aeren

associació per a l'estudi
dels recursos energetics

El Futuro de la Energía Nuclear

¿Agonía o Reanimación?

Contribución a la
Mesa de Diálogo sobre la Evolución de la Energía Nuclear en España
Madrid 3 de Mayo de 2006

Marcel Coderch i Collell
Asociació per l'Estudi dels Recursos Energètics (AEREN)

ÍNDICE

¿Por qué reabrir el debate nuclear?

Opciones de reducción de emisiones de CO_2

La Opción Nuclear

- Condicionantes globales
- Retos a superar: Coste, seguridad, residuos, proliferación, etc.
- Ciclo del combustible y disponibilidad de uranio
- Ahorro de Emisiones
- Precios del petróleo y el gas
- ¿Queremos otra "moratoria"?

Recapitulemos y preguntémonos . . .

Tengamos valor para . . .

Apéndice. Materiales del debate en Gran Bretaña

¿Por qué reabrir el debate nuclear?

El debate nuclear vuelve a estar de actualidad por una combinación de circunstancias :

- **Un incremento continuado de la demanda.** Se prevé que la demanda eléctrica se duplique a nivel mundial entre 2002 y 2030. En esa línea, en España ha crecido un 5,3% anual en la última década (+55% acumulado), uno de los crecimientos más altos de la OCDE.

- **Previsibles tensiones en el suministro y precio de los combustibles fósiles.** Parece probable que en los próximos 10-15 años se alcance el cénit de la producción mundial de petróleo y quizás una década más tarde para el gas. Si así fuera, es de esperar un incremento continuado de los precios energéticos.

- **Necesidad de cumplir Kyoto y de ir a reducciones mayores de emisiones de GEI.** El escenario 'business-as-usual' supone un incremento global de emisiones del 62% en el 2030. En España las hemos incrementado ya un 53% desde 1990. Hay que reducirlas sustancialmente.

- **Desarrollo de reactores nucleares de 3ª y 4ª generación.** Según la industria nuclear, estos reactores resolverán algunos de los inconvenientes en cuestiones de seguridad y costes, y evitarían muchas emisiones.

Preguntas básicas

Ante este panorama energético-climático, cabe hacerse algunas preguntas :

- **¿Es realmente viable el escenario de 'business-as-usual'?** Este escenario está basado en un crecimiento económico mundial del 3,2% anual con una mejora de la intensidad energética del 1,5% cada año, una cobertura energética fósil del 85%, y un pequeño crecimiento nuclear del 4% en 25 años.

- **¿Es compatible con la estabilidad climática un incremento del 62% de las emisiones?** Mantener la concentración de CO_2 en niveles cercanos al doble de la que existía antes de la industrialización (+2º C) requeriría cubrir el crecimiento energético con fuentes no emisoras.

- **¿Hasta qué punto sería viable incrementar sustancialmente la generación nuclear para reducir las emisiones?** Un incremento sustancial de la energía nuclear exigiría resolver una serie de cuestiones muy problemáticas.

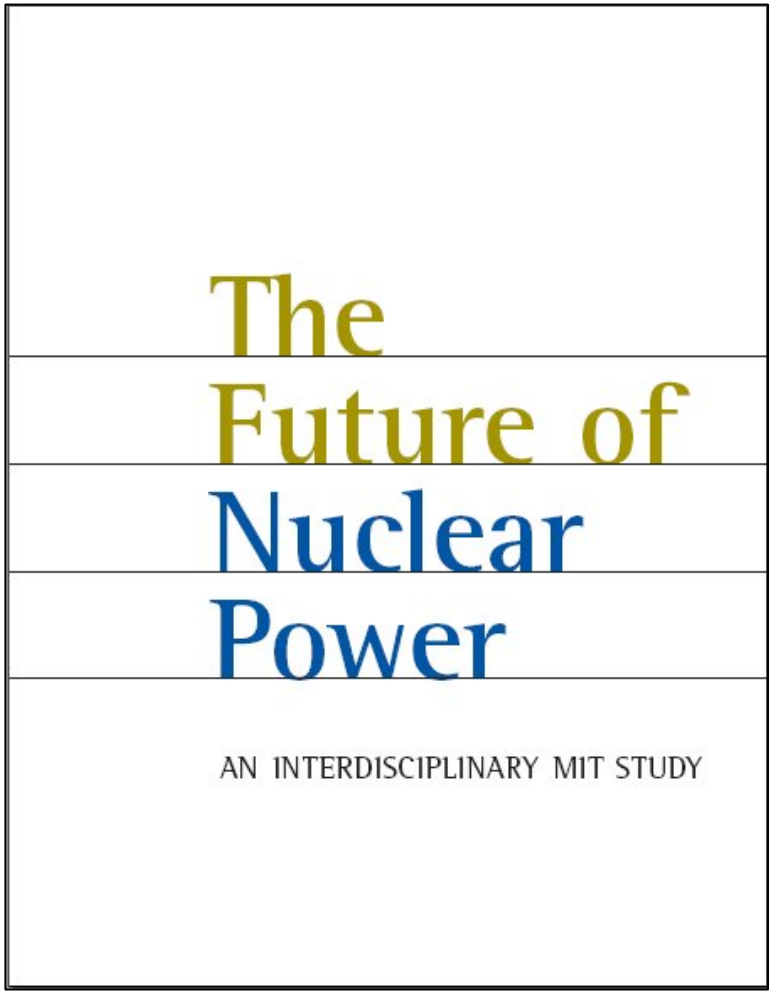
- **¿Qué opciones tenemos en España?** La economía española es intensiva en energía, debemos reducir sustancialmente las emisiones y no disponemos de fuentes convencionales autóctonas.

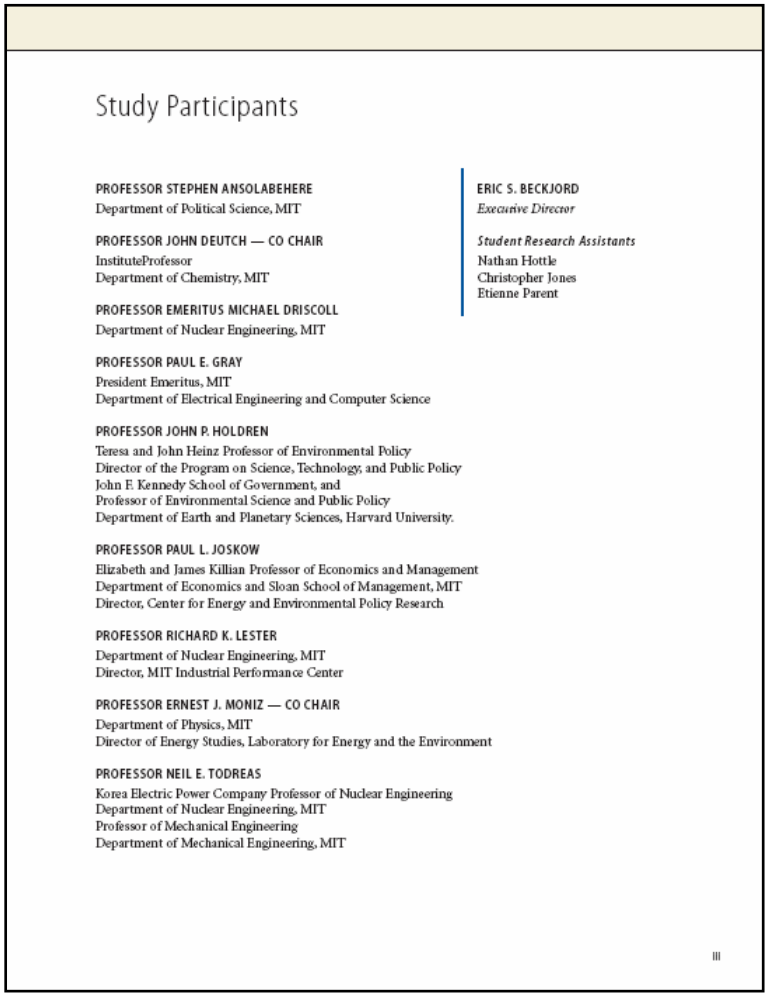
Opciones para reducir emisiones

Si aceptamos el consenso científico sobre la necesidad de reducir las emisiones de GEI, en las próximas décadas sólo hay cinco opciones realistas en lo que a generación eléctrica se refiere:

- Aumentar la eficiencia en la generación, distribución y consumo eléctrico.
- Gestionar la demanda para frenar el crecimiento continuado de los consumos.
- Incrementar notablemente las energías renovables: eólica, solar, biomasa y geotérmica.
- Capturar las emisiones de las centrales de carbón y gas.
- Aumentar la generación nuclear con reactores de nuevas generaciones.

MIT: El Futuro de la Energía Nuclear (2003)





Study Participants

PROFESSOR STEPHEN ANSOLABEHERE
Department of Political Science, MIT

PROFESSOR JOHN DEUTCH — CO CHAIR
InstituteProfessor
Department of Chemistry, MIT

PROFESSOR EMERITUS MICHAEL DRISCOLL
Department of Nuclear Engineering, MIT

PROFESSOR PAUL E. GRAY
President Emeritus, MIT
Department of Electrical Engineering and Computer Science

PROFESSOR JOHN P. HOLDREN
Teresa and John Heinz Professor of Environmental Policy
Director of the Program on Science, Technology, and Public Policy
John F. Kennedy School of Government, and
Professor of Environmental Science and Public Policy
Department of Earth and Planetary Sciences, Harvard University.

PROFESSOR PAUL L. JOSKOW
Elizabeth and James Killian Professor of Economics and Management
Department of Economics and Sloan School of Management, MIT
Director, Center for Energy and Environmental Policy Research

PROFESSOR RICHARD K. LESTER
Department of Nuclear Engineering, MIT
Director, MIT Industrial Performance Center

PROFESSOR ERNEST J. MONIZ — CO CHAIR
Department of Physics, MIT
Director of Energy Studies, Laboratory for Energy and the Environment

PROFESSOR NEIL E. TODREAS
Korea Electric Power Company Professor of Nuclear Engineering
Department of Nuclear Engineering, MIT
Professor of Mechanical Engineering
Department of Mechanical Engineering, MIT

ERIC S. BECKJORD
Executive Director

Student Research Assistants
Nathan Hottle
Christopher Jones
Etienne Parent

III

http://web.mit.edu/nuclearpower/

Opción Nuclear: Condicionantes Globales

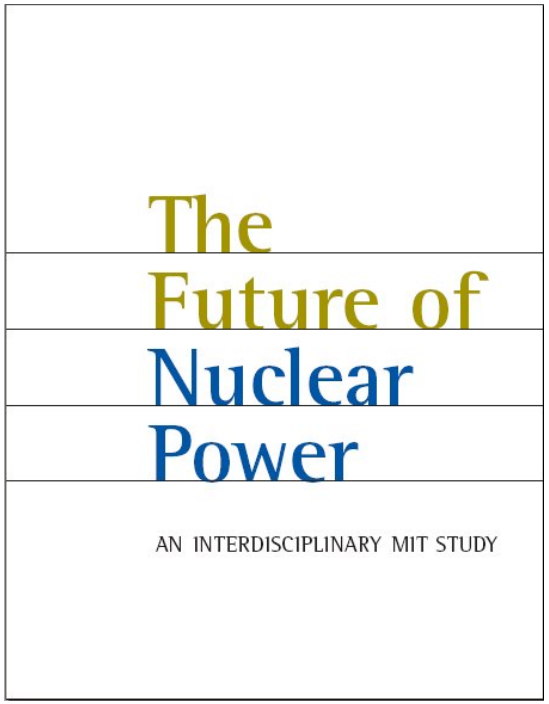
Las decisiones a tomar en España dependen, fundamentalmente, de la previsión que podamos hacer sobre el futuro global de la energía nuclear.

- Preservar la opción nuclear para el futuro requeriría **superar cinco retos**: coste, seguridad, proliferación, residuos y percepción social.

- El esfuerzo necesario para superar estos retos, y así hacer viable la opción nuclear, **sólo tendría sentido** si fueran a construirse **un número importante de centrales**, ya que un **pequeño incremento** no contribuiría significativamente al problema de las emisiones y **tampoco justificaría** las inversiones necesarias para superar los retos señalados. En realidad, **es capcioso** proponer pequeños aumentos de capacidad nuclear justificándolos por la reducción de emisiones.

- El **estudio del MIT** analiza un escenario global que a mediados de siglo supondría **entre 1.000 y 1.500 reactores** de 1 GWe. Ello significaría **multiplicar por tres** el parque actual para alcanzar una **cuota nuclear del 19% en 2050**. Es, seguramente, el máximo plausible.

- Una expansión de esta magnitud, que **sólo aumenta ligeramente la cuota nuclear**, requiere el liderazgo de los EE.UU., una reactivación de la actividad Europea, un compromiso continuado de Japón, Corea y Taiwan, y el inicio de las construcciones nucleares en muchos países en vías de industrialización.



http://web.mit.edu/nuclearpower/

Opción Nuclear: Retos a superar

Para que fuera factible un renacimiento de la industria nuclear, habrían de superarse cinco problemas críticos:

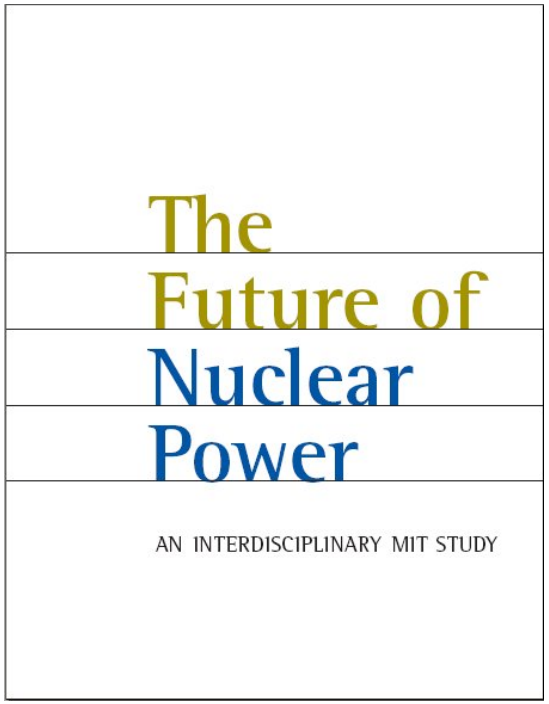
- **Coste.** En mercados liberalizados, la energía nuclear no es hoy competitiva frente al gas y el carbón. Si se redujeran los costes de capital, de operación y de mantenimiento, y los plazos de construcción, podrían reducirse las diferencias. Las tasas sobre emisiones de CO_2 pueden favorecer la energía nuclear.

- **Seguridad.** Los diseños modernos pueden reducir los riesgos de accidentes serios, pero es esencial seguir las 'mejores prácticas' en su construcción y operación. Sabemos muy poco de la seguridad del ciclo completo del combustible.

- **Residuos.** La gestión y eliminación de los residuos de alta actividad es uno de los problemas más intratables a los que se enfrenta la industria nuclear. Ningún país ha implementado con éxito un sistema efectivo para almacenar y/o eliminar estos residuos.

- **Proliferación.** El actual sistema internacional es inadecuado para responder a la problemática de proliferación que plantearía la expansión planteada. Esta expansión no debería llevarse a cabo si este riesgo no se reduce hasta límites aceptables.

- **Percepción Social.** Una parte importante de la población occidental sigue manteniendo una posición contraria a la energía nuclear.



http://web.mit.edu/nuclearpower/

Retos a superar: Coste

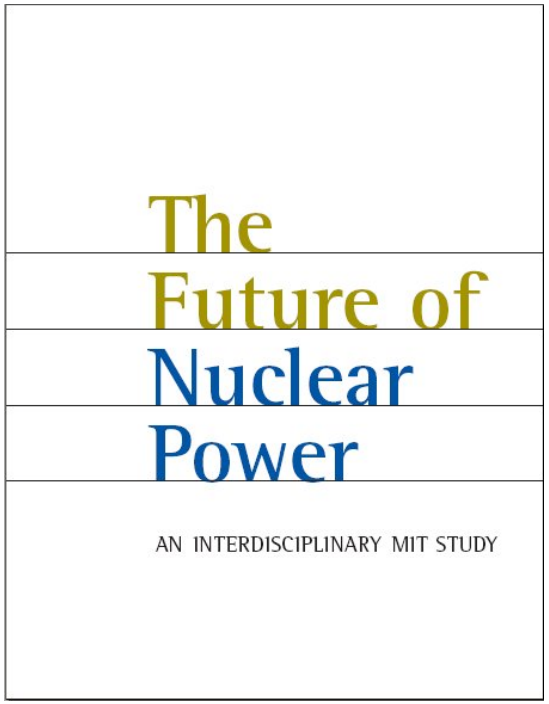
La opción nuclear sólo sería factible si tuviera unos costes menores que los de las tecnologías con las que compite.

- Esto es especialmente relevante en la medida en que el mercado de la electricidad vaya **liberalizándose**, como ocurre en muchas partes del mundo. Sólo habrán **inversiones privadas** si pueden esperarse costes de producción de electricidad nuclear inferiores a los de otras alternativas **menos arriesgadas** (o si el Estado garantiza la rentabilidad de estas inversiones).

- Todas las centrales actuales fueron construidas por entes estatales o en entornos de **monopolio regulado**, en los que el riesgo fue asumido por los consumidores, no por las eléctricas. En un **mercado competitivo**, son los inversores y no los consumidores los que deben asumir los **riesgos e incertidumbres** derivados de la obtención de permisos, de los costes de construcción y del rendimiento operativo.

- En un mercado competitivo, *ceteris paribus*, los inversores **prefieren** opciones menos intensivas en capital y con plazos de construcción más cortos.

- Los **costes de construcción** de los años 80 y 90 fueron muy elevados y bastante superiores a los previstos entonces, y también a los que ahora se predicen para nuevas construcciones.



http://web.mit.edu/nuclearpower/

Retos a superar: Coste

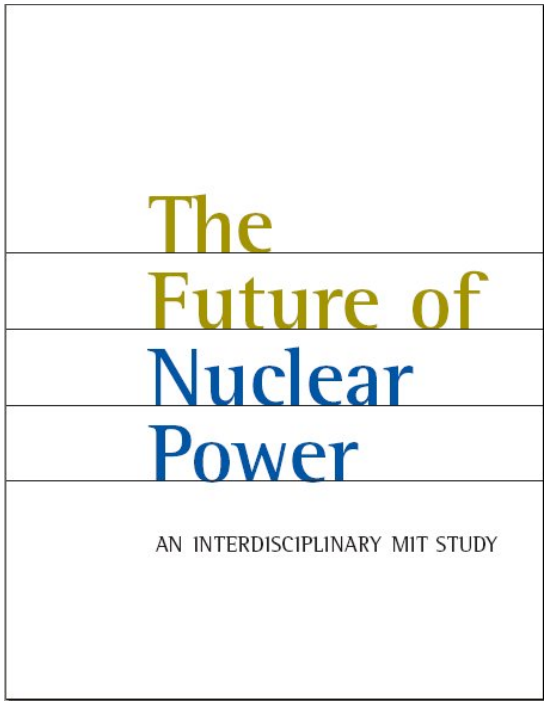
Los costes de la energía nuclear son muy inciertos y tradicionalmente han sido bastante superiores a los previstos.

- Los **costes históricos** de construcción reflejan la combinación de retrasos regulatorios, requisitos de rediseño y problemas de control de calidad y gestión de la construcción.

- La información disponible sobre los **verdaderos costes** de construcción en centrales recientes es muy limitada. Por ello, los costes futuros son necesariamente **inciertos**, y el fantasma de los costes elevados ha sido y sigue siendo un factor determinante en la **falta de interés comercial** en nuevas construcciones.

- Los costes medios de **operación y mantenimiento** de las plantas estadounidenses (incluidos los costes de combustible) han sido de más de 20$/MWh en los años 90, en lugar de los 10$/MWh que generalmente se utilizan en estudios comparativos.

- Incluso si una inversión nuclear pudiera resultar atractiva en una hoja de cálculo, los inversores deben enfrentarse a los **retos políticos**, de regulación y de oposición popular que conlleva la obtención de una **licencia** y un **emplazamiento**.



http://web.mit.edu/nuclearpower/

Retos a superar: Coste

¿En qué condiciones *plausibles* podría ser competitiva la energía nuclear?

- **Costes de Construcción (overnight).** Reducirlos a unos **1.500$/kW**, un coste muy inferior a los experimentados en los 80 y 90, y un 25% inferior a los estimados por la EIA en el 2003. El EPR en construcción en Finlandia tiene un coste previsto de **2.200$/kW** y el EPR francés un 25% más.

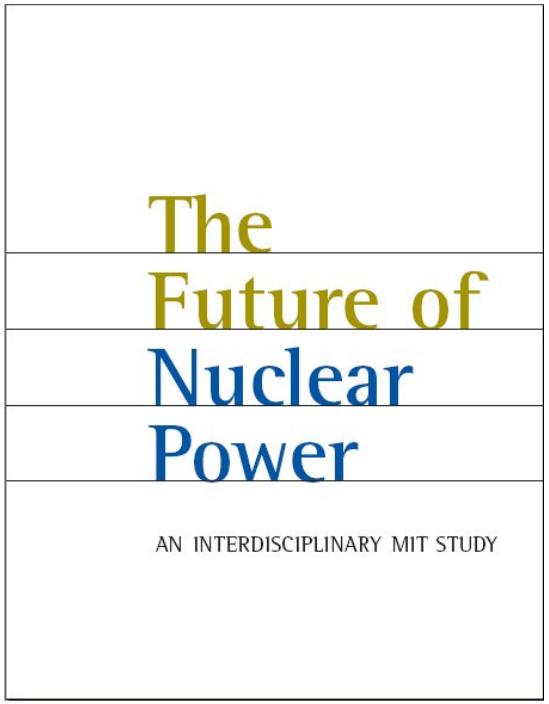
- **Plazo de Construcción**. Reducir la construcción a **4 años**.

- **Costes de Capital.** Igualar los costes de capital a los de las demás opciones. En la actualidad la prima de riesgo estimada es de un 3-4%.

- **Costes de Operación/Mantenimiento.** Reducirlos un 25% por debajo de los costes medios recientes de las plantas en operación para dejarlos en **13$/MWh**, incluyendo costes de combustible. Eso es consistente con los costes de las mejores plantas actuales, pero con el uranio a 30$/KgU (precio actual 104$/KgU) y con una repercusión de residuos y desmantelamiento de 0,1ç$/kWh (0,2ç€ en España).

- **Limitación de Responsabilidad Civil.** Mantener la limitación de responsabilidad civil de la Ley Price-Anderson y similares.

- **Internalizar los costes de CO_2.** Penalizar las emisiones de las centrales de carbón y gas con una tasa de **entre 100 y 200 $/tC**.



http://web.mit.edu/nuclearpower/

Retos a superar: Seguridad

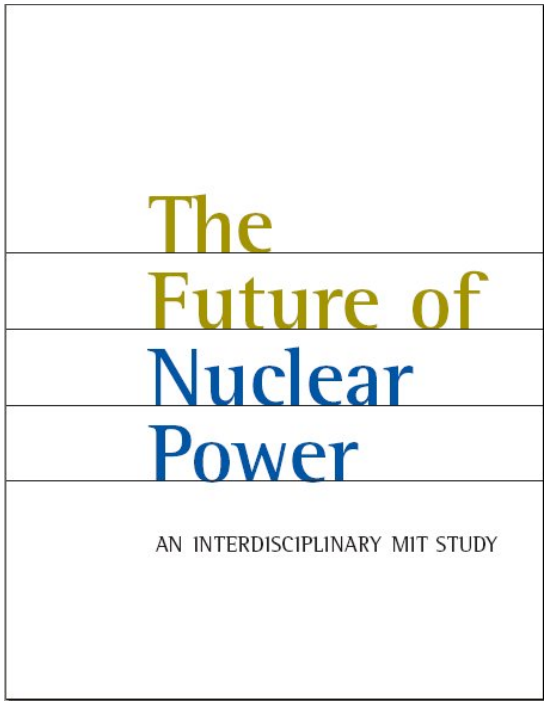
La expansión del parque nuclear debería producirse, en el peor de los casos, sin incrementar la frecuencia de accidentes serios.

- Dejando a un lado Chernóbil, la experiencia estadounidense nos da un accidente con daños en el núcleo en **3.500 reactor-año**. Utilizando técnicas de *Probabilistic Risk Assesment* (PRA) y el juicio de los expertos, la mejor estimación de la tasa de accidentes en EE.UU. con daños en el núcleo es de **1 accidente por cada 10.000 reactor-año**.

- Aunque la tecnología de seguridad ha mejorado bastante con la experiencia, la **incertidumbre** de los métodos PRA, y de los datos en que se basa, aconsejan **prudencia** y tener siempre presente en los cálculos el **riesgo histórico**.

- Suponiendo que fuera correcta la tasa PRA de 10^{-4} accidentes por reactor-año, con la **tecnología actual** la propuesta del MIT supondría **4 accidentes** antes del 2055, lo cual es a todas luces **inasumible**.

- Los autores consideran aceptable una tasa de **1 accidente cada 50 años**, para lo cual habría que **dividir por 10 la tasa actual** de accidentes (1 cada 100.000 reactor-año). La probabilidad de un fallo de contención (LER, según la NCR) sería entonces de 1 cada 1.000.000 reactor-año, pero aún así tendríamos **un 5% de probabilidad** de un accidente tipo **Chernóbil** en el período hasta 2055.



http://web.mit.edu/nuclearpower/

Retos a superar: Seguridad

La construcción de nuevos reactores debería supervisarse estrictamente y los planes de construcción presentan un reto difícil.

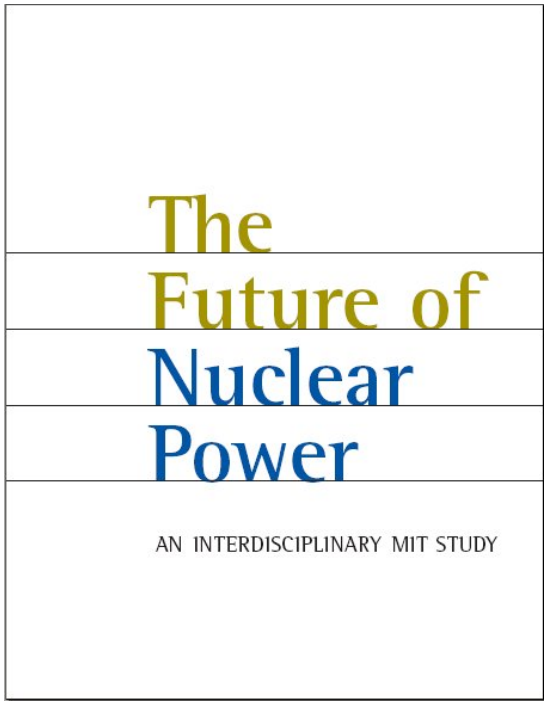
- Una tasa de **10^{-5} accidentes por reactor-año** se considera factible, aunque no probada, en base a lo que **afirma la industria** sobre sus nuevos diseños de LWR y también para los HTGR.

- Asegurar esas tasas, sin embargo, exigiría un control y una supervisión **estrictos** de todas las fases constructivas, y unas plantillas muy preparadas, lo cual puede impactar los **plazos** y los **costes** de construcción.

- Para construir 1.000 GWe en 50 años, sería necesario construir en media unos **20-25 reactores cada año** (dos por mes), un ritmo que debería ser bastante más alto hacia el final del período, ya que la industria necesitaría un largo período para reconstruirse.

- En el ciclo anterior se construyeron unas **16 centrales al año**. Doblar este ritmo no es del todo imposible pero tampoco parece fácil.

- Hoy casi todos los reactores son LWR y previsiblemente seguirá así, ya que la **introducción de nuevos tipos de reactores** requeriría considerables recursos y un largo período de experiencia operativa antes de plantear su difusión.

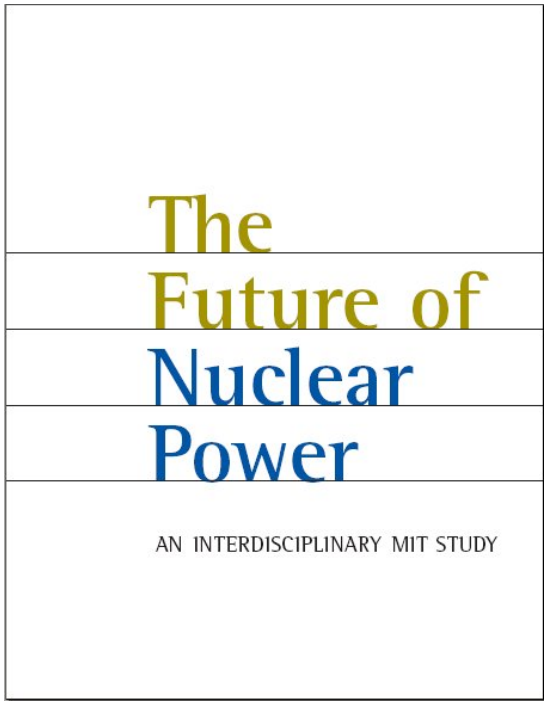


http://web.mit.edu/nuclearpower/

Retos a superar: Seguridad

El terrorismo plantea una serie de nuevas amenazas para las que no se preveyeron contramedidas.

- No se ha resuelto la cuestión de cómo habría que reforzar las instalaciones nucleares frente a posibles ataques terroristas tipo **11-S**.
- Se supone que estructuralmente el edificio del reactor resistiría, pero **se desconoce** qué podría ocurrir cuando de repente se vieran afectadas todas las instalaciones adyacentes.
- Se sabe de un documento **secreto** francés que pone en duda la resistencia del EPR frente a este tipo de ataques.
- La Academia de Ciencias de los EE.UU. ha advertido sobre la peligrosidad de las **piscinas** de combustible gastado frente a una agresión que vaciara el agua. Emisiones tipo Chernobil.
- ¿Con qué nivel de seguridad se planifican los **ATCs**?
- Muchos flancos a proteger, especialmente en el **transporte**.
- Las tasas standard de accidentes no incluyen actuaciones **voluntarias**.



http://web.mit.edu/nuclearpower/

Retos a superar: Residuos

La gestión de los residuos a largo plazo no está resuelta en ningún país, ni hay perspectivas cercanas de solución.

- La gestión y el almacenamiento o destrucción de los residuos de alta actividad es **uno de los problemas más intratables** a los que se enfrenta la industria nuclear. Casi **cincuenta años** después del primer reactor comercial, **ningún país** ha conseguido implantar un sistema eficaz para deshacerse de sus residuos.

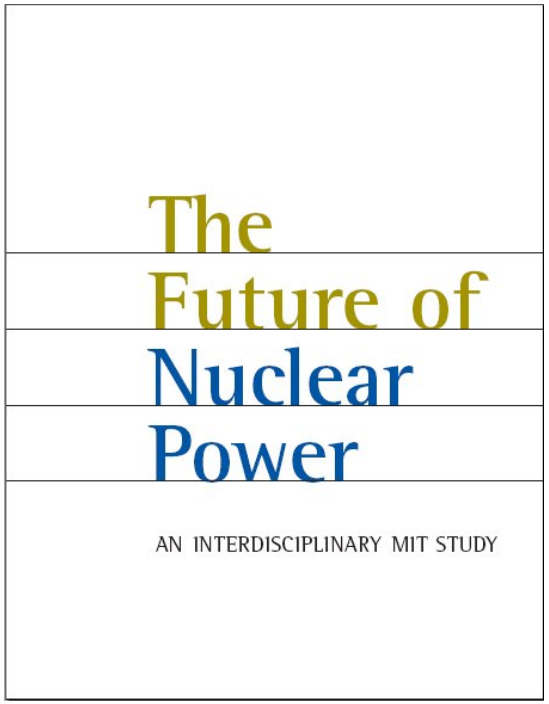
- El AGP sigue siendo la opción más estudiada, pero después de más de 15 años de análisis y evaluaciones, el AGP de **Yucca Mountain sigue sin tener fecha ni presupuesto** para su puesta en operación.

- Incluso si Yucca Mountain llega a ser operativo algún día, **no resolvería el problema**, ni para los EE.UU. ni para los demás países, si se expande substancialmente el parque nuclear.

- El escenario global de 1.000 GWe de LWRs requeriría la construcción de **un repositorio tipo Yucca Mountain (70 kT) cada tres o cuatro años** en algún lugar del mundo.

- El standard de seguridad actual (EPA) de menos de 15 milirems por año para los **10.000 primeros años** para AGPs está siendo cuestionado y se propone extenderlo a **1.000.000 de años** (?).

- Ejercer la opción de **los ATCs no significa resolver el problema**, sino admitir que de momento no tenemos solución.



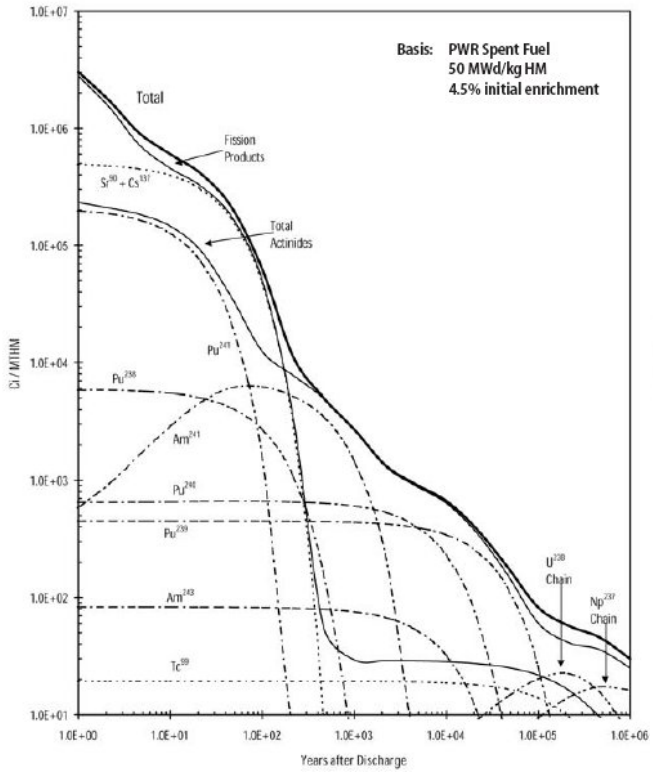
http://web.mit.edu/nuclearpower/

Retos a superar: Residuos

Se trata de un problema realmente endemoniado :

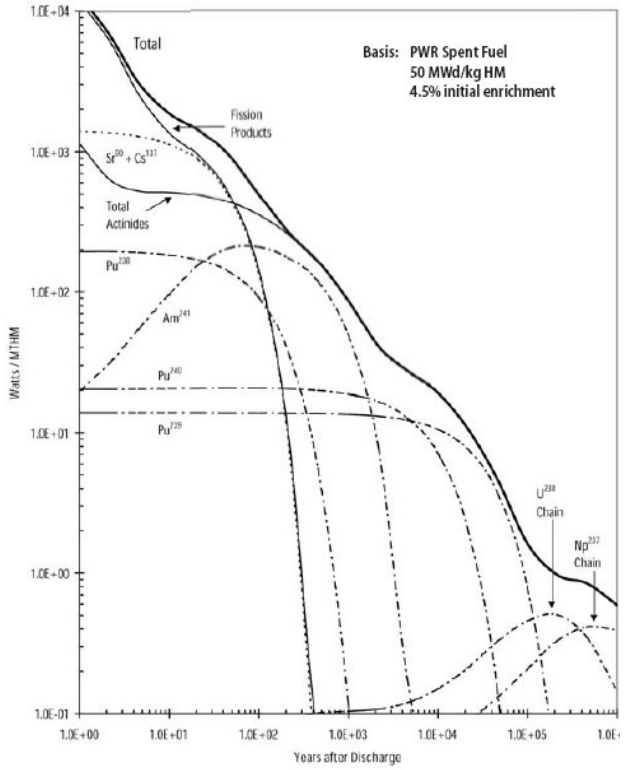
Escala eje de tiempo: 1.000.000 de años

Figure 7.1 Radioactivity profile of spent fuel (curies/MTHM)



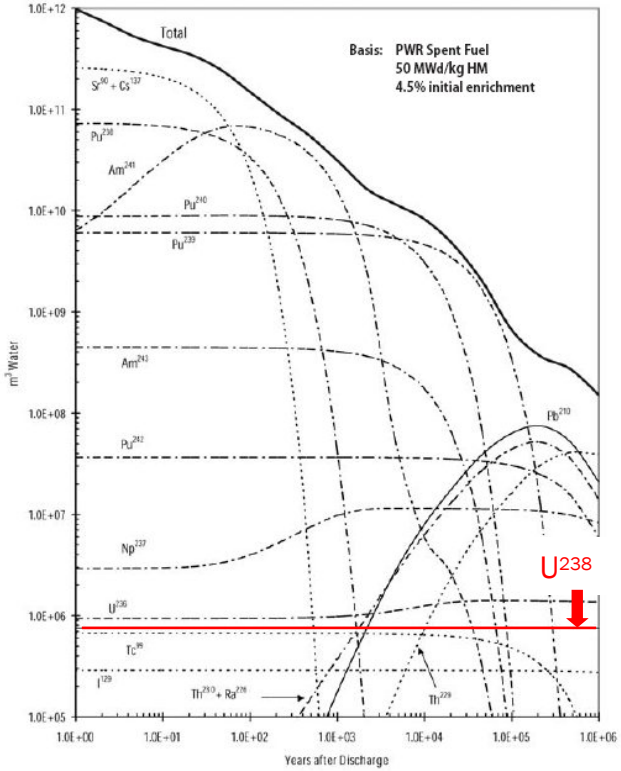
Decaimiento radioactivo

Figure 7.2 Decay Heat Profile of Spent Fuel



Decaimiento térmico

Figure 7.3 Radiotoxicity Index for 1MT of Spent Fuel



Índice de radiotoxicidad

Fuente: http://web.mit.edu/nuclearpower/

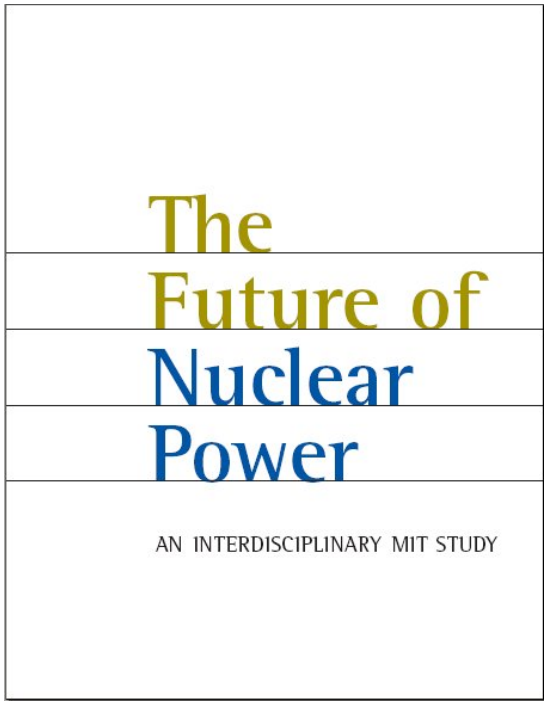
Retos a superar: Residuos

La separación y transmutación de los residuos no es, previsiblemente, ni económicamente viable, ni aconsejable.

"Hemos analizado las implicaciones para la gestión de los residuos de los distintos ciclos de combustible abiertos o cerrados, teniendo en cuenta cada eslabón del ciclo, y los riesgos de exposición a radiaciones que comportan, tanto en el corto como en el largo plazo. ***No creemos*** *que pueda argumentarse convincentemente, en base a consideraciones relativas a la gestión de los residuos,* ***que los beneficios*** *de la separación y transmutación* ***fueran a ser superiores a los correspondientes riesgos*** *para la seguridad, el medioambiente y la proliferación, máxime teniendo en cuenta sus aspectos económicos.*

Desarrollos futuros podrían cambiar el balance de los costes, riesgos y beneficios esperados. Sin embargo, para que nuestra conclusión cambiara en lo fundamental, no sólo deberían aumentar mucho los riesgos hoy asociados a los AGPs, sino que también habrían de reducirse significativamente los costes y los riesgos medioambientales y de seguridad que de la experiencia actual en separación/transmutación se derivan.

Las investigaciones en partición y transmutación ***no han demostrado todavía*** *que puedan tratarse adecuadamente los productos de fisión. Incluso para los actínidos,* ***la tecnología no está todavía disponible*** *para eliminar todos estos isótopos, y es poco probable que eventualmente la eliminación completa de estos isótopos de todos los flujos primarios y secundarios llegue a ser atractiva en términos económicos."*



http://web.mit.edu/nuclearpower/

Retos a superar: Residuos

La separación y transmutación de los residuos no es, previsiblemente, ni económicamente viable, ni aconsejable.

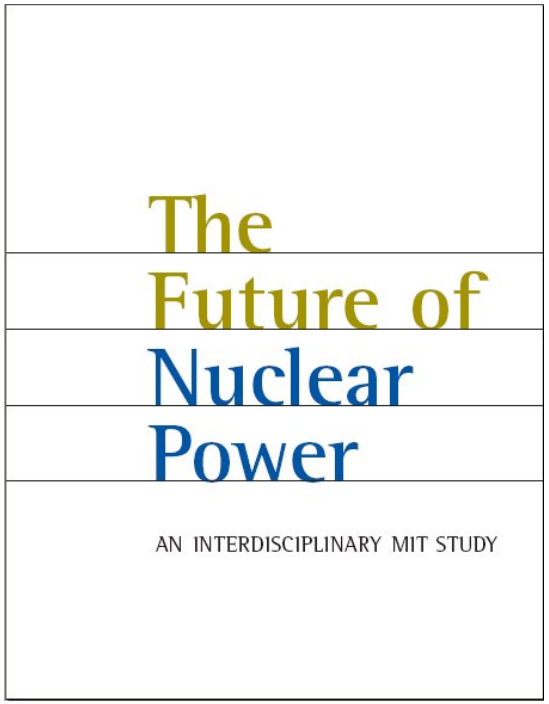
*"El argumento en favor de la partición del combustible gastado para **almacenar por separado** distintas fracciones radioactivas no parece convincente, especialmente teniendo en cuenta los costes adicionales y los riesgos medioambientales a corto y medio plazo asociados a estas actividades.*

*Incluso los esquemas de partición/transmutación más económicos probablemente superarían significativamente los **costes** del ciclo abierto de combustible.*

*El ciclo PUREX/MOX, un ciclo relativamente simple, actualmente en uso en algunos países, **multiplica por 4,5** el coste del combustible*

*Lo máximo que puede razonablemente esperarse de los esquemas de partición y transmutación es una reducción de quizás **dos órdenes de magnitud** del inventario de actínidos a depositar en un AGP . Reducciones equivalentes en el riesgo radiactivo a largo plazo pueden potencialmente conseguirse utilizando entornos geológicos en los que pueda asegurarse un entorno **reductor**. Además, la tecnología de **'deep borehole'** ofrece una perspectiva creíble de reducir los riesgos en varios órdenes de magnitud con respecto a los AGPs.*

*Probablemente, cualquiera de las dos opciones – los AGPs y los deep boreholes –costaría menos y **tardaría menos** en desarrollarse que la partición y la transmutación."*



http://web.mit.edu/nuclearpower/

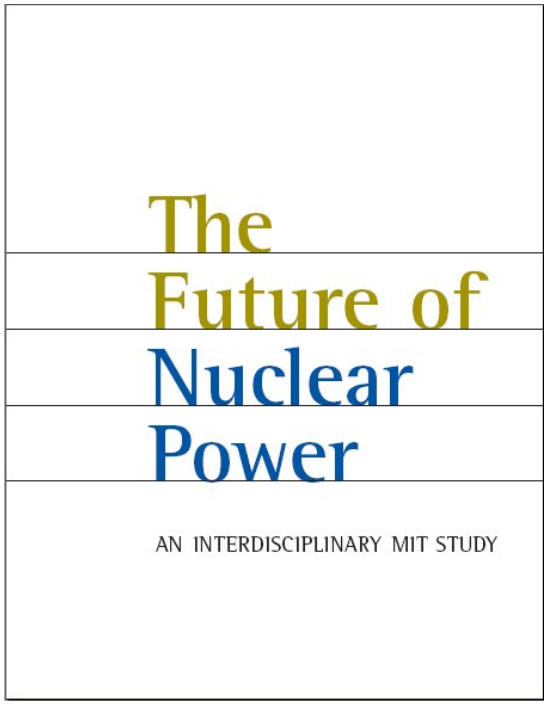
Retos a superar: Residuos

La separación y transmutación de los residuos no es, previsiblemente, ni económicamente viable, ni aconsejable.

"Hay quienes están a favor de la partición y transmutación porque al reducir la vida media de los residuos creen que ello podría ***cambiar la actitud del público*** *con respecto la viabilidad y la aceptación de emplazamientos para el almacenamiento de residuos.*

En nuestra opinión, la oposición a los almacenes de residuos y al transporte de éstos ***no se vería muy influenciada****, incluso si la vida media tóxica pudiera reducirse de cientos de miles de años a cientos de años.*

Nuestro análisis de las alternativas de gestión de residuos nos lleva a la siguiente ***conclusión****: Están potencialmente disponibles mejoras técnicas en la gestión de residuos generados en el ciclo abierto que podrían dar* ***soluciones por lo menos iguales*** *a las que prometen aquellos que defienden ciclos del combustible basados en la partición y la transmutación,* ***con muchos menos riesgos*** *a corto plazo."*



http://web.mit.edu/nuclearpower/

- Llegue o no a ser viable la transmutación, el mayor reto para las autoridades en un escenario de crecimiento nuclear sería **encontrar emplazamientos** adecuados para los AGPs y poner en marcha una gestión eficaz del almacenamiento temporal, el acondicionamiento, el transporte y la ubicación de grandes cantidades de residuos radioactivos.

Retos a superar: Proliferación militar

La energía nuclear arrastra el estigma de su pecado original y difícilmente puede desligarse de lo militar.

- La energía nuclear no debería expandirse a menos que el riesgo de proliferación derivado del ciclo comercial del combustible pueda **reducirse suficientemente**.

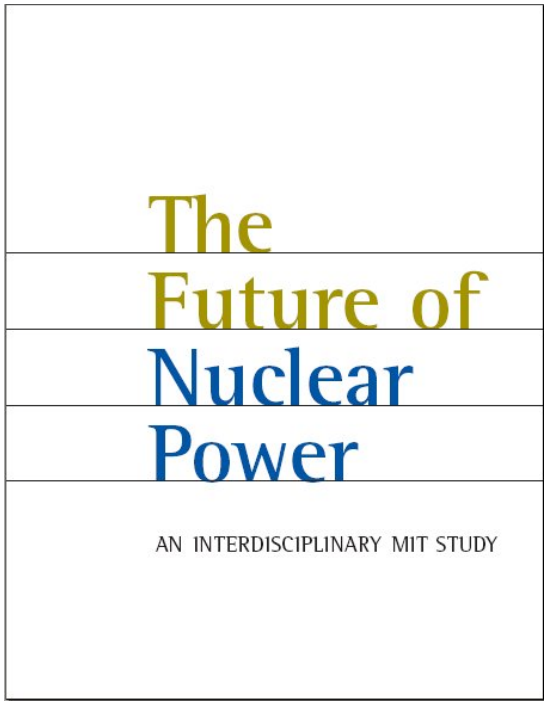
- El objetivo debería ser minimizar los riesgos de **proliferación** conexos a la operativa del ciclo comercial de combustible nuclear.

- Para que pudiera llevarse adelante el programa de 1.000 Gwe con un riesgo aceptable de proliferación, las instalaciones de enriquecimiento y reprocesado deberían **restringirse a unos pocos países**.

- Después del **11-S** (y del **11-M**) ha crecido el temor de que un grupo no estatal pueda hacerse con un explosivo nuclear, por "sucio" o rudimentario que fuera.

- El combustible gastado hasta la fecha contiene más de 1.000 toneladas de **plutonio**, suficientes para más de **25.000** bombas atómicas.

- Los conflictos que se plantean entre el **TNP** y algunos países podrían extenderse en un escenario de crecimiento del parque nuclear.



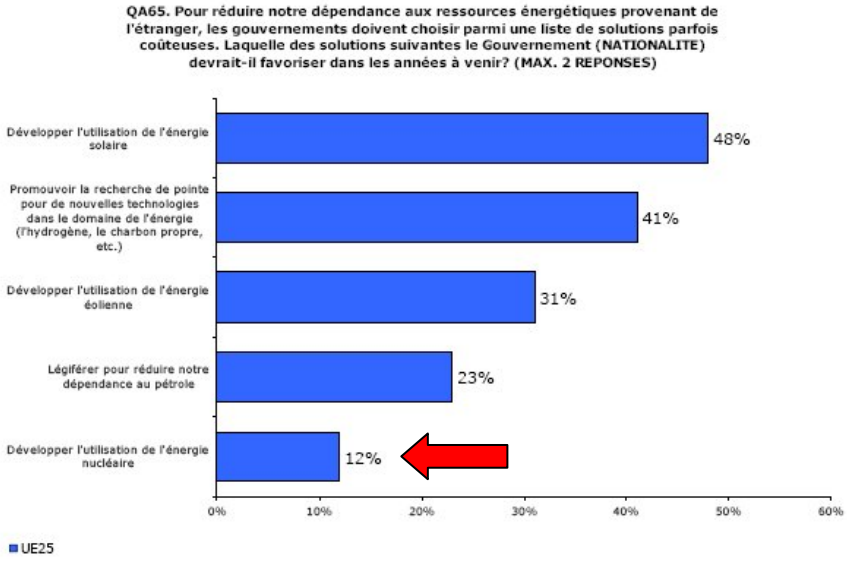
http://web.mit.edu/nuclearpower/

Retos a superar: Percepción Social

La opinión pública europea y española no parece muy predispuesta a una reactivación nuclear.

	Développer l'utilisation de l'énergie nucléaire
UE25 EU25	12%
BE	11%
CZ	17%
DK	4%
D-W	16%
DE	17%
D-E	19%
EE	8%
EL	2%
ES	4%
FR	8%
IE	7%
IT	13%
CY	2%
LV	8%
LT	21%
LU	7%
HU	9%
MT	2%
NL	14%
AT	5%
PL	10%
PT	5%
SI	5%
SK	19%
FI	27%
SE	32%
UK	18%
BG	24%
HR	5%
RO	15%
TR	15%
CY (tcc)	10%

- Según un reciente Eurobarómetro, la opinión pública española es de las más **reacias** a la energía nuclear como solución a los problemas energéticos.
- Basado en **30.000** entrevistas en toda EU25.



http://europa.eu.int/comm/public_opinion/archives/ebs/ebs_247_fr.pdf

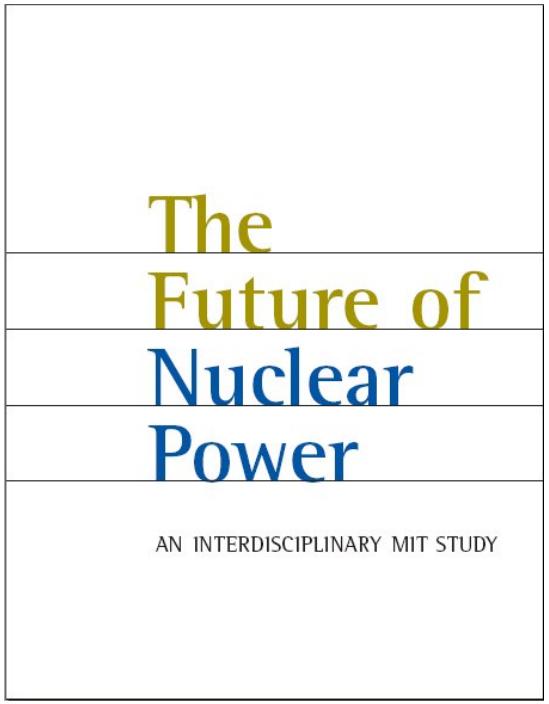
En suma . . .

To preserve the nuclear option for the future requires overcoming the four challenges described above—costs, safety, proliferation, and wastes. These challenges will escalate if a significant number of new nuclear generating plants are built in a growing number of countries. The effort to overcome these challenges, however, is justified only if nuclear power can potentially contribute significantly to reducing global warming, which entails major expansion of nuclear power. In effect, preserving the nuclear option for the future means planning for growth, as well as for a future in which nuclear energy is a competitive, safer, and more secure source of power.

Pág. 3

We have not found, and based on current knowledge do not believe it is realistic to expect, that there are new reactor and fuel cycle technologies that simultaneously overcome the problems of cost, safety, waste, and proliferation.

Pág. 5



http://web.mit.edu/nuclearpower/

Además: Ciclo de combustible

En las próximas décadas lo más viable y aconsejable es no reprocesar el combustible gastado.

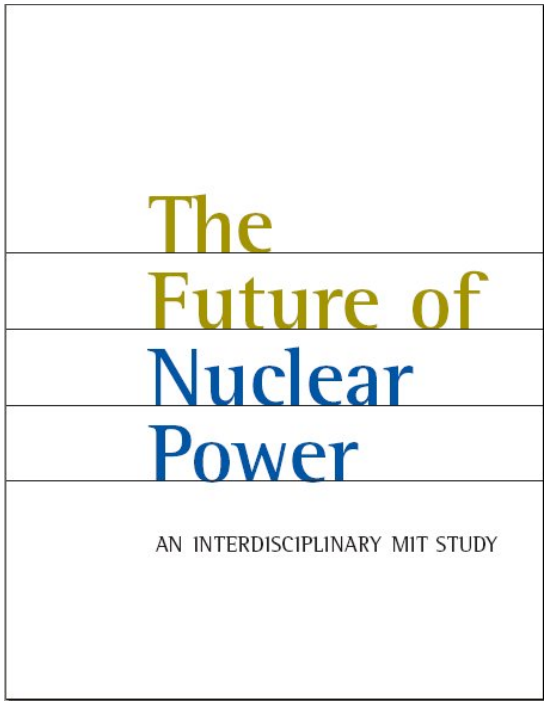
- El ciclo de combustible abierto (***once-through***), sin reprocesamiento, tiene ventajas de coste, no-proliferación y seguridad. La única desventaja es la necesidad del almacenamiento a largo plazo de un gran volumen de residuos.

- El ciclo de combustible que **mejor cumple los criterios** de coste y resistencia a la proliferación es el abierto, con un solo ciclo de utilización del combustible.

- Los ciclos cerrados pueden tener ventajas desde el punto de vista de residuos a largo plazo y, si alguna vez es relevante, para la disponibilidad de uranio. Pero **serán mucho más caros**, por lo menos mientras no escasee el uranio.

- El ciclo abierto sería una opción viable, **suponiendo que hay suficiente uranio** y a un coste razonable para un parque de 1.000-1.500 GWe.

- El reprocesamiento y reciclado en reactores térmicos no sería rentable por lo menos hasta **mediados de siglo**.



http://web.mit.edu/nuclearpower/

Pero, ¿hay disponibilidad de uranio?

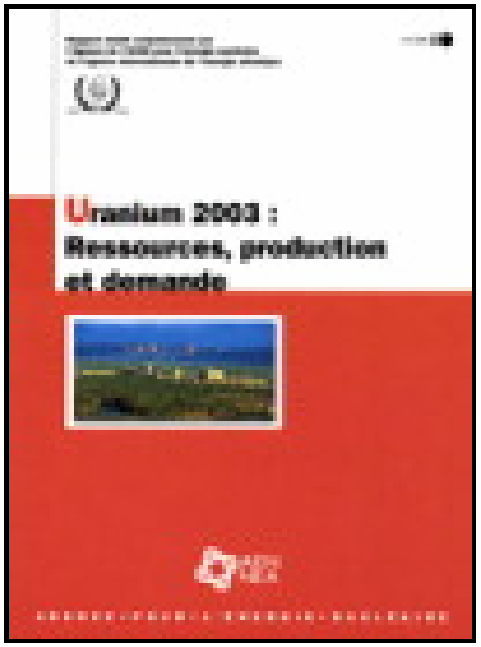
¿Para cuánto tiempo habría suficientes recursos de uranio sin necesidad de acudir al reprocesamiento y a los *breeders*?

- Según el Red Book de la NEA/OCDE los recursos conocidos (*Reasonably Assured Resources*) y recuperables a <80$/kgU y <130$/kgU son de unos **3 y 4 millones de toneladas**, respectivamente.

- Un parque de 1.500 reactores de 1 Gwe funcionando durante 50 años requiere **15 millones de toneladas** de uranio.

MtU	Conventional Resources				Unconventional Resources.
US$/kg U $/lbU308	RAR	Inferred or EAR-1	Hypothetical	Speculatives	
< 40 <15	1,7	0,8	1,5	4,4	Around 15 to 25 Costs unknown
40 – 80 15 - 30	0,8	0,3			
80 – 130 30-50	0,7	0,3	0,8	3.1	
> 130 > 50	?	?			
	3,2	1.4	2.3	7.5	
TOTAL	4,6	14.4	9,8		15 – 25

Fuente: Red Book, NEA/OCDE-IAEA, 2003



Previsiones de disponibilidad de uranio

¿Cuál es el escenario previsible del mercado de uranio?

- Se prevé una **escasez de uranio en los próximos años**, incluso para un parque ligeramente superior al actual.

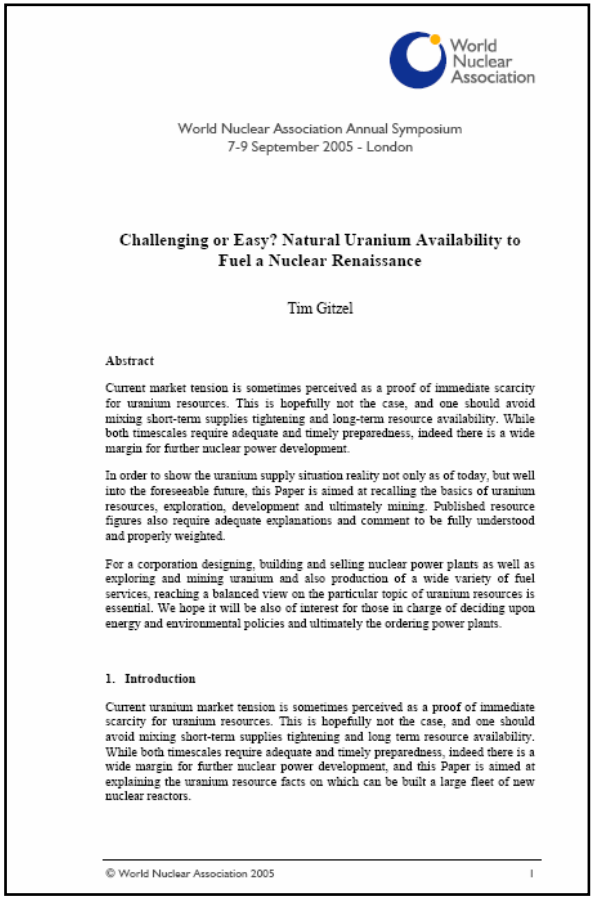
Oferta y Demanda Mundial de Uranio (Toneladas de Uranio)

	2004	2005	2006	2007	2010	2015
Demanda	**66.658**	**68.400**	**69.600**	**70.800**	**74.800**	**79.400**
Oferta						
Uranio militar	10.700	10.600	10.700	11.100	12.400	
Stocks DOE	385	1.192	1192	1.192	2.154	2.346
Stocks comerciales	7.876	7.000	7.000			
Stocks Rusia	2.900	3.500	3.800	3.900		
MOX	2.500	2.500	2.600	2.800	3.000	3.600
Uranio reprocesado	1.500	1.500	1.700	1.700	2.000	2.000
Reaprovechamiento de colas	4.250	3.650	3.300	3.000	1.500	
Producción minera	36.263	36.575	36.094	42.286	48.014	50.321
TOTAL	**66.374**	**66.517**	**66.386**	**65.978**	**69.068**	**58.267**
Déficit	-284	-1.883	-3.214	-4.822	-5.732	-21.133

Fuente: Moukhtar Dzhakishev, World Nuclear Association Annual Symposium, Londres 2004

- Tim Gitzel, Vicepresidente Ejecutivo de Minería, AREVA. (*WNA Symposium, Sept. 2005)*:

> *"Doblar los precios **sólo ha producido un 43% de incremento** de los recursos (RAR), en contra de estimaciones optimistas que predecían un 1000%."*
>
> *"El intervalo entre una señal del mercado y la respuesta en suministros es de un **mínimo de 20 años** y es **incompresible**."*



World Nuclear Association

World Nuclear Association Annual Symposium
7-9 September 2005 - London

Challenging or Easy? Natural Uranium Availability to Fuel a Nuclear Renaissance

Tim Gitzel

Abstract

Current market tension is sometimes perceived as a proof of immediate scarcity for uranium resources. This is hopefully not the case, and one should avoid mixing short-term supplies tightening and long-term resource availability. While both timescales require adequate and timely preparedness, indeed there is a wide margin for further nuclear power development.

In order to show the uranium supply situation reality not only as of today, but well into the foreseeable future, this Paper is aimed at recalling the basics of uranium resources, exploration, development and ultimately mining. Published resource figures also require adequate explanations and comment to be fully understood and properly weighted.

For a corporation designing, building and selling nuclear power plants as well as exploring and mining uranium and also production of a wide variety of fuel services, reaching a balanced view on the particular topic of uranium resources is essential. We hope it will be also of interest for those in charge of deciding upon energy and environmental policies and ultimately the ordering power plants.

1. Introduction

Current uranium market tension is sometimes perceived as a proof of immediate scarcity for uranium resources. This is hopefully not the case, and one should avoid mixing short-term supplies tightening and long term resource availability. While both timescales require adequate and timely preparedness, indeed there is a wide margin for further nuclear power development, and this Paper is aimed at explaining the uranium resource facts on which can be built a large fleet of new nuclear reactors.

© World Nuclear Association 2005 1

http://www.world-nuclear.org

Y, ¿a qué coste monetario y energético?

¿Qué pasa con el precio del uranio?

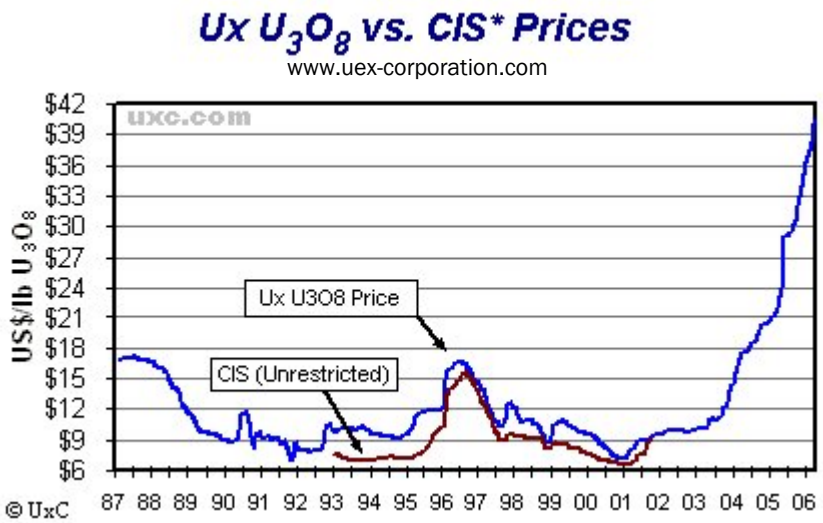
- Los autores **suponían** que si los precios de uranio pasaban de los 30$/kgU (precio 2003) a 60$/kg se multiplicarían por diez los recursos recuperables a < 80$/kgU.

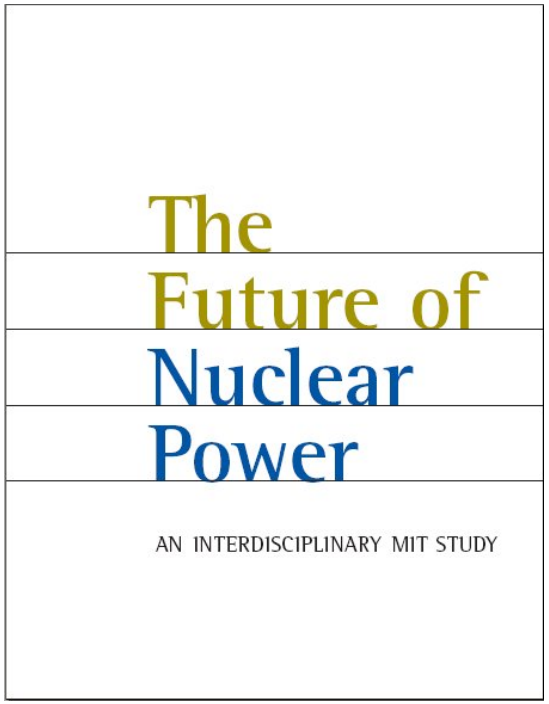
- El precio actual es de **104 $/kgU** y sin embargo la producción no levanta cabeza y las reservas tampoco.

40$/lb U_3O_8

=

104$/kgU





http://web.mit.edu/nuclearpower/

- El precio del uranio **sigue al del petróleo** por la gran cantidad de energía fósil que se consume en las minas.

¿Y los breeders?

Box 2

The safety/cost trap

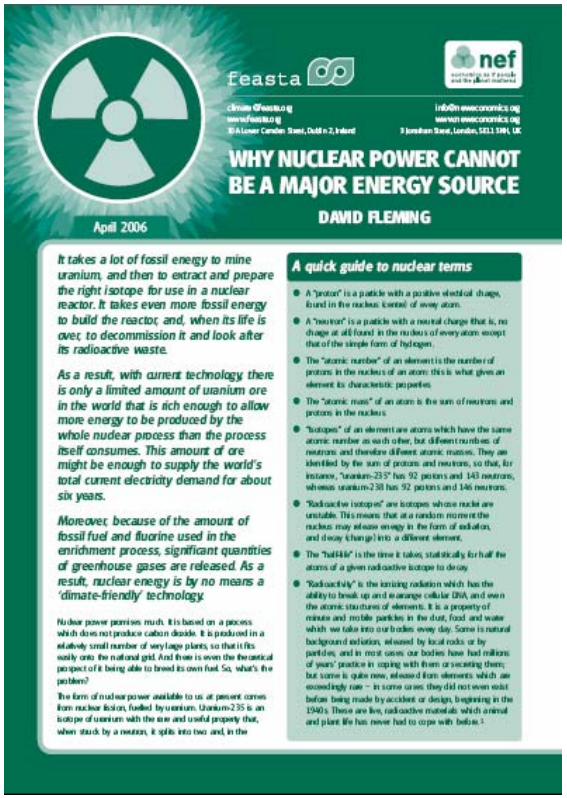
The complexity of in-depth defence against accident can make the system impossible

There is a systemic problem with the design of breeder reactors. The consequences of accidents are so severe that the possibility has to be practically ruled out under all circumstances. This means that the defence-in-depth systems have to be extremely complex, and this in turn means that the installation has to be large enough to derive economies of scale – otherwise it would be hopelessly uneconomic. However, that means that no confinement dome, on any acceptable design criterion, can be built on a scale and structural strength to withstand a major accident. And that in turn means that the defence-in-depth systems have to be even more complex, which in turn means that they becomes even more problem-prone than the device they were meant to protect.

A study for the nuclear industry in Japan concludes: "A successful commercial breeder reactor must have three attributes: it must breed, it must be economical, and it must be safe. Although any one or two of these attributes can be achieved in isolation by proper design, the laws of physics apparently make it impossible to achieve all three simultaneously, no matter how clever the design."[23]

http://www.nautilus.org/archives/papers/energy/LidskyPARES.pdf

- **Superphénix** francés (1.200 MWe): clausurado en 1994, después de 9 años en explotación y sólo 10 meses acoplado a la red. Experimento que ha costado 11.000 millones de euros.
- **Monju** japonés (280 MWe): operó un año y medio y ha estado parado desde Diciembre de 1995, después de que se incendiara una fuga de sodio del circuito refrigerador, antes de llegar a su potencia nominal y sin haber producido un solo kWh.
- **BN-600** ruso (600 Mwe): En funcionamiento desde 1981, pero que se sepa no tiene un *breeding ratio* > 1. Utiliza MOX.
- **Generation IV** : ¿quizás para 2040?



http://www.feasta.org/documents/energy/nuclear_power.pdf

¿Cuánto ahorraríamos en emisiones?

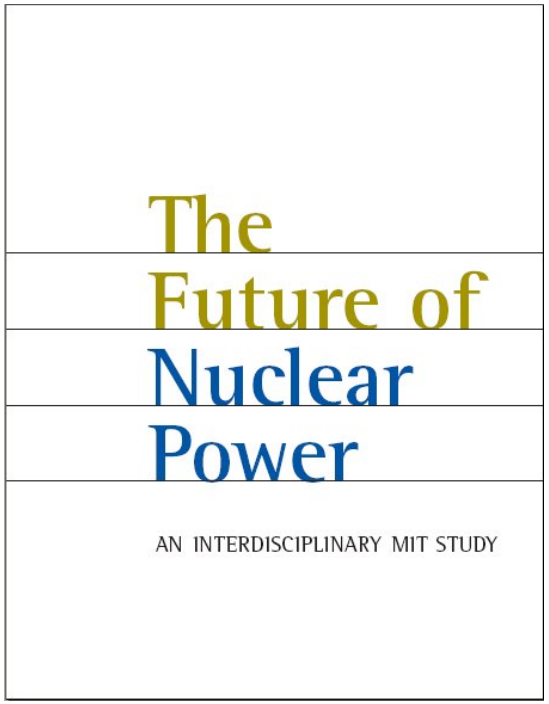
El principal argumento a favor de la reactivación nuclear es que se trata de un fuente de electricidad que genera pocas emisiones.

- El **consenso científico** sobre los riesgos que comporta un incremento continuado de las emisiones es prácticamente absoluto y las evidencias son cada día más sólidas.

- Si no queremos sobrepasar el doble de las concentraciones pre-industriales, las **emisiones** del siglo XXI deben limitarse a la mitad de las esperadas en el escenario 'business-as-usual'. Es decir, las emisiones anuales deben quedar **por debajo de las del año 2000**.

- Los 1.000 GWe postulados **ahorrarían 800 millones de toneladas** anuales de carbono si desplazaran centrales de gas, **o 1.800 millones** si sustituyeran a centrales de carbón, suponiendo que no se secuestrara el CO_2.

- Es decir, **triplicar el parque nuclear actual, sólo eliminaría entre un 15 y un 25% del incremento de emisiones** previsto o, lo que es lo mismo, **entre un 8 y un 13% del total** previsto para 2050.



http://web.mit.edu/nuclearpower/

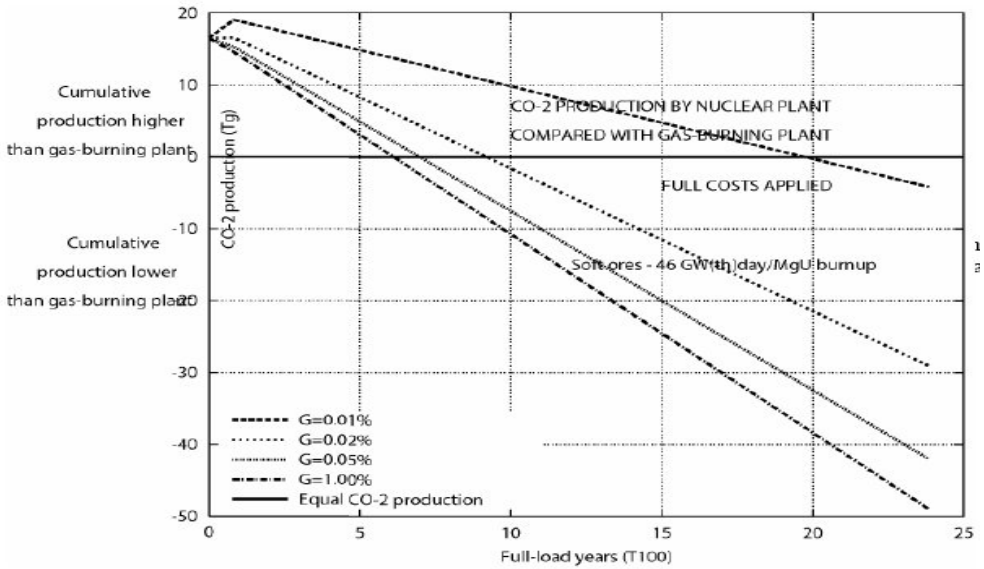
¿Cuanto se ahorraría en emisiones?

Y eso siendo muy, muy optimistas . . .

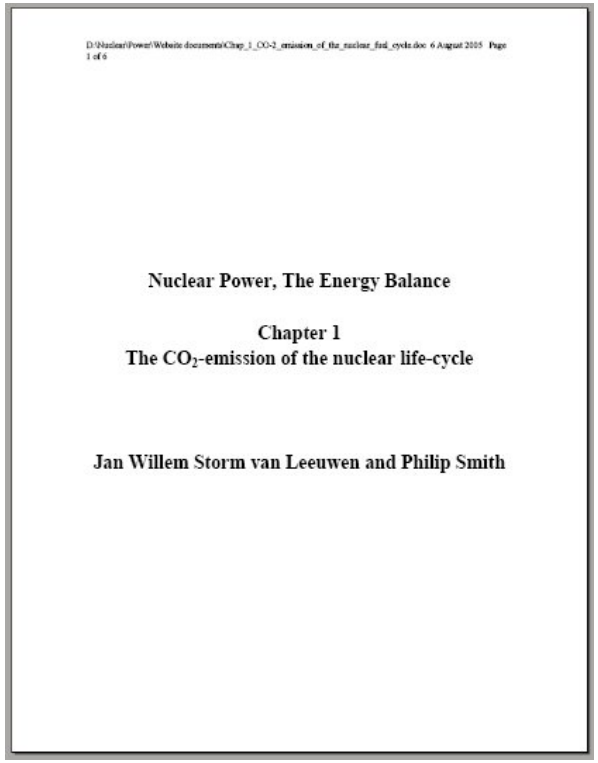
- Estos cálculos suponen que la electricidad de origen nuclear no comporta emisiones, lo cual es cierto en la **fase de generación**, pero no así en el **ciclo de vida** completo: construcción, combustible, desmantelamiento, etc.

- La principal fuente de emisiones asignables a la energía nuclear son los procesos de extracción, triturado, transporte y enriquecimiento del uranio. El volumen de estas emisiones depende, fundamentalmente, de la **mena del mineral**, y de si se trata de un mineral arenisco o de roca dura.

- No se incluyen tampoco el freón ni los compuestos halogenados y disolventes varios que se utilizan en el proceso de enriquecimiento (**potentes GEI**).



Para minas con mena inferior al 0,01% (areniscas) o al 0,02% (roca dura) **se genera más** CO2 del que luego se ahorra.



Nuclear Power, The Energy Balance

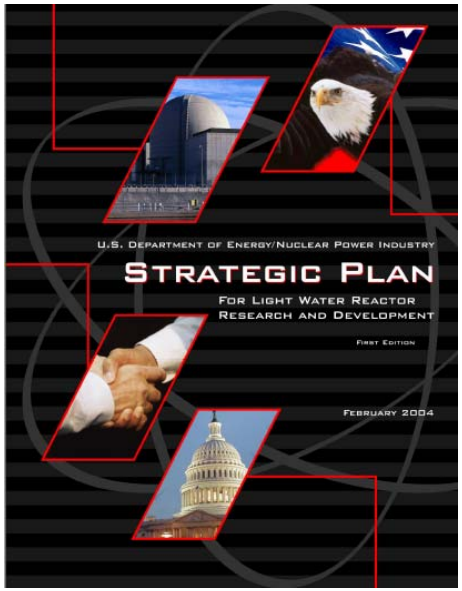
Chapter 1
The CO_2-emission of the nuclear life-cycle

Jan Willem Storm van Leeuwen and Philip Smith

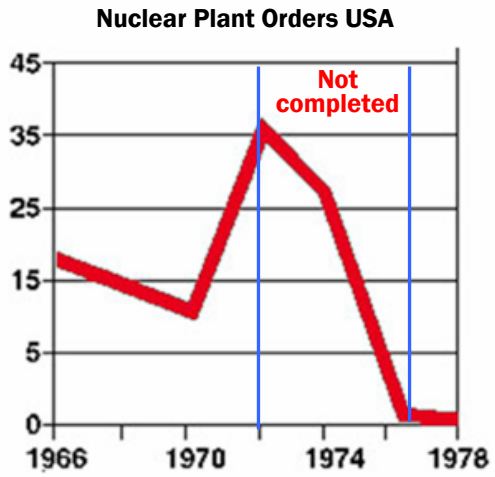
http://www.stormsmith.nl/

¿Son una respuesta al precio del petróleo?

No fue ni el accidente de TMI (1979) ni el movimiento ecologista lo que detuvo el desarrollo nuclear: fue la crisis del petróleo de 1973.



http://gen-iv.ne.doe.gov/documents/Strategic_Plan_2_20_Print.pdf



It is a myth that the accident at Three Mile Island in 1979 caused the demise of the nuclear industry. As can be seen here, the number of new nuclear plants ordered reached a high of 35 in 1972, and then collapsed to zero after the "oil crisis" of 1973.

Source: Atomic Industrial Forum

... not a single nuclear power plant has been ordered by an electric utility in the United States since 1978, and no plant ordered after 1973 has been completed.[4]

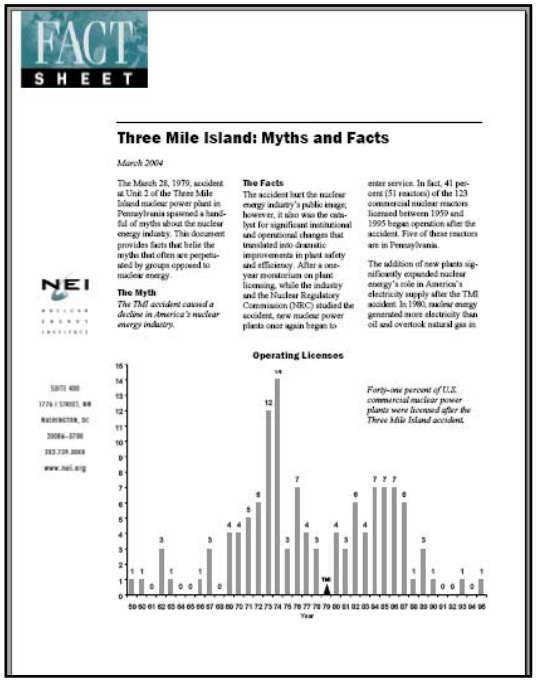
pág.4

4. IEA, Nuclear Power in the OECD, Pág. 132, 2001

http://www.21stcenturysciencetech.com/articles/spring01/nuclear_power.html

¿Por qué no son una respuesta al precio del petróleo?

El coste del kWh nuclear es, esencialmente, un coste financiero.


FACT SHEET

Three Mile Island: Myths and Facts

March 2004

The March 28, 1979, accident at Unit 2 of the Three Mile Island nuclear power plant in Pennsylvania spawned a handful of myths about the nuclear energy industry. This document provides facts that belie the myths that often are perpetuated by groups opposed to nuclear energy.

The Myth

The TMI accident caused a decline in America's nuclear energy industry.

The Facts

The accident hurt the nuclear energy industry's public image; however, it also was the catalyst for significant institutional and operational changes that translated into dramatic improvements in plant safety and efficiency. After a one-year moratorium on plant licensing, while the industry and the Nuclear Regulatory Commission (NRC) studied the accident, new nuclear power plants once again began to enter service. In fact, 41 percent (51 reactors) of the 123 commercial nuclear reactors licensed between 1959 and 1995 began operation after the accident. Five of these reactors are in Pennsylvania.

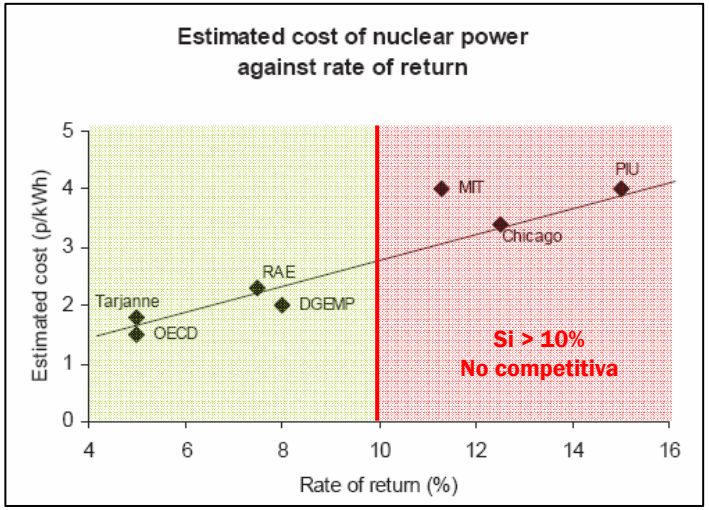
The addition of new plants significantly expanded nuclear energy's role in America's electricity supply after the TMI accident. In 1980, nuclear energy generated more electricity than oil and overtook natural gas in

NEI

Operating Licenses

Forty-one percent of U.S. commercial nuclear power plants were licensed after the Three Mile Island accident.

Most plant cancellations can be traced to the 1973 oil embargo, which led to high interest rates and low economic growth—and in turn halved growth in electricity demand from an average annual increase of 7 percent to less than 3 percent.



http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200506/cmselect/cmenvaud/584/584i.pdf

- Previsiblemente, la nueva fase de incremento de precios del petróleo eventualmente producirá una ola de **inflación** y con ello una **subida de los intereses** (FMI, *World Economic Outlook*, Abril 2006), y seguramente una **recesión** mundial con la correspondiente **caída de la demanda** eléctrica.

- No se debe caer en la tentación - o en la **trampa** - de comparar costes nucleares a precios energéticos y financieros **actuales** con los de las demás alternativas a costes **futuros**.

http://www.nei.org/documents/Fact%20Sheet_Three%20Mile%20Island%20Myths%20and%20Facts_0304.pdf

¿Quién financiaría las nucleares?

NUCLEAR ENGINEERING INTERNATIONAL

How can new nuclear power plants be financed?

01 September 2005

It is clear that financing new nuclear build in the financial markets will prove very challenging. Nuclear has a bad reputation there, with memories of the cost overruns of plants in the 1970s and 1980s still strong, with the attendant power utility 'stranded costs' – those investment costs never likely to be repaid by future electricity sales. There is a general perception that nuclear has not yet cleaned up its act – the recent problems at British Energy (although caused mainly by power market reforms) have caused further image problems for the industry. Financiers are loath to invest equity in new nuclear build, while loan finance is likely to come only with a hefty risk premium, such that the economics of new plants may not work out. (In general, financing needs to be available at under 10% to make new nuclear build work economically.)

Credit risk still high for nuclear plants: S&P report

11 January 2006

Credit ratings agency Standard & Poor's (S&P) has released a new research report, *Credit Aspects of North American and European Nuclear Power*, in which it suggests that nuclear generation carries the highest business risk when compared with other forms of commercial power generation.

The New York Times

aeren

Interest in Reactors Builds, But Industry Is Still Cautious

By MATTHEW L. WALD (NYT) 1538 words
Published: May 2, 2005

WASHINGTON, April 30 - President Bush may be cheerleading for nuclear power, but the electric industry is not ready to order new reactors.

Dominion, an energy company based in Richmond, is also applying to have a site approved for a new reactor. But Thomas E. Capps, the chairman and chief executive, said in a telephone interview, "We aren't going to build a nuclear plant anytime soon.

"Standard & Poor's and Moody's would have a heart attack," said Mr. Capps, referring to the debt-rating agencies. "And my chief financial officer would, too."

Mr. Capps said substantial government aid would be needed, perhaps to pay the interest costs during construction, which could take six and a half years.

Some experts also think a revival is much further away. Peter Bradford, a former member of the Nuclear Regulatory Commission and the former head of the public service commissions in New York and Maine, said that in the last 20 years, predictions of a revival had "rivalled -- in frequency and in accuracy -- forecasts of the second coming of the messiah." But the technology is still uneconomic, he said.

And there is still the risk of accidents, which could devastate the industry even if no one outside a plant was harmed.

"The abiding lesson that Three Mile Island taught Wall Street was that a group of N.R.C.-licensed reactor operators, as good as any others, could turn a $2 billion asset into a $1 billion cleanup job in about 90 minutes," Mr. Bradford said in an interview conducted by e-mail.

Hay quien parece opinar lo mismo . . .

La Razón, 25 de Abril de 2006

"Creo que en España lo que tendremos que hacer, más pronto que tarde es construir centrales nucleares.

La opción nuclear **no es una opción de empresas**. **Es una opción de país**. [Y] si se quiere que se hagan instalaciones nucleares [...] la sociedad española tendrá que establecer los **mecanismos de pago, de seguridad jurídica [y] de compensación de esas decisiones**."

El Nuevo Lunes, 5/12/2005

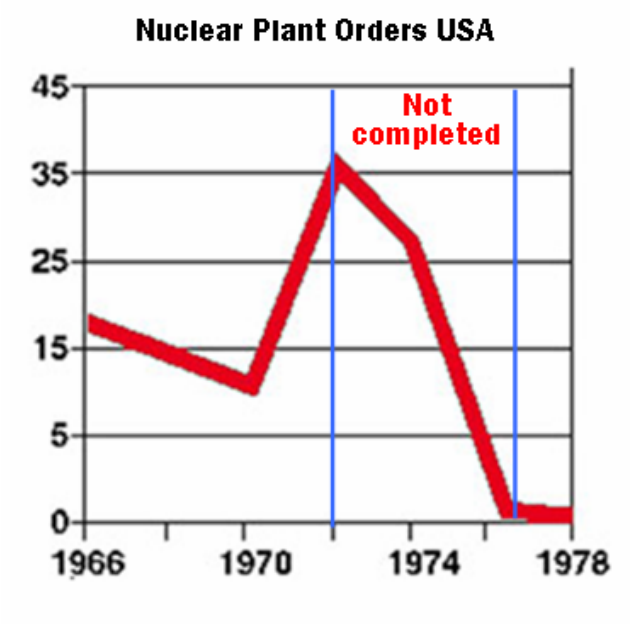
No se considera necesario que el Estado se reserve para sí el ejercicio de ninguna de las actividades que integran el suministro eléctrico. Así, se abandona la noción de servicio público ...

En la generación de energía eléctrica, se reconoce el derecho a la **libre instalación** y se organiza su funcionamiento bajo el principio de **libre competencia**.

Ley 54/1997, de 27 de noviembre del Sector Eléctrico

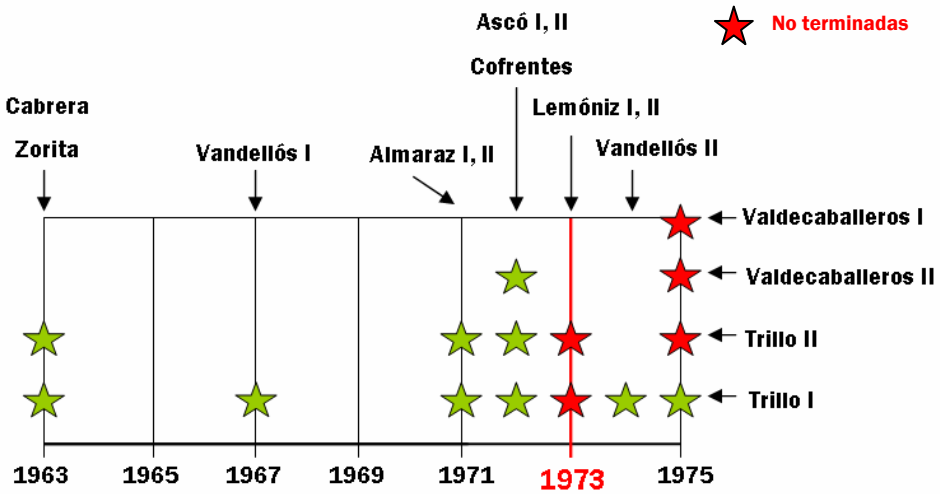
¿Queremos volver a repetir una nueva “moratoria”?

En España la crisis del petróleo tuvo el mismo efecto que en EE.UU.



not a single nuclear power plant has been ordered by an electric utility in the United States since 1978, and no plant ordered after 1973 has been completed.[4]

Pedidos de centrales nucleares España



Debido a circunstancias de todos conocidas, se clausuró Lemóniz en lugar de Vandellós II y Trillo I

“El 6 de Mayo de 1983, el gobierno del PSOE firmó el Protocolo de Acuerdo de las Empresas Eléctricas … se introdujo y se valoró todo el sistema de bonificaciones … y se decidió que el 50% de aumento en las tarifas se habría de dedicar al **saneamiento financiero del sector que, sencillamente, estaba quebrado**.”

Carlos Solchaga, El Siglo, 25/9/2005

Recapitulemos . . .

- "If current policies continue, nuclear power is **likely to decline** gradually and **conceivably dissapear** in this century from the world's electricity supply portfolio." (p.17)

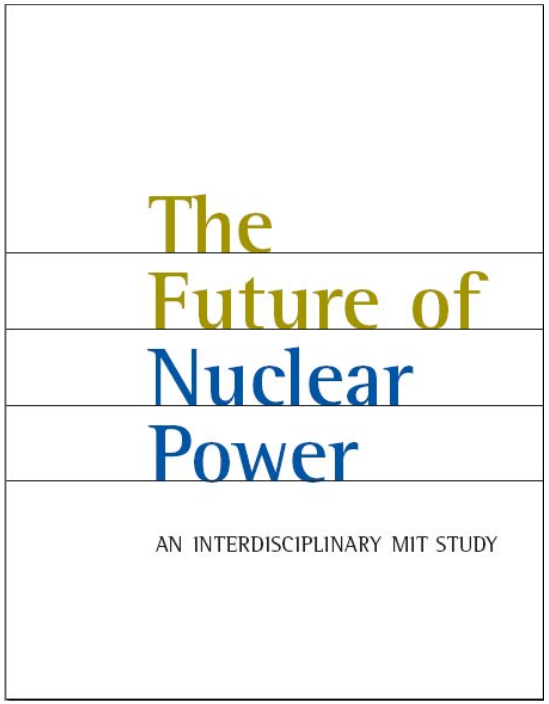
- "From a public policy perspective, the scenarios that merit analysis are either a **large-scale deployment or** a **phase out** of nuclear power over the next half-century." (p.25)

- "To preserve the nuclear option for the future requires **overcoming four challenges**: cost, safety, proliferation and wastes. (p.3)

- "We **have not found**, and based on current knowledge **do not believe** it is realistic to expect, that **there are new** reactor and fuel cycle technologies that **simultaneously overcome the problems** of cost, safety, waste, and proliferation." (p.5)

- "Given this difficulties, **it is fair to ask** whether nuclear energy **can ever** recapture its attractiveness as a major energy supply option." (p.23)

- "The difficulties facing nuclear power should not, at this time, rule it out as one of a small number of options that **may be attractive to exercise in the future**. Whether it is an option that will eventually be exercised will depend on **many unknown contingencies**." (p.23)



http://web.mit.edu/nuclearpower/

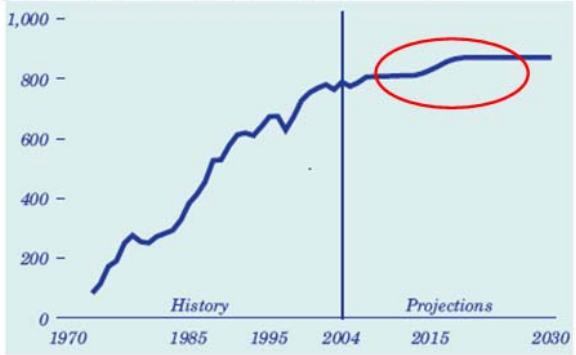
Preguntémonos . . .

- A la vista de los datos, argumentos y opiniones presentados, ¿**es razonable** esperar un **programa mundial significativo** de construcciones nucleares en los próximos 25 años?

  - ¿Por qué el *Annual Energy Outlook 2006* de la EIA/DOE **prevé que sólo** se construyan 6 nuevas centrales en EE.UU. en los próximos 25 años, incluso después del plan de apoyo de la industria nuclear de George W. Bush (6.000 millones de dólares)?

  - ¿Por qué **se reduce** en más de un 40% el presupuesto estadounidense asignado a la **IV Generación** y se prioriza el VHTR, un tipo de reactor no específicamente pensado para generación eléctrica?

Figure 59. Electricity generation from nuclear power, 1973-2030 (billion kilowatthours)



In the *AEO2006* reference case, nuclear capacity increases from 99.6 gigawatts in 2004 to 108.8 gigawatts in 2030. The increase includes 6.0 gigawatts of capacity at new plants stimulated by EPACT2005 tax incentives and 3.2 gigawatts of capacity expansion at existing plants.

http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/pdf/0383(2006).pdf

(pág.79)

Program Budget
Generation IV
($ in Millions)

FY 2006 Adj. Approp.	FY 2007 Request
$54.5	$31.4

Visit our web site: *nuclear.gov*

Generation IV Nuclear Energy Systems Initiative
Office of Nuclear Energy
U.S. Department of Energy
January 2006

Preguntémonos . . .

- ¿Por qué la industria nuclear y las eléctricas españolas **no proponen** un programa de sustitución y ampliación?

- ¿Por qué, en cambio, tienen planes para **aumentar** de las centrales de **gas** en **40 GWe** (más del 50% de la capacidad total actual)?

- ¿Qué sentido tendría **prolongar** la vida de unas centrales **obsoletas**, cada vez más **inseguras** y, previsiblemente, con tasas de **disponibilidad decrecientes**, si pareciera confirmarse que ese programa masivo no se dará, y si tampoco nosotros estamos dispuestos a lanzar un **programa de sustitución y ampliación** del parque, que habría de iniciarse en la próxima década?

- ¿Que pasaría cuando **hubiera que cerrarlas**, si no prevemos su sustitución por otras fuentes?

- ¿Qué sentido tendría **sustituir** las centrales actuales y quizás **construir una o dos** más?

- ¿Resolvería eso el **grave problema** que tenemos de emisiones de GEI?

Preguntémonos . . .

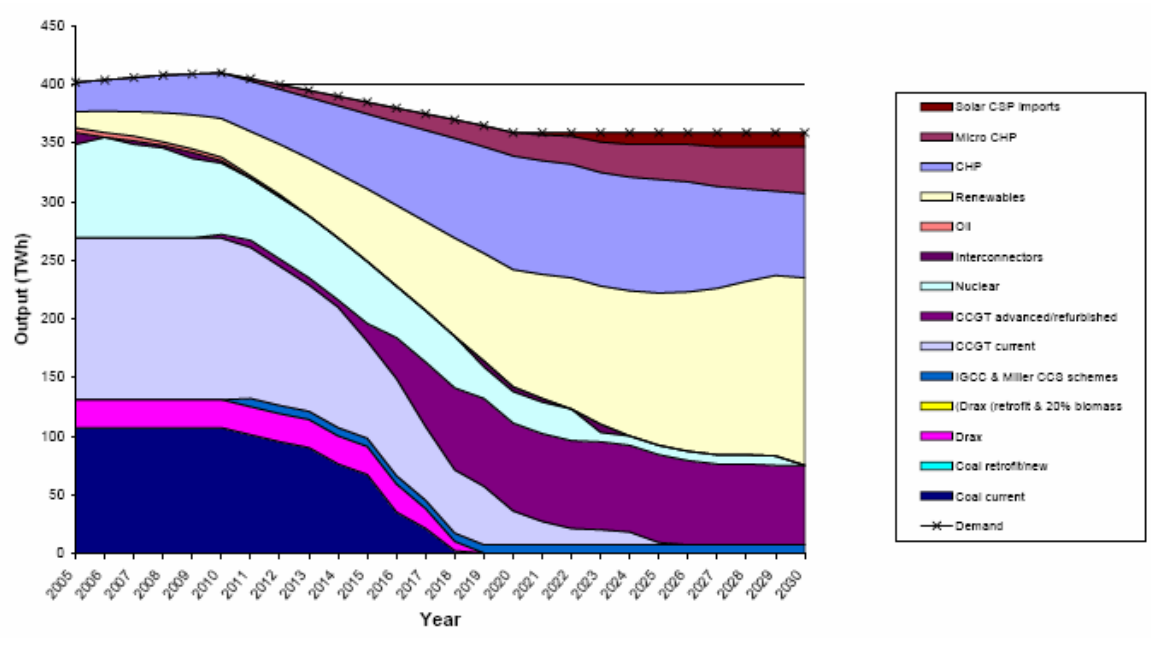
Por un elemental **principio de prudencia**, ¿no parece más racional pensar que de todas formas **habrá que clausurar** estas centrales, mucho antes de que eventualmente esté disponible la Generación IV, y **planificar** por ello un **cierre ordenado** y compatible con un amplio y decidido desarrollo de las **renovables**, cubriendo el gap con **gas**, al tiempo que vamos aplicando importantes medidas de **eficiencia y ahorro energético,** y vamos acercando los precios energéticos a su verdadero valor?

Si luego resulta que en el 2040 está disponible la IV Generación y cumple todo lo que promete, **tiempo habrá** de retomar la senda de los consumos crecientes.

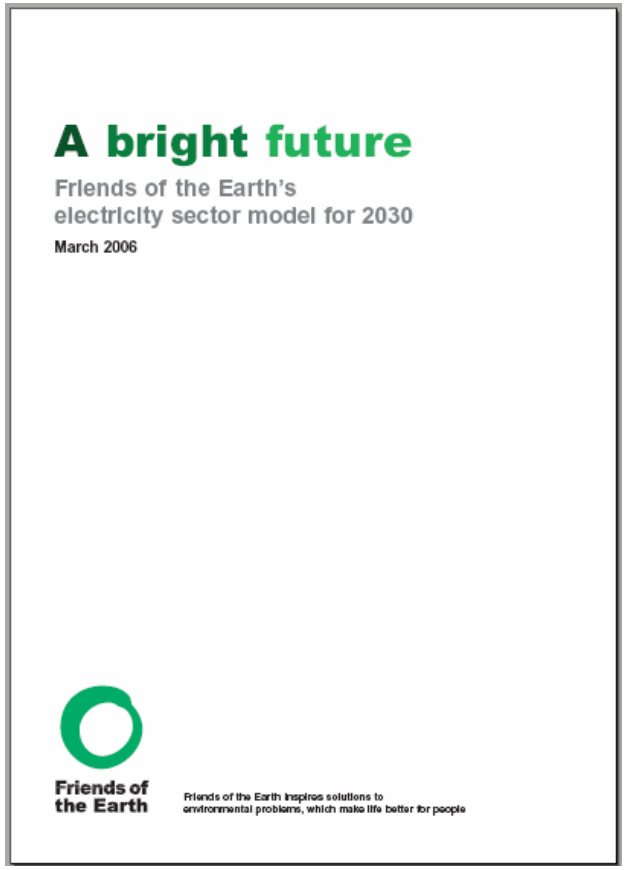
Y si no es así, por lo menos algo habremos avanzado en la senda de la sostenibilidad energética.

Tengamos el valor de . . .

Plantear un escenario de transición energética que combine una reducción del consumo y una sustitución progresiva de la energía nuclear por una combinación de otras tecnologías de generación, con un incremento notable de las energías renovables.



Escenario "good mix", http://www.foe.co.uk/resource/evidence/bright_future_data.pdf



Apéndice: El debate en Gran Bretaña

House of Commons

Environmental Audit Committee

Keeping the lights on: Nuclear, Renewables and Climate Change

Sixth Report of Session 2005–06

Volume I

Report, and oral evidence together with formal minutes.

Ordered by The House of Commons to be printed Tuesday 28 March 2006

HC 584-I
Published on Sunday 16 April 2006
by authority of the House of Commons
London: The Stationery Office Limited
£0.00

The Environmental Audit Committee

The Environmental Audit Committee is appointed by the House of Commons to consider to what extent the policies and programmes of government departments and non-departmental public bodies contribute to environmental protection and sustainable development; to audit their performance against such targets as may be set for them by Her Majesty's Ministers; and to report thereon to the House.

Current membership

Mr Tim Yeo MP (Conservative, *South Suffolk*) (Chairman)
Ms Celia Barlow, MP (Labour, *Hove*)
Mr Martin Caton, MP (Labour, *Gower*)
Mr Colin Challen, MP (Labour, *Morley and Rothwell*)
Mr David Chaytor, MP (Labour, *Bury North*)
Ms Lynne Featherstone, MP (Liberal Democrat, *Hornsey and Wood Green*)
Mr David Howarth, MP (Liberal Democrat, *Cambridge*)
Mr Nick Hurd, MP (Conservative, *Ruislip Northwood*)
Mr Elliot Morley MP (Labour, *Scunthorpe*) (*ex-officio*)
Mr Mark Pritchard, MP (Conservative, *Wrekin, The*)
Mrs Linda Riordan, MP (Labour, *Halifax*)
Mr Graham Stuart, MP (Conservative, *Beverley & Holderness*)
Ms Emily Thornberry, MP (Labour, *Islington South & Finsbury*)
Dr Desmond Turner, MP (Labour, *Brighton, Kempton*)
Mr Ed Vaizey, MP (Conservative, *Wantage*)
Joan Walley MP (Labour, *Stoke-on-Trent North*)

Powers

The constitution and powers are set out in House of Commons Standing Orders, principally Standing Order No. 152A. These are available on the Internet via www.parliament.uk.

Publication

The Reports and evidence of the Committee are published by The Stationery Office by Order of the House. All publications of the Committee (including press notices) are on the Internet at: www.parliament.uk/parliamentary_committees/environmental_audit_committee.cfm.

A list of Reports of the Committee in the present Parliament is at the back of this volume.

Committee staff

The current staff of the Committee are: Mike Hennessy (Clerk); Lynne Spiers (Second Clerk); Eric Lewis (Committee Specialist); Elena Aras (Committee Specialist); Richard Douglas (Committee Specialist); Louise Combs (Committee Assistant); Caroline McElwee (Secretary); and Robert Long (Senior Office Clerk).

Contacts

All correspondence should be addressed to The Clerk, Environmental Audit Committee, Committee Office, 7 Millbank, London SW1P 3JA. The telephone number for general inquiries is: 020 7219 6150; the Committee's e-mail address is: eacom@parliament.uk

References

In the footnotes of this Report, references to oral evidence are indicated by 'Q' followed by the question number. References to written evidence are indicated by page number as in 'Ev12'. number HC *-II refers to written evidence printed in Volume II, serial number HC *-II]

http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200506/cmselect/cmenvaud/584/584i.pdf

House of Commons, UK

Executive Summary

1. By 2016, it is likely that between 15 and 20GW of electricity generating plant will be decommissioned. This amounts to nearly a quarter of total UK generating capacity. Over the next 9 years, therefore, very substantial investment in new generating capacity and energy efficiency will be required if the lights are to stay on—even in the absence of demand growth. Further substantial investment on a comparable scale may be required in the following decade.

2. At the same time, the UK is facing the unprecedented challenge of achieving radical reductions in carbon emissions in an effort to combat global warming—as reflected in the difficulty of achieving the UK 2010 carbon reduction target. The electricity generating sector accounts for nearly a third of total emissions and it will therefore need to play a significant role in achieving such reductions, and indeed the achievement of the 2050 target will depend heavily on the nature of investment in generating capacity over the next two decades. The Energy White Paper of 2003 addressed the need for carbon reductions across the economy but did not set specific targets for the generating sector. However, it endorsed the view set out in the Performance and Innovation Unit (PIU) report that new gas-fired plant, renewables and energy efficiency could make up for the potential generating gap.

3. Over the next ten years, nuclear power cannot contribute either to the need for more generating capacity or to carbon reductions as it simply could not be built in time. The potential generating gap during this period will need to be filled—largely by an extensive programme of new gas-fired power stations, supplemented by a significant growth in renewables. Contrary to popular belief, a further 'dash for gas' would result in significant carbon savings. Moreover, it is not clear how much effect the replacement of older coal and nuclear plant by gas will have on the security of total electricity supplies, as we will in any case become highly dependent on foreign imports of fossil fuels for our total energy requirements—including over twice as much natural gas for industrial and domestic uses as we use for electricity generation.

4. By 2016 at the latest, substantial further investment in generating capacity will be needed, and there are a number of different lower-carbon technologies which could contribute on a large scale—including renewables, microgeneration, offshore wind, nuclear, and carbon capture and storage. But there is substantial evidence to show that progress in deploying key technologies—in particular carbon capture and storage, off-shore wind, and microgeneration—is inadequate. The real issue which the Government is failing to address is whether the policy and regulatory framework in place is sufficient to stimulate the growth of lower-carbon generation on the scale required.

5. All lower-carbon generating technologies are more expensive than coal and gas, and will require a long-term funding framework in order to reduce investment risk and ensure that the necessary investment takes place. The current highly liberalised UK electricity market structure is too short term and fails to provide such a framework. Indeed, it is not clear whether it will even ensure that enough investment takes place to keep the lights on by 2016. There are a number of options open to the Government to address this—including the introduction of some form of capacity payment, the development of low-carbon generation contracts, and the modification of the Renewables Obligation to provide a range of incentives for different technologies. The Government will need to consider what changes to the market structure are required as part of the Energy Review.

6. Nuclear power raises a variety of issues which would need to be satisfactorily resolved before any decision to go ahead is taken. These include long-term waste disposal, public acceptability, the availability of uranium, and the carbon emissions associated with nuclear. There are also serious concerns relating to safety, the threat of terrorism, and the proliferation of nuclear power across the world. Moreover, given the fact that substantial changes in the relative cost of energy technologies are likely to occur over the next 20 to 30 years, it is by no means clear whether investors will wish to commit themselves to 70 years of nuclear generation. There are striking similarities here to the position in 1980 when a similar large scale programme of nuclear new build eventually resulted in the construction of only one new reactor—Sizewell B.

7. A Government decision to support a major programme of nuclear new build must also take account of the impacts on investment in other areas—notably energy efficiency, renewables, carbon capture and storage, and the development of distributed generation systems. The potential of these various technologies over the next 20 to 30 years is immense, and any public subsidies for nuclear must be weighed against the substantial progress towards reducing carbon emissions and ensuring a greater degree of security of supply which these alternatives could achieve with similar subsidies. However, as all forms of lower-carbon generation will require financial support, the Government should accept that the shift to a sustainable energy strategy cannot be based—at least in the medium term—on maintaining low energy prices.

8. The Government should be doing far more to promote progress in these other areas. Carbon capture and storage will, in particular, be of crucial importance in view of forecasts which show increasing use over the next thirty years of fossil fuels—especially in developing countries such as China and India. Renewables and distributed generation could also contribute hugely in both a national and global context—but many of the technologies involved warrant special support to bring them to market and achieve the cost-reductions which will make them competitive.

9. While this inquiry has focussed primarily on supply side issues, we cannot emphasise enough that reducing demand is also a vital component on the path to a sustainable energy strategy. There is, as yet, little evidence to suggest that the Government has succeeded in doubling the rate of energy efficiency improvements as envisaged in the

Sustainable Development Commission, UK

Energy White Paper. Far more decisive action and political leadership is required, and we would also urge the Government to consider setting absolute targets for reductions in demand as a way of stimulating the growth of energy efficiency and guaranteeing the level of carbon savings achieved.

10. The nature of the current Energy Review is unclear—whether it is specifically fulfilling the Prime Minister's desire to make a decision on nuclear, whether it is a review of electricity generating policy, whether it is a wider review of progress against the Energy White Paper, or whether it is reopening the broad policy debate which the White Paper itself encompassed. We are also concerned that it does not appear to have resulted from a due process of monitoring and accountability, and that the process by which it is being conducted appears far less structured and transparent than the process by which the White Paper itself was reached.

11. If the Energy Review is focussed mainly on electricity generation and, in particular, a decision on nuclear, then it is unclear what the nature of such a decision could be and the Secretary of State himself was unable to explain this. Indeed, the Government has always argued that its role is not to prescribe the fuel mix, and it has invested much effort in developing a fully liberalised market which will determine for itself such investment decisions. The frequent statements that it must make a decision on energy, and specifically on nuclear, fundamentally conflict with such an approach and would therefore represent a major U-turn in energy policy. Moreover, if the Government does indeed come to a decision on nuclear, it is unclear why it should not also come to a decision on off-shore wind, marine, or micro-CHP – let alone the array of possible measures to support energy efficiency. Yet we never hear Government ministers talking in such terms.

12. If, on the other hand, the Energy Review is a wider ranging review of policy it will fail to command the support of stakeholders, the public and politicians if what emerges is significantly different from the course that was charted in the Energy White Paper without a proper explanation of how circumstances have altered sufficiently to justify such a change and without further wide-ranging consultation on the nature of the change. It is also unsatisfactory that it was launched before the publication of the long-delayed Climate Change Programme Review and will be concluded before the Stern Review has reported. This does not inspire confidence about the extent of coordination within and between different parts of Government.

13. We remain convinced that the vision contained in the White Paper—with its focus on energy efficiency and renewables as cornerstones of a future sustainable energy policy – remains correct. What is now needed is a far greater degree of commitment from the Government in implementing it. Alongside, more attention needs to be given to technologies such as clean coal and carbon capture and storage, both of which may have a significant role to play nationally and globally.

Sustainable Development Commission

Is nuclear the answer?

Nuclear power is not the answer to tackling climate change or security of supply, according to the Sustainable Development Commission.

In response to the Government's current Energy Review, the SDC nuclear report draws together the most comprehensive evidence base available, to find that there is no justification for bringing forward a new nuclear power programme at present. The report, *Nuclear power in a low carbon economy*, has been agreed by all 16 SDC commissioners.

"the most thorough, hard-hitting and detailed case against the British nuclear option" - Michael McCarthy, Independent

Based on eight new research papers, the SDC report gives a balanced examination of the pros and cons of nuclear power. Its research recognizes that nuclear is a low carbon technology, with an impressive safety record in the UK. Nuclear could generate large quantities of electricity, contribute to stabilising CO2 emissions and add to the diversity of the UK's energy supply.

However, the research establishes that even if the UK's existing nuclear capacity was doubled, it would only give an 8% cut on CO2 emissions by 2035 (and nothing before 2010). This must be set against the risks.

http://www.sd-commission.org.uk/publications/downloads/SDC-NuclearPosition-2006.pdf

Nuclear Decommissioning Authority, UK

http://www.nda.gov.uk/documents/nda_final_strategy,_published_7_april_2006.pdf

NDA
Nuclear Decommissioning Authority

Appendix 4: Estimated Life Cycle Financials Per Site

£m Sites		Decom & Clean-up costs A (£m)	Total Operations Costs Running Cost B	Total Operations Costs Capex C	Total Cost D (A + B + C)	Commercial Revenue E	Other Income* F	NET COST G (D - E - F)	Total Costs Discounted at 2.20%
Magnox	Berkeley	773.7			773.7	0.0	4.2	769.5	327.7
	Bradwell	1,086.6			1,086.6	0.0	0.0	1,086.6	544.7
	Chapelcross	1,332.1			1,332.1	0.0	0.0	1,332.1	535.0
	Dungeness	1,001.4	135.9	20.5	1,157.8	0.0	0.2	1,157.6	584.1
	Hinkley	1,213.7			1,213.7	0.0	0.0	1,213.7	545.6
	Hunterston	1,071.7			1,071.7	0.0	0.0	1,071.7	522.7
	Oldbury	1,076.6	271.6	11.7	1,359.9	0.0	0.0	1,359.9	743.6
	Sizewell	870.6	113.7	17.4	1,001.7	0.0	0.0	1,001.7	475.4
	Trawsfynydd	1,116.0			1,116.0	0.0	0.0	1,116.0	431.4
	Wylfa	1,006.5	591.1	15.0	1,612.6	0.0	0.0	1,612.6	862.6
	ES & T	0.0	216.6	0.0	216.6	1,326.8	0.0	-1,110.2	206.0
UKAEA	Culham	198.5			198.5	0.0	0.2	198.3	165.2
	Dounreay	2,949.5			2,949.5	0.0	76.6	2,872.9	2,228.6
	Harwell	956.7			956.7	0.0	41.1	915.6	788.0
	Windscale	693.9			693.9	0.0	38.7	655.2	432.0
	Winfrith	477.5			477.5	0.0	5.0	472.5	412.3
British Nuclear Group	LLWR	1,053.6			1,053.6	148.0	443.4	462.2	545.9
	Calder Hall	1,073.9			1,073.9	0.0	0.0	1,073.9	341.8
	Sellafield	29,534.9	9,163.2	1,286.4	39,984.5	7,924.1	1,733.1	30,327.3	21,929.6
	Capenhurst	562.9			562.9	0.0	147.9	415.0	309.7
Westinghouse	Springfields	445.4	2,294.2	80.9	2,820.5	2,371.0	74.1	375.4	2,429.8
TOTAL		48,495.7	12,786.3	1,431.9	62,713.9	11,769.9	2,564.5	48,379.5	35,361.7

* Other income includes receipts from tenants and property, services provided by the NDA to external customers, etc
Note: ES&T (Electricity Sales and Trading) includes the electricity generation income from the operating Magnox power stations it is not a separate site. Source: Figures above based on 2005/6 Life Cycle Baseline (LCBL)

page no.115

THE INDEPENDENT ONLINE EDITION

Cost of cleaning up after nuclear power stations are closed down rises to £70bn

By Andy McSmith
Published: 03 January 2006

The projected cost of cleaning up the sites of Britain's old nuclear power stations is likely to leap to more than £70bn when new figures are published early this year.

The Nuclear Decommissioning Authority (NDA), set up last April to supervise state-owned nuclear plants, said it was "almost certain" that its initial estimate of £56bn - itself the equivalent of a charge of £800 for every adult and child in the country - would have to be revised upwards.

Cost of nuclear clean-up is £9bn more than predicted

By Andy McSmith
Published: 30 March 2006

Cleaning up Britain's old nuclear power plants will cost at least £9bn more than previous estimates, the Government will announce today.

Robot submarines have uncovered vast deposits of radioactive sludge that was left in underground storage tanks at Sellafield, in Cumbria, decades ago and forgotten. It has pushed up the bill now facing taxpayers to £65bn - but that could rise higher if more forgotten deposits are uncovered. The previous estimate for cleaning up after the civil nuclear industry was £56bn.

70 billion pounds
=
100.000 millones €

Ministerio de Industria y Transporte UK

Key Questions for the Review

This consultation invites comments on the full range of issues it identifies, taking into account all the circumstances surrounding UK energy policy. These circumstances include the need to avoid damaging our competitiveness and prosperity and to take into account the impact of any proposals in terms of costs and contingent liabilities for government.

The key issues on which it may be useful to focus can be summarised as follows:

Q.1. What more could the government do on the demand or supply side for energy to ensure that the UK's long-term goal of reducing carbon emissions is met?

Q.2. With the UK becoming a net energy importer and with big investments to be made over the next twenty years in generating capacity and networks, what further steps, if any, should the government take to develop our market framework for delivering reliable energy supplies? In particular, we invite views on the implications of increased dependence on gas imports.

Q.3. The Energy White Paper left open the option of nuclear new build. Are there particular considerations that should apply to nuclear as the government re-examines the issues bearing on new build, including long-term liabilities and waste management? If so, what are these, and how should the government address them?

Q.4. Are there particular considerations that should apply to carbon abatement and other low-carbon technologies?

Q.5 What further steps should be taken towards meeting the government's goals for ensuring that every home is adequately and affordably heated?

Comments are also invited on the following issues, as described in the text:

i. The long term potential of energy efficiency measures in the transport, residential, business and public sectors, and how best to achieve that potential;

ii. Implications in the medium and long term for the transmission and distribution networks of significant new build in gas and electricity generation infrastructure;

iii. Opportunities for more joint working with other countries on our energy policy goals;

iv. Potential measures to help bring forward technologies to replace fossil fuels in transport and heat generation in the medium and long term.

http://www.dti.gov.uk/energy/review/energy_review_consultation.pdf

aeren

associació per a l'estudi
dels recursos energètics