usan de forma comercial cuatro países: Francia, EE. UU., Inglaterra y Rusia. Un total de 16 países tienen combustible reprocesado o planean reprocesarlo. España ha enviado combustible para reprocesar procedente de Zorita a Inglaterra y a Francia procedente de Vandellós I.

- Almacenamiento a largo plazo. Consistiría en el almacenamiento de forma indefinida de los residuos en espacios especiales dedicados a ello y siempre bajo control y con sistemas de refrigeración pasivos. Este proceso presenta la gran ventaja de que los residuos son accesibles y siempre se mantienen bajo control, con lo que se podría actuar sobre ellos caso de producirse algún problema. Pero presenta el serio inconveniente de que estos depósitos dependen de instituciones humanas sujetas a vaivenes políticos o de cambios de civilización y además estarían expuestos a posibles sabotajes, guerras,... Ningún gobierno se plantea seriamente esta posibilidad, aunque se propone por grupos no gubernamentales.

- Enterramiento en profundidad. Consistiría en depositar los residuos en cementerios a unos cientos de metros de profundidad (entre 500 y 1000 metros) en formaciones geológicas estables. El inconveniente fundamental es, junto al gran número de transportes ocasionados porque se trataría de depósitos centralizados, la imprevisibilidad de la evolución geológica y de las corrientes de agua subterráneas. Es la solución por la que parece que se va a optar finalmente.

Dado que las dos últimas opciones son las más plausibles, las trataremos con más detenimiento.

## 5- ENTERRAMIENTO VERSUS ALMACENAMIENTO EN SUPERFICIE

El enterramiento es la opción por la que se va a optar, casi con toda seguridad, para almacenar los residuos. Estos estarían resguardados por tres barreras que los separarían de la biosfera. La primera sería una matriz química inerte de vidrio, asfalto u hormigón, que inmovilizaría los residuos y los aislaría. La segunda sería una barrera física que consistiría de blindajes y que debería resolver los problemas de la evacuación del calor y de los gases. Por último tenemos la barrera de ingeniería, que preservaría los residuos de agentes externos. Pero la verdadera contención, dada la escala de tiempo de la que hablamos, debe ser el medio geológico donde se depositen. Debe tratarse de formaciones geológicas impermeables y estables. En concreto se barajan tres posibilidades: Depósitos de arcilla, domos salinos y macizos graníticos.

La sal tiene la ventaja de que su sola presencia es indicador de la no existencia de flujos de agua a su través. Sin embargo, presenta varias propiedades que la hacen poco deseable. Por un lado su elevado poder corrosivo hace temer una cortísima vida para los contenedores. Por otro lado su elevada solubilidad obliga a garantizar que la tasa de disolución de la sal no va a ser en ningún caso lo bastante elevada como para poner en peligro el aislamiento del enterramiento en los enormes márgenes de tiempo con que se trabaja. Por último, y como inconveniente más importante, hay que señalar las propiedades cinéticas de las sales. Así una pequeña descompensación en las cargas litostáticas ejercidas sobre el depósito de sal pueden desencadenar la fluencia de la misma hacia las zonas de menor presión, formándose así estructuras diapíricas muy características y, en suma, modificándose severamente la geometría del enterramiento, lo cual resultaría catastrófico, pues podría llegarse a la expulsión al medio ambiente de los residuos. Este fenómeno se ve favorecido por la elevación de la temperatura, hecho que tenemos garantizado si almacenamos residuos de alta radiactividad.

Las arcillas presentan el inconveniente de que permiten la lenta circulación de ciertas cantidades de agua a su través. Además, cuando los cuerpos arcillosos han sido depositados en medios continentales, como sería el caso, presentan geometrías muy irregulares y difícilmente predecibles, con numerosas intercalaciones arenosas que los hacen mucho más permeables.

El granito presenta la ventaja de su elevada dureza y de su impermeabilidad primaria. Sin embargo, los macizos graníticos frecuentemente se encuentran afectados por una intensa fracturación que los convierte en medios permeables, en los que es impredecible el desarrollo de las fracturas en profundidad y el comportamiento

hidrogeológico del macizo. Otro serio inconveniente es que no se conoce cual es la geometría en profundidad de los macizos graníticos. Así, recientes estudios de campo unidos a datos geofísicos y de modelización experimental en laboratorio muestran que lo que se creían batolitos (macizos graníticos) de elevada continuidad vertical son en realidad cuerpos laminares incapaces de garantizar el aislamiento.

En conjunto, el enterramiento presenta una serie de inconvenientes que lo hacen desaconsejable. La escala de tiempos tan gigantesca de la que hablamos es del orden de los tiempos de evolución geológica: Nadie puede predecir si actuarán o no un volcán o una falla en determinado sitio, cual va a ser el modelo de circulación de agua en un determinado punto. El seguimiento de los residuos para saber en qué condiciones se encuentra el almacén en cada momento se descarta por motivos económicos. Además, los residuos no son fácilmente recuperables, con lo que sería difícil tratarlos en caso de que a alguien se le ocurra alguna solución, o resolver los problemas de ruptura de los contenedores. Lógicamente sólo habría un depósito centralizado en cada país, con lo que habría un gran número de transportes, con el consiguiente riesgo de accidentes.

El almacenamiento en superficie tiene, desde luego, las ventajas de que se pueden controlar los residuos y de que estos son accesibles en cualquier momento. Los depósitos podrían ser los lugares donde se generan, es decir, las propias centrales, con lo cual se suprimirían los transportes. De momento habría que recurrir a la refrigeración activa, mediante agua que se hace circular con bombas, pero quizá en un futuro se avance en medios de difusión de calor pasivos y se pueda realizar el almacenamiento en seco. Pero el almacenamiento en superficie presenta el serio inconveniente de que los depósitos están sujetos a los avatares de la especie humana sobre la tierra. No son descartables problemas políticos, sabotajes, guerras que convertirían los depósitos en blancos estratégicos, etcétera. Esta solución es desechada por la industria nuclear porque es mucho más cara que el enterramiento, ya que implica un mantenimiento y un seguimiento ininterrumpidos. Esto implicaría, posiblemente el cierre de las centrales nucleares por dos motivos fundamentales. Primero porque la capacidad de almacenamiento de residuos en las centrales es limitada, ya que no se han pensado para ese fin, y habría que clausurar la central cuando se colmatara. En segundo lugar, el precio y responsabilidad de la gestión recaerían sobre la propia central, lo cual aumentaría el precio de la energía generada. Además contarían con la oposición de la población próxima a la central que, paradójicamente, no se opuso a la instalación de ésta.

## 6- EL CASO ESPAÑOL

En el Estado Español funcionan en la actualidad 9 reactores nucleares, con una potencia total de 7.329 Mw y 1.944 instalaciones radiactivas y nucleares, sin contar los aparatos de rayos X. La gestión de los residuos generados por estas instalaciones hasta la fecha y de los que generen en el futuro corre a cargo de la empresa pública ENRESA (Empresa Nacional de Residuos Radiactivos). Esta empresa se financia con el 1,2 % del recibo de la luz, con lo que viene a percibir unos 25.000 millones de pesetas al año. Es fundamental el control democrático sobre esta empresa y sus fondos, puesto que unas cantidades de dinero tan grandes dan un poder inmenso y estamos hablando de un tema tan importante como la protección de las condiciones de habitabilidad de la tierra durante cientos de miles de años.

Estos reactores han generado 1300 Tm de residuos de alta actividad hasta 1993, que se almacenan en las piscinas en el interior de las centrales. Las piscinas tienen diversos grados de ocupación que van del 22 % en Vandellós II al 83 % en Almaraz I. La capacidad de almacenamiento de las piscinas se aumentó utilizando técnicas de "racking", que consisten en utilizar bastidores absorbentes de neutrones para almacenar los residuos, de tal forma que la cantidad de combustible gastado que se puede almacenar sin alcanzar criticidad es mayor. De esta forma no fue necesario construir el Almacén Transitorio Centralizado, que se pretendía ubicar en Trillo y que fue parado por la oposición popular. La cantidad total de residuos de alta actividad a gestionar en España ascenderá a 5.224 Tm si no se construyen más centrales y si no se cierran antes de tiempo las ya existentes. 1300 Tm de residuos son un grave problema, pero 5.224 Tm son un problema cuatro veces más grande. Además existían en 1990 14.913 m<sup>3</sup> de residuos de media y baja actividad, almacenados en El Cabril, en Juzbado y en las propias centrales. En total habrá que gestionar 212.410 m<sup>3</sup> de residuos de media y baja actividad. El coste de gestión de todos estos residuos se estima en 800.000 millones de pesetas que no se contabilizan al evaluar el coste de la energía nuclear.

El Cabril, situado en la Sierra de Hornachuelos (Córdoba), es el cementerio nuclear de residuos de baja y media actividad, a pesar de que en un principio se dijo que allí no se almacenarían residuos procedentes de centrales nucleares, sino sólo de instalaciones radiactivas. En el año 1992 se amplió su capacidad de 15.000 a 300.000 bidones. El Cabril no es, ni mucho menos, un sitio apropiado para instalar un cementerio de residuos nucleares por varias razones: Se encuentra en una zona sísmicamente activa, con lo que no es un sitio seguro. Está en el sur, cuando la mayor parte de las centrales están en el norte, lo cual aumenta los transportes. Y está en una zona de alto valor natural y, además, en la cabecera de cuenca del Guadalquivir, cuyas aguas se contaminarían en caso de escape. Esto muestra que el requisito fundamental para la instalación de un cementerio es la falta de oposición.

Para la construcción del cementerio de residuos de alta actividad, ENRESA ha desarrollado una metodología según la cual se estudian áreas del territorio nacional cada vez menos extensas y en más detalle. El plan de ENRESA tiene las siguientes fases:

- Proyecto IFA (1986-1987). Inventario nacional de zonas favorables.
- Proyecto ERA (1988-1990). Estudios regionales.
- Proyecto AFA (1990-1994). Estudio de áreas favorables.
- Proyecto ZOA (1995-1999). Estudio de zonas favorables.
- Designación del emplazamiento a partir de los seleccionados.
- Etapa de valoración, caracterización y aprobación.
- Inicio de la construcción en el 2015
- Puesta en marcha en el 2020.

En estos momentos está terminando el proyecto AFA en el que, según palabras del Sr. Kindelán, Presidente de ENRESA, se ha estudiado el 10% del territorio del estado, cubriendo los tres tipos de litologías favorables, antes descritos. a partir de estos estudios, ENRESA señalaría, una vez estudiados los informes de las empresas que los han realizado, una serie de zonas delimitadas por accidentes tectónicos o contactos litológicos, con unas dimensiones mínimas variables según el tipo de litología considerado. En estas zonas se continuarán los estudios, enmarcados dentro del proyecto ZOA.

Sin embargo, ciertas actividades de ENRESA se contradicen con esta forma aparentemente aséptica de proceder en la que progresivamente se van eliminando partes del territorio por criterios puramente técnicos. Así, por ejemplo, miembros de ENRESA han hecho declaraciones en el extranjero de que la formación elegida por la citada empresa es el granito. Además existen varios proyectos que no están contemplados en el plan anterior. Fue famoso el proyecto IPES (Instalación Piloto Experimental Subterránea) en una mina abandonada cerca de Aldeadávila de la Ribera (Salamanca). La oposición popular logró que el Consejo de Ministros obligara a ENRESA a abandonar sus actividades en aquella zona en 1988. La justificación de aquellas investigaciones era la necesidad de ver el comportamiento de los residuos en un análogo natural.

En estos momentos ENRESA está haciendo algo similar en una mina de uranio abandonada en la finca El Berrocal, cerca de Nombela (Toledo). Aquí se ha vuelto a producir oposición popular, aunque menos intensa. Es posible que, tal y como asegura oficialmente, ENRESA sólo necesite los datos que va a obtener de estos estudios para la construcción del futuro cementerio nuclear, y que continúen con la metodología que han hecho pública. Pero también lo es, y aquí radica la inquietud de los vecinos de la zona y de los ecologistas, que los estudios de El Berrocal den lugar a la instalación de un cementerio nuclear en su entrono geológico próximo ya que la mejor caracterización de

esta unidad la hace preferible frente a otro granito de características similares. El caso de El Cabril muestra que las afirmaciones de ENRESA no tienen ningún valor. En Suecia ha ocurrido algo parecido: Las asépticas investigaciones de Aspó han dado lugar a la instalación de un almacén centralizado transitorio en una mina de uranio cerca de dicha localidad.

Por otra parte, parece que la metodología real empleada por ENRESA y otras empresas en Europa es la de buscar unos pocos emplazamientos, estudiarlos a fondo y, finalmente, decidirse por uno de ellos. Esta hipótesis concuerda más con las actividades europeas tendentes a buscar un emplazamiento para los residuos.

## 7- BIBLIOGRAFIA 1a) PARTE

- III Plan General de Residuos de ENRESA. Madrid, 1991.

- Walter C. Patterson

"La Energía Nuclear".

Colección Muy Interesante. Ed. Orbis. Barcelona, 1895

- Asa Moberg

"La Energía Nuclear en crisis"

Ed. WISE, Greenpeace, Lerna. Barcelona, 1987

- Varios autores y Lester Brown

"La Situación en el Mundo 1992"

Ed. Worldwatch Institute, Apóstrofe. Barcelona, 1992.

- Documentos AEDENAT

"Energía. 45 dibujos contra la energía Nuclear"

Madrid, 1990

- K. B. Krauskopf

"Radioactive Waste Disposal and Geology"

Ed. Chapman and Hall. London, 1988

## **SEGUNDA PARTE:**

# **LOS TRANSPORTES RADIATIVOS**

# 1- LA INSEGURA CIRCULACION DE PRODUCTOS RADIACTIVOS.

El 11 de julio de 1978, un camión cargado de propileno sufrió un accidente. Su explosión causó 180 muertos y más de 600 heridos en Los Alfaques (Tarragona). Las substancias radioactivas son más peligrosas aún que el propileno.

A pesar de las precauciones tomadas, aviones de la Fuerza Aérea, misiles y satélites de los Estados Unidos, con material radioactivo, han sufrido múltiples accidentes, demostrando que no hay transportes seguros. Un considerable número de colisiones produjeron víctimas y contaminación radioactiva.

Sucesos graves acaecieron en marzo de 1956, cuando se hundió un avión B-47, que se dirigía a Florida, con dos cabezas nucleares Florida; en enero de 1961, un bombardero B-52 se estrella, cargado con dos bombas nucleares de 24 megatones, mil veces más potentes que la de Hiroshima, en Carolina del Norte; en junio de 1962, fracasaron dos ensayos con misiles nucleares, que dispersaron parte de su carga en la Isla Johnston del Pacífico; cuatro meses después, colisionaba un bombardero B-52 con un avión nodriza KC-135, dejando caer otras dos bombas atómicas de 24 megatones sobre Kentucky; en abril de 1964, al dispersar plutonio un satélite norteamericano; en diciembre de 1965, cuando se hundió cerca de Okinawa un avión A-4E Skyhawk del portaaviones USS Ticonderonga cargado con una bomba atómica; en 1968, un bombardero B-52, con cuatro bombas atómicas, se estrella al aproximarse a la base de Thule en Groenlandia, el incendio provoca una dispersión de plutonio contaminante...(1)

También, muchos navíos y submarinos, con reactores o misiles atómicos, se han hundido, tanto de la flota americana, como en la soviética. En 1959, la marina norteamericana hundió en el Atlántico los elementos del reactor del submarino USS Seawolf (SSN-575) a 120 millas de Maryland. En abril de 1963, el submarino nuclear Thresher (SSN-593) se hunde a 100 millas de Massachusetts, con 129 personas a bordo. En mayo de 1968, el submarino USS Scorpion (SSN-589), con una tripulación de 99 personas, se hunde, con dos torpedos nucleares Astor, a 400 millas de las Azores. También la flota submarina nuclear soviética ha padecido más de 25 accidentes graves. Transportando material radioactivo, se hundió en marzo de 1968 el submarino del tipo Yankee 2 (K-129), con casi 100 víctimas. En abril de 1970 se hundió en el Golfo de Vizcaya el submarino November (K-8), pereciendo 52 personas. En junio de 1983 se hundió el submarino Charlie 2 (K-429) de la Flota del Pacífico y en abril de 1989, el Komsomolets (K-278), dejando en el mar de Noruega 42 muertos. Los materiales atómicos de estos buques acaban contaminando el entorno, como ha demostrado la liberación

de radioactividad detectada a 800 km al este de las Bermudas, lugar donde se hundió, en octubre de 1986, el submarino Yankee 1 (K-219), con dos reactores atómicos, dos torpedos con cabeza nuclear y 16 misiles de largo alcance, cada uno con dos cabezas nucleares(2).

No todos los accidentes han acaecido en lugares remotos. Uno de los más graves sucedió bien cerca. El 17 de enero de 1966 se produjo la colisión en vuelo de un bombardero B-52 de la base de Seymour Johnson, con cuatro bombas atómicas de 1,5 megatones a bordo, y un avión nodriza KC-135 procedente de la base de Morón, sobre el pueblo de Palomares (Almería). El accidente se produce a 9.000 metros de altura y los restos se dispersan en una zona de 260 km<sup>2</sup>. Afortunadamente la explosión atómica, que hubiera sido equivalente a 6.000 bombas como la lanzada sobre Hiroshima, no se produce. Una bomba cayó al mar, donde fue recuperada tres meses después. Los detonadores de dos bombas explotaron en la caída, dispersando sobre los campos de Palomares contaminación de plutonio. Se incineraron las cosechas y se transportaron a los Estados Unidos unas 1.750 toneladas de tierra contaminada. A pesar del secreto decretado, los informes oficiales reconocían que ciudadanos y ciudadanas de la zona habían quedado contaminados por Plutonio(3).

Además de las catástrofes militares, también se han producido accidentes "civiles". El Gobierno británico autorizó el transporte clandestino, en vuelos regulares, de residuos radioactivos, en cajas que viajaban como "valija diplomática" (4). El propio Consejo de Seguridad Nuclear español reconoce que "una remesa de material radioactivo se vio envuelta en un accidente serio de aviación" (5). El 25 de agosto de 1984, en el Canal de la Mancha, colisionaron el transbordador alemán Olau Britannia, con 935 pasajeros a bordo, y el carguero francés Mont Louis, propiedad de la Compagnie Général de Matières Nucléaires (Cogema) y de la sociedad eléctrica belga Synatom, cargado con 375 toneladas de hexafluoruro de uranio, repartido en 60 contenedores. La alarma cundió en el Canal. Los trabajos de recuperación de los depósitos del carguero zozobrado duraron hasta el 4 de octubre (6).

Un ejemplo más de lo arriesgado de los transportes radioactivos lo proporciona la "odisea" del Akatsuki Maru, que entre noviembre y diciembre de 1992, transportó tonelada y media de plutonio desde Cherbourg (Francia) hasta Tokai (Japón). Una singladura de 25.000 km sin escalas porque numerosos países cerraron sus fronteras al que se denominó "Chernobil flotante", incluso países con centrales nucleares, como Brasil, Argentina o Africa del Sur (7).

## 2-LOS ACCIDENTES EN LOS TRANSPORTES POR CARRTERA

La carretera no aporta más seguridad a los transportes de substancias radioactivas. He aquí algunos ejemplos que ratifican esta afirmación: el 19 de diciembre de 1980 se produce un accidente en un transporte de plutonio y otros materiales radioactivos por la Autopista 25 (Estados Unidos). El 2 de noviembre de 1982 un camión militar con un misil Pershing-I sufrió un accidente en Walprechtsmeier (Alemania); un ciudadano murió, dos soldados resultaron heridos y mil doscientas personas fueron evacuadas. En septiembre de 1984, otro transporte sufría un accidente en las carreteras alemanas, esta vez con un misil Pershing-II. El 20 de junio de 1985, dos camiones con cabezas explosivas colisionan en Helensburgh (Escocia). El 10 de enero de 1987 se produce un accidente en una caravana con diez camiones, cargados con armas atómicas, cerca de Salisbury (Gran Bretaña). Nuevamente el 5 de mayo de 1987 un transporte con un misil Pershing del ejército norteamericano sufría un accidente en Heilbronn (Alemania) (8). La lista es interminable. En definitiva, el transporte de material radioactivo multiplica el riesgo al que ya estamos sometidos por la actividad de las centrales atómicas.

### 3- LOS CONTENEDORES

Encerrar residuos radioactivos en contenedores o bidones y esperar que se mantengan clausurados hasta la eternidad, es una soberana ingenuidad. En septiembre de 1970, el comandante J. Cousteau presentó ante el Consejo de Europa fotografías de bidones de residuos radioactivos franceses sumergidos en el Atlántico "abriéndose y cerrándose como ostras". Los técnicos preveían que se mantuvieran herméticos y estables (9).

Ni tan siquiera los contenedores y bidones de material radioactivo pueden soportar un accidente en el transporte. Las pruebas a que son sometidos resultan claramente insuficientes.

Los bidones para residuos radioactivos se someten a un ensayo de caída libre, desde una altura de 1,2 metros, y a uno de impacto, dejándolo caer desde 9 metros sobre una superficie plana (10). Sin embargo, un accidente a 80 km por hora equivale a una caída desde más de 25 metros (véase la tabla siguiente). ¿Y qué sucedería en caso de que el impacto se efectuara sobre aristas o salientes? ¿y en caso de choque frontal?

Velocidad (km/h)	Altura 1 (m)	Altura 2 (m)
10	0,39	1,57
20	1,57	6,29
30	3,54	14,17
40	6,29	25,19
50	9,84	39,36
60	14,17	56,58
70	19,29	77,16
80	25,19	100,78
90	31,88	127,55
100	39,36	157,47
110	47,63	190,53
120	56,68	226,57

La colisión de un cuerpo en caída libre desde las alturas que se indican en las columnas de la derecha simularía el efecto de un choque a la velocidad indicada en la columna de la izquierda, ya se produjera contra una superficie inmóvil (Altura 1), ya contra un vehículo que se precipitara de frente a la misma velocidad (Altura 2). Como se desprende de la tabla, las pruebas oficiales de caída libre de los bidones desde 9 metros no corresponden a situaciones reales de un accidente de tráfico.

Los ensayos térmicos consisten en exponer los bultos a temperaturas superiores a 800° durante 30 minutos. Sin embargo, si un transporte

radioactivo se incendia, apagar el fuego no resulta fácil. Recordemos que el grupo más importante de las primeras víctimas de la catástrofe de Chernobil fue, precisamente, el de los bomberos. V. Právik, Kibénok, Ignatenko, Vaschuck, Tischura, Titenok... pagaron con sus vidas el intentar sofocar a un incendio radioactivo (11).

## 4- LA PRODUCCION DE RESIDUOS NUCLEARES

Las centrales nucleares generan y almacenan una gran cantidad de residuos. Se clasifican en residuos de alta actividad (el combustible gastado del reactor, que se deposita en piscinas) y residuos de baja y media actividad (otros materiales contaminados que emiten radiación) (12). Estos últimos se introducen en grandes bidones, la mayoría de 220 litros (se utilizan bidones de entre 180 y 480 litros de volumen), que se almacenan en depósitos en las mismas plantas atómicas. Paulatinamente se trasladan al almacén de El Cabril (Córdoba).

Según las cifras oficiales, a principios de 1993 se almacenaban en las centrales nucleares españolas 58.147 bidones, con un volumen total de 13.689.920 litros. En detalle, la situación de los depósitos de residuos de media y baja actividad era la siguiente (13):

### Bidones de residuos de media y baja actividad almacenados en las centrales nucleares (31-12-1992)

Volumen de los bidones/ CENTRALES NUCLEARES	180 l	200 l	220 l	290 l	400 l	480 l	Total bidones	Total volumen
ZORITA			7593		765	2089	10477	2979180
GAROÑA			7349	505			7845	1763230
VANDELLOS I		581					581	116200
ALMARAZ I y II			11576			568	12144	2819360
ASCO I y II			5710	1719			7429	1754710
COFRENTES			15877				15877	3492940
VAND. II	700		755				1455	292100
TRILLO I	1175		1185				2360	472200
Total bidones	1875	581	50045	2224	765	2657	58147	
Total volumen (l)	337500	116200	11009900	644960	306000	1275360		13689920

Cada mes las centrales nucleares españolas producen como promedio un volumen equivalente a más de 80.000 litros de residuos de baja y mediana actividad, esto es una media de unos 400 bidones. Como indica la tabla siguiente:

CENTRALES NUCLEARES (31-12-92)	Autorización puesta en marcha (PEP)	Meses desde PEP hasta 31-1-93	Volumen de residuos de baja y media (litros)	Promedio de generación de residuos (litros/mes)
ZORITA	11-10-1968	290	2.979.180	10.273,0
GAROÑA	30-10-1970	266	1.763.230	6.628,0
VANDELLOS I	9-02-1972			
ALMARAZ I	13-10-1980	146	2.819.360	10.843,6
ALMARAZ II	15-06-1983	114		
ASCO I	22-07-1982	125	1.754.710	8.123,6
ASCO II	22-04-1985	91		
COFRENTES	23-07-1984	101	3.429.940	34.583,5
VANDELLOS II	17-08-1987	64	292.100	4.564,0
TRILLO I	4-12-1987	60	472.200	7.870,0

El promedio de residuos de baja y media actividad generados mensualmente: 82.885,7 litros (equivalentes a 376,75 bidones de 220 litros), que permanecerán peligrosos y radioactivos durante 300 años. Estos residuos están siendo transportados paulatinamente, en camiones con unos 45 bidones, al cementerio radioactivo de El Cabril, en la serranía de Córdoba. Los bidones almacenados en las centrales nucleares supondrán 1.300 viajes; los residuos producidos cada año aumentarán en 100 viajes esta peligrosa circulación.

Bidones	Transportes (45 bidones)
almacenados (31-12-92): 58.147	1.292
Producidos (promedio anual): 4.500	100

## 5- UNA LARGA RUTA RADIOACTIVA

Si los transportes de materiales radioactivos, combustible y residuos de las centrales nucleares, son inseguros, las largas distancias que han de cubrir multiplican el riesgo. Actualmente, el combustible nuclear es desembarcado por el puerto de Algeciras, en el extremo Sur de la península y se transporta hasta la factoría de la Empresa Nacional del Uranio (ENUSA), en Juzbado (Salamanca). Desde allí se transporta a las centrales nucleares, que se encuentran en las provincias de Guadalajara (Zorita y Trillo) Burgos (Santa María de Garoña), Tarragona (Vandellòs I y II, y Ascó I y II), València (Cofrents), Cáceres (Almaraz I y II). De estas ubicaciones, colocadas en la mitad septentrional de la península, los residuos generados son transportados al cementerio nuclear de El Cabril, en Córdoba. En total, 8.000 km de una ruta radioactiva e insegura:

1. Algeciras - Juzbado	650 km
2. Juzbado - Zorita	300 km
3. Juzbado - Garoña	250 km
4. Juzbado - Almaraz	250 km
5. Juzbado - Ascó	750 km
6. Juzbado - Cofrents	600 km
7. Juzbado - Vandellòs	750 km
8. Juzbado - Trillo	300 km
9. Zorita - El Cabril	500 km
10. Garoña - El Cabril	650 km
11. Almaraz - El Cabril	350 km
12. Ascó - El Cabril	800 km
13. Cofrents - El Cabril	1550 km
14. Vandellòs - El Cabril	800 km
15. Trillo - El Cabril	500 km
Total.	8.000 km

Como se ha dicho, los itinerarios no se han dado a conocer de forma oficial, a pesar de que han sido solicitados a ENRESA por ciudadanos, organizaciones ecologistas y no gubernamentales, partidos políticos y corporaciones municipales. Con los residuos nucleares sucede lo mismo que con muchos otros temas relacionados con la energía nuclear: la información se oculta o bien con la excusa de no producir alarma social o bien con la de que es un tema demasiado complicado técnicamente para que la población lo entienda. En todo caso son muestras del déficit democrático que rodea esta fuente de energía, ya denunciado por el movimiento antinuclear.

En todo caso no es aventurado suponer unos itinerarios por carretera para los transportes: se siguen carreteras secundarias hasta llegar a las carreteras nacionales, pues son las más seguras.

En los mapas adjuntos se representa, por un lado el transporte de combustible nuclear de Cádiz a Juzbado y de allí a las centrales y, por otro lado el transporte de residuos de las centrales a El Cabril.

Los itinerarios que se dan son sólo los más probables y no se pueden señalar con toda seguridad. Un buen mapa de carreteras ayudará a situar las carreteras y localidades citadas. Las localidades citadas se dan como indicativos para situarnos mejor geográficamente. No significa que las carreteras pasen necesariamente por ellas; en particular, cuando tratemos con carreteras nacionales radiales siempre van a existir circunvalaciones, cosa que no ocurre con las carreteras comarcales o locales.

### **Itinerario de transportes de uranio enriquecido:**

Algeciras (Cádiz)-Juzbado (Salamanca):

Cádiz-Sevilla: N-IV;

Sevilla-Mérida-Cáceres-Plasencia-Béjar-Guijuelo-Salamanca: N-630;

Salamanca-Juzbado: Carretera Local de Salamanca a Ledesma (km 22).

### **Itinerario de transportes de elementos combustibles:**

Desde la fábrica de Juzbado (Salamanca) hasta las diferentes centrales.

Juzbado (Salamanca)-Garofía (Burgos):

Juzbado-Salamanca: Carretera Local de Salamanca a Ledesma;

Salamanca-Alaejos-Tordesillas-Valladolid-Venta de Baños-Burgos: N-620;

Burgos-Miranda de Ebro: N-I;

Miranda-Puentelarra: C-122;

Puentelarra-Barcina del Barco/Garofía: Carretera Local a Trespaderne (km 18).

Juzbado-Zorita (Guadalajara):

Juzbado-Salamanca: Carretera Local de Salamanca a Ledesma;

Salamanca-Peñaranda de Bracamonte-Avila: N-501;

Avila-Madrid: Dos posibilidades:

1) Avila-Villacastín: N-501; Villacastín-Madrid: N-VI.

2) Avila-S. Martín de Valdeiglesias: N-403; S. Martín de

Valdeiglesias-Alcorcón: C-501; Alcorcón-Madrid: A-5.

Madrid-Torrejón-Alcalá de Henares-Guadalajara: N-II; Guadalajara-Auñón: N-320; Auñón-Zorita: C-204 y Carretera Local hasta Zorita de los Canes.

Juzbado-Trillo I (Guadalajara):

Hasta Guadalajara, por idéntico itinerario a la ruta de Zorita.

Guadalajara-Cifuentes-Gárgoles de Abajo: N-II y C-204.

Gárgoles de Abajo-Trillo: Carretera Local.

Juzbado-Ascó (Tarragona):

Hasta Guadalajara por idéntica ruta que en el itinerario Juzbado-Zorita.

Guadalajara-Zaragoza: N-II; Zaragoza-Lleida: N-II o autopista A-2.  
Lleida-Sarroca de de Lleida-Ascó: N-230.

Juzbado-Vandellós (Tarragona):

Hasta Lleida por idéntica ruta que en el itinerario Juzbado-Ascó.

Lleida-Tarragona-Vandellós: O bien por la autopista A-2, o bien

Lleida-Tarragona: N-240;

Tarragona-Vandellós: N-340.

Juzbado-Almaraz (Cáceres):

Juzbado-Salamanca: Carretera Local de Salamanca a Ledesma.

Salamanca-Guijuelo-Béjar-Plasencia-Cáceres: N-630;

Cáceres-Trujillo: N-521;

Trujillo-Almaraz: N-V.

Juzbado-Cofrents (Valencia):

Juzbado-Madrid: Idéntico a varios de los casos anteriores.

Madrid-Albacete: N-III;

Albacete-Almansa: N-430;

Almansa-Cofrents: N-330.

**Itinerarios de transportes de residuos radiactivos.**

Son itinerarios que van de las diferentes centrales a el cementerio de El Cabril, en la provincia de Córdoba.

Zorita (Guadalajara)-El Cabril:

Zorita-Auñón: Carretera Local hasta Zorita de los Canes y C-204;

Auñón-Guadalajara: N-320;

Guadalajara-Alcalá de Henares-Torrejón-Madrid: N-II

Madrid-Manzanares-Valdepeñas-Sta. Cruz de Mudela-Sta. Elena-La

Carolina-Bailén-Andújar-Córdoba: N-IV

Córdoba-Peñarroya-Fuenteovejuna: N-432

Fuenteovejuna-Argallón: C-421

Argallón-El Cabril: Carretera Local.

Garoña (Burgos)-El Cabril:

Garoña-Puentelarra: Carretera Local a Trespaderne.

Puentelarra-Miranda de Ebro: C-122

Miranda-Burgos-Madrid: N-I.

Madrid-El Cabril: Igual que en el caso anterior.

Trillo I (Guadalajara)-El Cabril:

Hasta Guadalajara, por idéntico itinerario a la ruta de Zorita.  
Guadalajara-Cifuentes-Gárgoles de Abajo: N-II y C-204.  
Gárgoles de Abajo-Trillo: Carretera Local.  
Trillo-Gárgoles de Abajo: Carretera Local;  
Gárgoles de Abajo-Cifuentes-Guadalajara-Madrid: C-204 y N-II;  
Madrid-El Cabril: Idéntico a los casos anteriores.

Cofrents (Valencia)-El Cabril:

Cofrents-Almansa: N-330;  
Almansa-Albacete: N-430;  
Albacete-Madrid: N-III.  
Madrid-El Cabril: Idéntico a los casos anteriores.

Ascó (Tarragona)-El Cabril

Ascó-Sarroca de Lleida-Lleida: N-230.  
Lleida-Zaragoza: N-II o autopista A-2.  
Zaragoza-Guadalajara: N-II  
Guadalajara-Madrid: Itinerario común con Trillo, Zorita.  
Madrid-El Cabril: El mismo que en los casos anteriores.

Vandellós (Tarragona)-El Cabril

Hasta Lleida por idéntica ruta que en el itinerario Juzbado-Ascó.  
Lleida-Tarragona-Vandellós-Tarragona-Lleida: dos posibilidades:  
O bien por la autopista A-2, o bien  
Vandellós-Tarragona: N-340;  
Tarragona-Lleida: N-240.  
Lleida-Madrid: Itinerario idéntico al de Ascó.  
Madrid-El Cabril: Ya citado.

Almaraz (Cáceres)-El Cabril:

Almaraz-Trujillo-Miajadas-Mérida: N-V  
Mérida-Almendralejo-Los Santos de Maimona: N-630  
Los Santos de Maimona-Llerena-Azuaga-Fuenteovejuna: N-432  
Fuenteovejuna-El Cabril: Idéntico a todos los casos.



Transporte de residuos radiactivos desde las centrales nucleares a el Cabril.



**Transporte de concentrados y  
elementos combustibles**

## 6- NO HAY ALMACENES SEGUROS

Así como no hay transportes seguros, tampoco son fiables los depósitos. Al menos tres cementerios de residuos de baja actividad de los Estados Unidos y el de Carlsbad (Nuevo Méjico) para desechos altamente radioactivos han sufrido fugas y problemas geológicos (14).

En los almacenes radioactivos rusos también se han producido accidentes muy graves. El vertido de residuos al río Tetcha, durante el período 1948-1951, supusieron la contaminación de 124.000 personas, y la evacuación de otras 7.500, que ocupaban suelos altamente contaminados (15).

El accidente más grave se produjo el 29 de septiembre de 1957, en la planta de almacenamiento de Kishtim, cuando al explotar un contenedor con 160 m<sup>3</sup> de residuos, contaminó con unos 2 millones de curios una superficie de 1.000 km<sup>2</sup>. El accidente obligó a la evacuación inmediata de 10.700 personas. El secreto oficial ha impedido conocer el número de víctimas del accidente (16). Los materiales radiactivos acumulados en el lago Karachai se dispersaron con la sequía de 1967; como consecuencia, 1.800 km<sup>2</sup> resultaron contaminados. Todavía en 1991, permanecer una hora en esta zona suponía recibir una dosis radioactiva mortal (17).

A comienzos de abril de 1993 se desencadena un grave accidente en el depósito de residuos radioactivos de Tomsk (18). El 18 de julio del mismo año se produjo otra fuga radioactiva en la planta de Tcheliabinsk, que también procesa residuos radioactivos (19); el 2 de agosto, otro accidente en el almacén de Tcheliabinsk 40 (20). La lista de accidentes en depósitos de residuos radioactivos se incrementa peligrosamente. Las estimaciones de sus consecuencias son sobrecogedoras: 450.000 personas contaminadas, de las cuales más de 50.000 habrían recibido dosis considerables...

## **7- LA SOLUCION: CERRAR LAS NUCLEARES**

Las cifras cantan por sí solas: 1400 transportes radioactivos, y cien más cada año; una peligrosa ruta nuclear de 8.000 km por toda la península ibérica; 400 bidones de residuos de baja y media actividad producidos mensualmente por los reactores nucleares españoles: una herencia contaminante y nociva durante siglos; una lista de accidentes con centenares de miles de personas contaminadas...

Olvidando la experiencia de Chernobil, cerrando los ojos al riesgo y de espaldas a los intereses de los ciudadanos, las compañías eléctricas quieren alargar el funcionamiento de las plantas atómicas y abrir nuevos reactores (21). Lo más razonable y lo más justo es detener ahora mismo la producción de residuos tan peligrosos. La única manera es cerrar las centrales nucleares: cuanto antes, mejor.

## 8- NOTAS DE LA 2a) PARTE

(1) Chaliand, Gérard / Jan, Michel (1993): Atlas du nucléaire. Civil et militaire. Paris. Éditions Payot & Rivages, p. 124; Greenpeace (1989): Das Greenpeace-Handbuch des Atomzeitalters. Daten - Fakten - Katastrophen. München. Th. Knaur; El País, 6-II-1994, "domingo", p. 12-13.

(2) Giltsov, Lev / Mormul, Nicolai / Ossipenko, Leonid (1993): La tragedia de los submarinos nucleares soviéticos. Madrid. Anaya & Muchnik; El País, 9-II-1994, p. 23.

(3) El Summary Report, publicado en 1975 por la Defense Nuclear Agency de Estados Unidos, reconocía que en las investigaciones del Dr. Wright Langham, del Laboratorio Científico de Los Álamos de la Comisión de Energía Atómica de Estados Unidos (AEC), se había detectado contaminación por plutonio en las muestras de orina de, al menos, 29 habitantes de Palomares (Greenpeace, Das Greenpeace-Handbuch..., p. 198-200).

(4) El País 7-02-1994.

(5) Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) (1992): El transporte de material radioactivo [documento elaborado tomando como base la publicación "Transporte seguro de materiales radioactivos" del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) de las Naciones Unidas], Madrid, CSN, p. 20.

(6) Además de Greenpeace, Das Greenpeace-Handbuch..., sobre este accidente, puede consultarse, Gourlay, K. A. (1988): The Poisoners of the Seas. Zed Books; Brown, M. / May, John (1989): The Greenpeace Story. Dorling Kindersley.

(7) Chaliand, Gérard / Jan, Michel (1993): Atlas du nucléaire... p. 74-75.

(8) Greenpeace, Das Greenpeace-Handbuch...

(9) Greenpeace (s.d.): Los residuos radioactivos: la peligrosa herencia de la energía nuclear. Madrid.

(10) CSN, El transporte de los materiales radioactivos..., p. 15-19.

(11) Por ejemplo: Medvédev, Grigori (1992): La verdad sobre Chernobil. Madrid. Editorial Heptada; Medvedev, Zhores (1991): El legado de Chernobil. Barcelona. Editorial Pomares-Corredor.

(12) Schapira, Jean-Paul (1991): Les déchets nucléaires. Un problème mondial. Paris. La documentation Française.

- (13) Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) (1993): Informe Semestral al Congreso de los Diputados y al Senado. Segundo semestre 1992. Madrid. CSN.
- (14) Cit. Greenpeace: Los residuos radioactivos.
- (15) Chaliand - Jan: Atlas du nucléaire..., p. 82.
- (16) Chaliand - Jan: Atlas du nucléaire..., p. 82; La catástrofe de Kishtim fue revelada por los disidentes Zhores Medvedev y Lev Tumerman, a partir de 1976. Sobre ella, puede consultarse: Vilanova, Santiago (1988): Chernobil: El fin del mito nuclear. El impacto informativo y biológico del mayor accidente de la industria electro-nuclear. Barcelona. Editorial Anthropos, Anexo 5, p. 267-276; Medvedev, Zhores: El legado de Chernobil..., p. 320-331.
- (17) Chaliand - Jan: Atlas du nucléaire..., p. 82-83.
- (18) Pueden consultarse las noticias en la prensa; por ejemplo, El País de los días 8, 9, 10, 11 y 21 de abril y 2 de mayo de 1993.
- (19) El País 20-07-93.
- (20) El País 4-08-1993.
- (21) Los informes de la OCDE recogen un incremento de más de un 40% de la generación nuclear de las empresas en el Estado español en menos de 20 años. Nuclear Energy Agency (NEA) / Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) (1993): Nuclear Energy Data. Edición OCDE.



**Coordinadora de Organizaciones  
de Defensa Ambiental**

**Plaza de Santo Domingo nº7, 7ºB  
28013 Madrid**

**Teléfono: (91) 559 60 25**

**FAX: (91) 559 78 97**