La gestión de desechos nucleares de alta actividad en los Estados Unidos de América

Progresos alcanzados en la aplicación de la Ley sobre desechos nucleares

por Ben C. Rusche

Desde que el primer reactor nuclear civil comenzó a generar electricidad en 1957, la evacuación segura de combustible nuclear irradiado y de desechos radiactivos de alta actividad ha sido objeto de creciente preocupación en los Estados Unidos. Habida cuenta de la necesidad de un programa coordinado para la gestión de desechos de alta actividad, así como de un método de evacuación permanente aceptable desde el punto de vista ambiental, el Congreso de los Estados Unidos promulgó la Ley sobre desechos nucleares de 1982 [la Ley].

La Ley estipuló un calendario y un proceso paso por paso en virtud de los cuales el Presidente, el Congreso, los estados, las tribus indias afectadas, el Departamento de Energía (DOE) y otros organismos federales colaborarían en el emplazamiento, el diseño, la construcción, la tramitación de licencias y la explotación de repositorios geológicos para la evacuación de los desechos de alta actividad generados por reactores nucleares civiles. La Ley prevé la asignación de recursos y, más importante aún, establece que deberá existir una relación recíproca sin precedentes entre el Gobierno federal, los estados y el público a fin de identificar y seleccionar emplazamientos para repositorios y, de ser necesario, instalaciones federales de almacenamiento provisional.

En la Ley figuran cinco disposiciones fundamentales: 1) emplazar, dotar de licencias, construir y explotar repositorios para la evacuación de desechos radiactivos de alta actividad para 1998; 2) crear el Fondo de Desechos Nucleares, de suerte que los propietarios y los generadores de desechos sufraguen los gastos del programa; 3) establecer una cooperación entre el Gobierno federal, los estados y las tribus indias; 4) proporcionar una cantidad limitada de capacidad federal de almacenamiento provisional; y 5) estudiar la necesidad y la viabilidad del almacenamiento de sustancias recuperables sujetas a vigilancia.

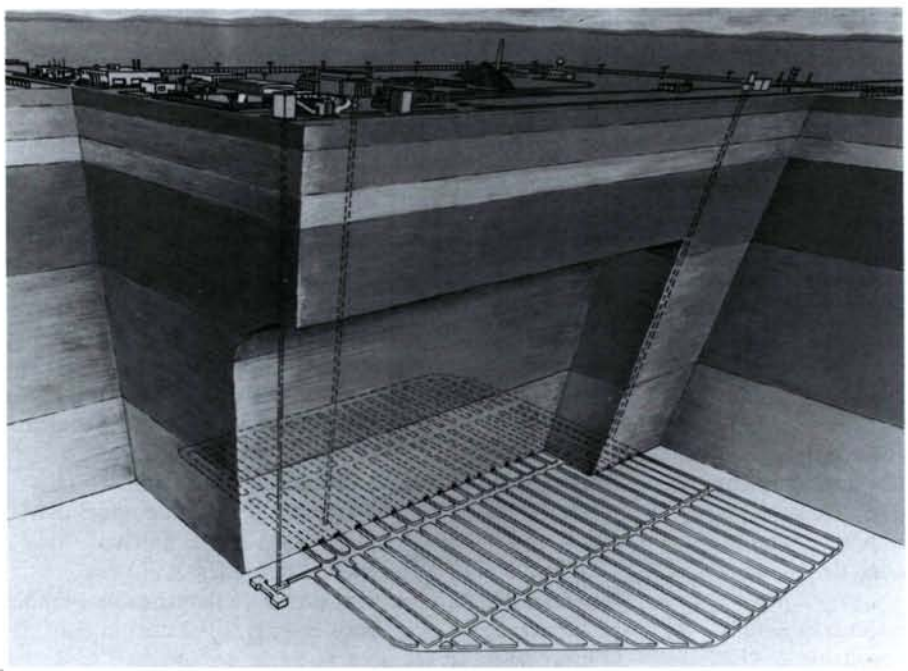
El método que el Departamento de Energía ha adoptado para aplicar la Ley emana de los siguientes objetivos:

- Se debe proteger la salud y la seguridad públicas y el medio ambiente.
- El programa debe ser creíble para el público en virtud de su integridad y calidad técnica.
- El programa no debe ni subvencionar ni sancionar el empleo de la energía nucleoeléctrica como fuente de energía.
- El programa debe ejecutarse de manera eficaz en función de los costos, y los gastos se deben recuperar en su totalidad de los generadores y los propietarios de desechos de alta actividad y combustible irradiado.

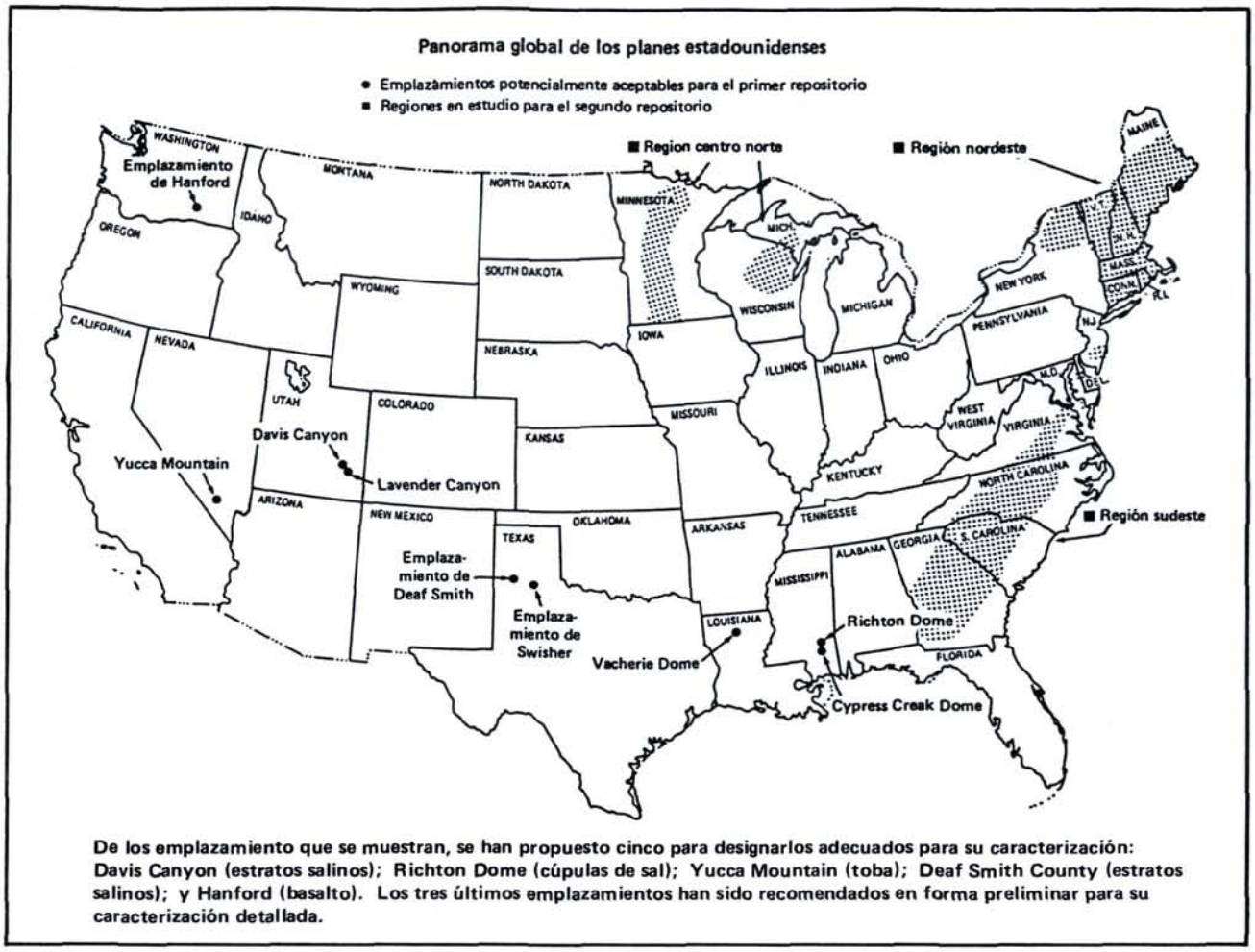
Entre los objetivos del programa del DOE derivados de estas metas de política a fin de aplicar las disposiciones de la Ley, figuran los siguientes:

- Emplazar, dotar de licencia, construir y explotar repositorios geológicos profundos, y asegurar que el

El Sr. Rusche es el Director de la Oficina de Gestión de Desechos Radiactivos Civiles, Departamento de Energía de los Estados Unidos, Washington, D.C.



Cómo concibe el artista los edificios de apoyo en la superficie y las instalaciones subterráneas de un repositorio que ha de contener desechos nucleares de alta actividad. (Cortesía: US DOE)



De los emplazamiento que se muestran, se han propuesto cinco para designarlos adecuados para su caracterización: Davis Canyon (estratos salinos); Richton Dome (cúpulas de sal); Yucca Mountain (toba); Deaf Smith County (estratos salinos); y Hanford (basalto). Los tres últimos emplazamientos han sido recomendados en forma preliminar para su caracterización detallada.

transporte de desechos a los repositorios y su evacuación en éstos pueda cumplirse en condiciones seguras y aceptables desde el punto de vista ambiental

- Presentar una propuesta al Congreso con vista a la construcción de una o más instalaciones de almacenamiento de sustancias recuperables sujetas a vigilancia
- Asegurar para 1998 la aceptación de desechos con fines de evacuación, de conformidad con el calendario de aceptación previsto en los contratos de evacuación estándar suscritos por el DOE con las compañías eléctricas y de conformidad con la Ley
- Prestar asistencia a las compañías eléctricas proporcionándoles en la zona del reactor un almacenamiento seguro y adecuado para el combustible irradiado antes de su transferencia al DOE y proporcionar almacenamiento provisional federal limitado a cualesquiera compañías eléctricas que la Nuclear Regulatory Commission (NRC) considere que cumplen los requisitos para recibir ese servicio
- Administrar el programa técnico y los fondos que se recauden para los servicios de evacuación y almacenamiento, o que se proporcionen mediante asignación, de manera efectiva, integrada y eficaz.

Plan de misiones

El método adoptado para aplicar la Ley aparece descrito en un plan global de misiones que se presentó al Congreso de los Estados Unidos en junio de 1985.

Si bien el plan de misiones no se limita a esos aspectos, esencialmente comprende una descripción de los objetivos y la estrategia del programa actual, y proporciona además una descripción resumida de los planes del programa actual relativos a repositorios geológicos, una instalación de almacenamiento de sustancias recuperables (sujetas a vigilancia), otras opciones de almacenamiento, el transporte y la integración de los sistemas. El plan se considera como un documento de planificación sujeto a cambios y se revisará periódicamente para introducir modificaciones según se requiera.

Fondo de Desechos Nucleares

La Ley estableció el Fondo de Desechos Nucleares (FDN) para financiar el programa de evacuación de desechos de alta actividad y de combustible irradiado. La principal fuente de ingresos del FDN es el derecho de un milésimo por kilovatio hora (0,001 de dólar por KWh) que se aplica a las empresas nucleoeléctricas por toda la electricidad generada por reactores nucleares civiles a partir del 7 de abril de 1983. La Ley estipula la revisión y ajuste anuales del derecho que se impone a la electricidad generada por medios nucleares, a fin de determinar si éste es suficiente para hacer frente a la recuperación del coste total que se prescribe. Las primeras tres revisiones han demostrado que tal derecho es adecuado para los gastos que se prevén actualmente. Además del combustible irradiado generado a partir del 7 de abril de 1983, los desechos radiactivos de alta actividad y el combustible nuclear irradiado generados antes de esa fecha están sujetos a un derecho equivalente al gravamen promedio de un milésimo por kilovatio hora.

El primer repositorio

De conformidad con la Ley, el DOE elaboró un proyecto de directrices que se utilizarían en la recomendación de emplazamientos para un repositorio y lo remitió a la NRC para su examen y aceptación. Tras un largo proceso de examen, que incluyó la celebración de varias audiencias públicas en todo el país, así como consultas con los estados y las tribus indias afectados y con los organismos federales fundamentales, la NRC aceptó las directrices. Estas se publicaron en el *Federal Register* del 6 de diciembre de 1984, y establecían los requisitos para el funcionamiento de un sistema de repositorios geológicos, definían las condiciones técnicas y ambientales que debían cumplir los posibles emplazamientos y precisaban cómo el DOE llevaría a cabo el proceso de selección del emplazamiento.

El 20 de diciembre de 1984, el DOE presentó evaluaciones ambientales provisionales de nueve emplazamientos potencialmente aceptables para el primer repositorio (véase el mapa adjunto). Se recibieron más de 20 000 comentarios sobre esas evaluaciones ambientales, que fueron presentados en documentos de comentarios y respuestas e incorporados en las evaluaciones ambientales finales según se consideró apropiado.

Se espera que las evaluaciones ambientales se publicarán en la primavera de 1986 una vez que la Junta de Gestión de Desechos Radiactivos de la Academia Nacional de Ciencias concluya el examen de la metodología para la selección de emplazamientos y su aplicación. Los tres emplazamientos propuestos serán presentados al Presidente con miras a que se formule la recomendación oficial respecto de los tres emplazamientos para el primer repositorio.

Caracterización del emplazamiento

La caracterización del emplazamiento abarca la exploración, investigación y evaluación geohidrológica, geomecánica y geoquímica de un emplazamiento potencial de repositorio. Para compilar los datos del subsuelo será preciso construir galerías exploratorias en cada uno de los tres emplazamientos recomendados para la caracterización. El DOE se propone construir dos galerías en cada emplazamiento. Dichas galerías se construirán a la profundidad del repositorio propuesto, entre 300 y 1200 metros de profundidad. La construcción de las galerías en los tres emplazamientos durará alrededor de 2 años, e irá seguida de ensayos in situ previstos desde finales de 1987 hasta mediados de 1990.

Antes de proceder a construir las galerías en los emplazamientos aprobados para la caracterización, la Ley estipula que el DOE elabore un plan de caracterización del emplazamiento para cada uno de ellos. Esos planes se presentarán a la NRC, y a los estados y tribus indias afectados para su examen y comentario, y se darán a conocer públicamente. Se celebrarán audiencias públicas en las proximidades de cada posible emplazamiento para informar a los residentes de la zona acerca del plan y escuchar sus comentarios.

De acuerdo con la caracterización de la zona, aproximadamente en 1991 el DOE evaluará cada emplazamiento y recomendará uno al Presidente para su establecimiento como primer repositorio. La recomendación irá acompañada de un informe sobre la repercusión ambiental, que se habrá preparado de conformidad con los requisitos de la Ley y de la Ley sobre Política Nacional del Medio Ambiente, que incluyen exámenes, comentarios y audiencias públicos. Con este programa, en 1998 se estará en condiciones de comenzar a recibir desechos para su evacuación.

El segundo repositorio

Aunque la Ley no autoriza la construcción de un segundo repositorio, sí estipula que el DOE lleve a cabo las actividades de selección de emplazamiento y desarrollo esenciales para preparar un repositorio. Los estudios nacionales identificaron para su estudio ulterior formaciones rocosas cristalinas a poca profundidad y expuestas en 17 estados divididos en tres regiones (véase el mapa adjunto). Los informes regionales de caracterización se publicaron en septiembre de 1985. Estos informes, que resumen la información geológica y ambiental disponible, fueron elaborados en consulta con los 17 estados.

A principios de 1986, el DOE publicará proyectos de informe de recomendación de zonas, para los que se utilizaron los resultados de estudios limitados sobre el terreno, los informes regionales de caracterización y la metodología para la exploración de regiones y zonas (publicada en abril de 1985 y elaborada en consulta con los estados) a fin de determinar y documentar la selección de zonas en varios estados con vista a proseguir los estudios y ensayos sobre el terreno.

Asistencia financiera

Al final de 1985, el DOE había entregado más de 20 millones de dólares a los estados y las tribus indias afectados por su participación en las actividades relacionadas con los programas del primer y el segundo repositorios. Se han concedido prestaciones a todos los estados y tribus indias comprendidos en el proyecto del primer repositorio, así como a los 16 estados incluidos en las regiones previstas para el proyecto del segundo repositorio.

Almacenamiento de sustancias recuperables sujetas a vigilancia

De conformidad con la Ley, a principios de 1986 el DOE presentará una propuesta al Congreso con miras al desarrollo de instalaciones de almacenamiento de sustancias recuperables sujetas a vigilancia (ASRV). De inicio, los diseños y los planes de las instalaciones de ASRV se elaboraron con la idea de que sirvieran de apoyo al repositorio en caso de demoras en su construcción. Sin embargo, los análisis ulteriores indicaron que una instalación de ASRV sería más beneficiosa si se explotara como un componente del sistema federal de gestión de desechos nucleares para recibir, agrupar, embalar y almacenar con carácter provisional el combustible irradiado antes de su expedición a un repositorio. En el otoño de 1984, el DOE decidió fundamentar en esta función su propuesta para la construcción de instalaciones de ASRV. En abril de 1985 se seleccionaron tres emplazamientos situados en Tennessee para examinar la posibilidad de anexarles una instalación de ASRV. Una vez identificados los tres emplazamientos,

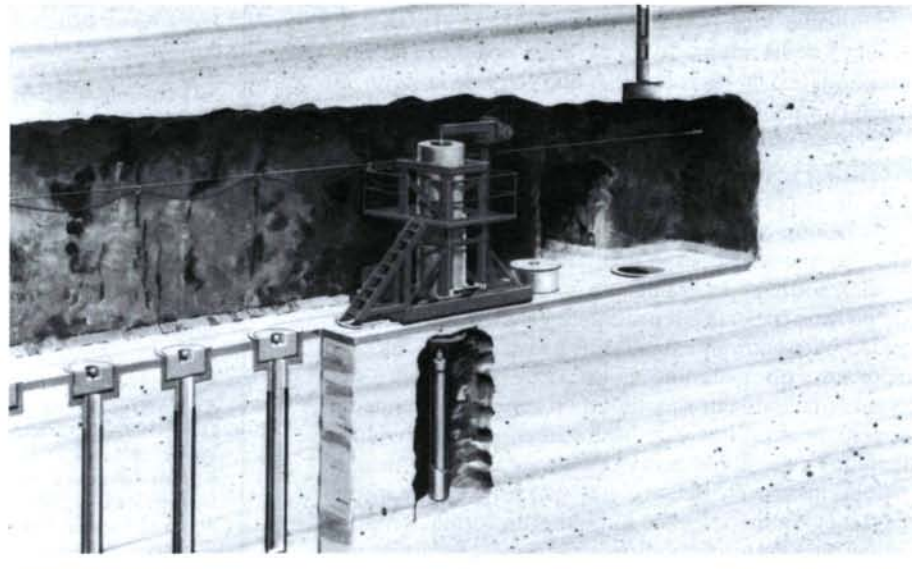
el estado recibió 1,4 millones de dólares del DOE para que participara en las actividades del programa de ASRV y en su examen.

El sistema de transporte

El desarrollo del sistema de transporte es parte integrante del desarrollo y el emplazamiento de repositorios y de la ejecución de otras actividades correspondientes al sistema de evacuación de desechos. En la planificación del sistema de transporte está previsto el desarrollo y la adquisición de tipos y cantidades apropriados de equipo y servicios, así como el establecimiento de los arreglos institucionales adecuados.

En noviembre de 1985, se publicó un proyecto de plan de operaciones de transporte en el que se establecía el contexto para las decisiones relativas a la estrategia de las operaciones al proporcionar información básica y describir la legislación y las normas generales que regirían el transporte en virtud de la Ley sobre desechos nucleares. En el proyecto de plan de operaciones figuran estrategias para adquirir cofres de transporte y servicios de apoyo al transporte. Además, conforme al espíritu de la Ley sobre desechos nucleares, en todo el plan se ponen de relieve las oportunidades de utilizar el sector privado en la mayor medida posible.

El DOE espera publicar en la primavera de 1986 un plan institucional de transporte. En este plan se definen los procesos y calendarios para el trabajo con los grupos potencialmente afectados e interesados en el cumplimiento de los aspectos de la Ley relativos al transporte.



Como parte de las actividades de gestión de desechos nucleares en los Estados Unidos, se llevó a cabo el ensayo de combustible irradiado "Climax" para evaluar los efectos del almacenamiento de combustible irradiado de reactor en una formación de roca cristalina a 1400 pies por dabajo de la superficie del polígono de ensayos de Nevada. Los embalajes de desechos se trasladaron en vehículos de transporte hasta una perforación horadada verticalmente en el suelo de túnel excavado en granito sólido, que se ilustra en la foto. (Cortesía: US DOE, AIF)

Otros organismos federales

Según lo dispuesto por la Ley, la Environmental Protection Agency (EPA) ha publicado el documento "Environmental Standards for the Management and Disposal of Spent Nuclear Fuel, High-Level and Transuranic Radioactive Wastes" (40 CFR Part 191). Estas normas se elaboraron en calidad de proyecto, fueron objeto de un amplio período de examen y comentarios y se publicaron el 19 de septiembre de 1985.

De conformidad con lo dispuesto en la Ley, en 1983 la NRC publicó el documento "Rules and Regulations on Disposal of High-Level Radioactive Wastes in Geological Repositories" (10 CFR 60). En este documento se precisan los requisitos tanto técnicos como de procedimiento. Actualmente la NRC revisa sus

reglamentaciones con vista a garantizar que sean compatibles con las normas, más recientes, de la Environmental Protection Agency.

El United States Geological Survey, del Departamento del Interior, participa activamente en el desarrollo de las actividades geológicas del Departamento y en la formulación de comentarios al respecto. Esta asistencia especializada aumenta la confianza en la credibilidad técnica de la labor de la Oficina y en su idoneidad para el proceso de tramitación de licencias con la NRC.

Para asegurar la armonización de estas y otras actividades del organismo federal, el DOE ha publicado un anteproyecto de programa de decisiones que se someterá al organismo federal para su examen y comentarios. En el programa se enumeran las actividades que estipula cada organismo del Gobierno federal.

Logros notables, retos futuros

Con la aprobación de la Ley sobre desechos nucleares se proporcionó el mecanismo necesario para centrar los esfuerzos del Gobierno de los Estados Unidos en la ejecución de un programa nacional de evacuación permanente de desechos radiactivos de alta actividad y de combustible nuclear irradiado. La Ley estableció actividades y programas que se deben cumplir con el fin de crear los medios técnicos necesarios para evacuar en condiciones de seguridad desechos nucleares de alta actividad y combustible irradiado, y para hacer participar en el programa a los estados, las tribus indias y las comunidades locales. Como se describe en el plan de misiones, se ha adoptado un enfoque optimista en el cumplimiento de los requisitos que estipula la Ley. Se siguen cumpliendo las estrictas normas que establece la Ley y en muchas ocasiones se las supera.

Cuando se ha modificado un calendario, ha sido con el fin de disponer de más tiempo para aumentar la participación del público en el programa, o por considerarse que se necesitan más datos para adoptar una decisión sobre el programa. Se ha dicho repetidamente que no se sacrificará un proceso metódico y de elevada calidad para cumplir calendarios provisionales. Es importante que cada uno de los pasos principales y su documentación sean aceptables en general mediante un proceso de consultas y coordinación con los individuos afectados y sus gobiernos locales.

Cabe insistir en la confianza y el respeto que inspira la evacuación de desechos nucleares en formaciones geológicas a gran profundidad como método viable y aceptable desde el punto de vista ambiental para garantizar la seguridad a largo plazo. No obstante, la certidumbre y la confianza que muchos han llegado a sentir no se han traducido aún en términos creíbles y comprensibles que muchos de nuestros amigos en el público general estén dispuestos a aceptar. Por tanto, el problema a que se hace frente no consiste sólo en establecer la credibilidad técnica sino también en proporcionar información acerca de lo que se pretende hacer, de manera que el público general interesado pueda poner a prueba la credibilidad de la información y llegar a confiar en ella como nosotros. Resulta indispensable para el éxito de nuestros esfuerzos que se haga hincapié en los programas de trascendencia pública. Seguimos respondiendo como mejor podemos a las consultas y preocupaciones relativas al programa y siempre buscamos las formas óptimas de hacerlo.

El programa ha logrado mucho desde la aprobación de la Ley. Quedan por resolver muchos problemas más. Ha comenzado la labor de caracterización de emplazamientos; esperamos que el Congreso considere en breve la posibilidad de crear una instalación de ASRV; además, está en marcha el proceso de selección de los posibles emplazamientos del segundo repositorio. Aunque tenemos mucho por delante, estoy seguro de que el programa cuenta con la pericia técnica y el personal idóneo necesarios para enfrentar con éxito esos desafíos mediante la labor conjunta con los organismos federales, los gobiernos estatales, las tribus indias y el público.

Literatura técnica y referencias

- *Annual Report to the Congress,* DOE/RW-0004, Oficina de Gestión de Desechos Radiactivos Civiles (enero de 1984).
- *Initial Implementation Plan for Deployment of Federal Interim Storage, Facilities for Commercial Spent Fuel,* DOE/RW-0003, Oficina de Gestión de Desechos Radiactivos Civiles (enero de 1984).
- *Spent Fuel and Radioactive Waste Inventories, Projections and Characteristics,* DOE/RW-0006, Oficina de Gestión de Desechos Radiactivos Civiles (octubre de 1984).
- *Transportation Business Plan: Strategy Options Document,* DOE/RW-0007, Oficina de Gestión de Desechos Radiactivos Civiles (octubre de 1984).
- *Cash Management Policies and Procedures, Nuclear Waste Fund,* DOE/S-0032 (noviembre de 1984).
- *Commercial Nuclear Power 1984, Perspective for the United States and the World,* DOE/EIA-0438(84), Energy Information Administration (noviembre de 1984).
- *Nine Draft Environmental Assessments,* DOE/RW-0009 hasta el 17, Oficina de Gestión de Desechos Radiactivos Civiles (noviembre de 1984).
- *General Guidelines for the Recommendation of Sites for the Nuclear Waste Repositories; Final Siting Guidelines,* 10 CFR 960, Oficina de Gestión de Desechos Radiactivos Civiles (diciembre de 1984).
- *Radioactive Waste Management System Project Decision Schedule,* DOE/RW-0018, preliminary draft, Oficina de Gestión de Desechos Radiactivos Civiles (diciembre de 1984).
- *An Evaluation of Commercial Repository Capacity for the Disposal of Defense High-Level Waste,* DOE/DP-0020, Oficina de Programas de Defensa (enero de 1985).
- *Fee Adequacy Report,* DOE/RW-0020, Oficina de Gestión de Desechos Radiactivos Civiles (febrero de 1985).
- *Need for and Feasibility of Monitored Retrievable Storage – A Preliminary Analysis,* DOE/RW-0022, Oficina de Gestión de Desechos Radiactivos Civiles (marzo de 1985).
- *Screening and Identification of Sites for a Monitored Retrievable Storage Facility,* DOE/RW-0023, Oficina de Gestión de Desechos Radiactivos Civiles (marzo de 1985).
- *Analysis of the Total System Life Cycle Cost for the Civilian Radioactive Waste Management Program,* DOE/RW-0024, Oficina de Gestión de Desechos Radiactivos Civiles (abril de 1985).
- *Analysis of the Total System Life Cycle Cost for the Civilian Radioactive Waste Management Program,* DOE/RW-0025, Oficina de Gestión de Desechos Radiactivos Civiles (abril de 1985).
- *Annual Report to the Congress,* DOE/RW-0004-1, Oficina de Gestión de Desechos Radiactivos Civiles (mayo de 1985).