

# Expansión de la energía nucleoelectrica – Papel actual y perspectivas a plazo medio

---

por R. Krymm y J.P. Charpentier

## INTRODUCCION

A principios de 1979 existían en todo el mundo 224 centrales nucleares en funcionamiento, con una capacidad total de 190 000 MWe. La distribución por países figura en el Cuadro 1. El importante papel de la energía nuclear en el abastecimiento total de electricidad de algunos países aparece con toda claridad en el Cuadro 2, que resume la producción nucleoelectrica en los diferentes países y su porcentaje con relación a la electricidad total para el período comprendido entre mediados de 1977 y mediados de 1978. A nivel mundial, sin embargo, la energía nucleoelectrica representó, aproximadamente, en 1978, solo un 2% de la producción de energía primaria y un 7% de la producción eléctrica (véanse los Cuadros 3, 4 y 5).

## SITUACION ENERGETICA MUNDIAL Y PAPEL DE LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA

La necesidad de la energía nucleoelectrica solo se puede juzgar teniendo en cuenta la situación energética mundial que existe hoy día y probablemente existirá en el futuro. La evolución del consumo de energía primaria total entre 1950 y 1975 se caracteriza por dos aspectos:

- a) un rápido ritmo de crecimiento con una tasa media anual del 5%, lo que hizo más que triplicar el consumo energético mundial total, que pasó de 1 700 millones a más de 6 000 millones de toneladas de petróleo equivalente en esos 25 años.
- b) la sustitución del carbón por los hidrocarburos, que llegaron a representar casi los dos tercios del abastecimiento energético total hacia fines del período considerado.

¿Qué pasará en el futuro? Sin entrar en previsiones cuantitativas detalladas, que siempre contienen elementos importantes de incertidumbre y arbitrariedad, parece inevitable que la demanda energética mundial continuará creciendo en los próximos decenios, aunque el ritmo de crecimiento será ciertamente diferente del que hemos presenciado en el pasado en las diversas regiones del mundo. Este aumento se producirá aunque los países industrializados se esfuercen al máximo para conservar la energía, como por supuesto deberían hacer, y aunque en todas partes del mundo se desarrollen métodos más eficaces para la conversión de energía y su utilización final.

---

Hasta su fallecimiento, en diciembre de 1979, el Sr. Krymm era el Jefe de la Sección de Estudios Económicos de la División de Energía Nucleoelectrica y Reactores del OIEA; el Sr. Charpentier es funcionario de la Sección de Estudios Económicos.

**Cuadro 1. Reactores de potencia en funcionamiento en 1° de enero de 1979**

País	Nº de reactores	Potencia (MWe netos)
Argentina	1	345
Bélgica	4	1 676
Bulgaria	2	816
Canadá	10	4 755
Checoslovaquia	1	110
España	3	1 073
Estados Unidos de América	68	49 659
Finlandia	2	1 080
Francia	14	6 353
India	3	602
Italia	4	1 382
Japón	19	11 009
Países Bajos	2	499
Pakistán	1	126
Reino Unido	33	6 982
República de Corea	1	564
República Democrática Alemana	4	1 287
República Federal de Alemania	13	6 074
Suecia	6	3 700
Suiza	3	1 006
Taiwán	2	1 208
URSS	28	8 616
<b>22 países</b>	<b>224</b>	<b>108 922</b>

Las razones de este crecimiento previsto de la demanda energética se pueden atribuir a cuatro causas principales:

- un aumento general de la población, especialmente en los países en desarrollo;
- el desenvolvimiento económico de estos países;
- el tiempo requerido para la aplicación de las medidas de conservación de la energía en los países industrializados;
- la utilización creciente de minerales más pobres y del reciclado de desechos.

**Cuadro 2. Producción total de electricidad de las centrales nucleares en el período  
1 de julio de 1977 – 30 de junio de 1978**

País	Producción nucleoeléctrica (10 <sup>9</sup> kWh)	Porcentaje estimado correspondiente a la electricidad nuclear (%)
Argentina	2,4	6,5
Bélgica	12,5	22
Canadá	30,9	10
España	6,6	6
Estados Unidos de América	268,9	11
Finlandia	3,2	9
Francia	23,5	10
India	2,1	2
Italia	3,5	2
Japón	35,3	6
Países Bajos	4,2	6
Pakistán	0,2	1
Reino Unido	37,9	10
República Federal de Alemania	33,5	8
Suecia	23,1	22
Suiza	8,1	17
Taiwán	1,0	—
URSS y Europea Oriental	53	3,5
<b>Total</b>	<b>550</b>	<b>7,8</b>

En el Cuadro 6 se resumen la distribución actual de la población mundial y las tendencias previstas de crecimiento. Se puede observar que, según hipótesis prudentiales, se espera que esta población aumentará más del 50% en los próximos 20 años, pasando de su nivel actual de 4 200 millones a unos 6 400 millones a fines de siglo. Durante este período, la población de los países en desarrollo llegará a unos 5 000 millones, pasando del 72 al 78% del total.

La distribución actual del consumo comercial de energía, reflejada en el Cuadro 7, muestra la magnitud del consumo total y per cápita de energía en los países industrializados y los países en desarrollo y las enormes diferencias existentes entre unos y otros. El promedio de consumo per cápita en los países industrializados es más de ocho veces superior al de los países en desarrollo. Tal disparidad corresponde a una diferencia similar en el nivel de vida,

**Cuadro 3. Estimaciones del desarrollo de la potencia eléctrica y nuclear\* instalada, por grupos principales de países (en miles de MWe)**

	1978			1985			2000		
	Eléctrica total	Nuclear	(%)	Eléctrica total	Nuclear	(%)	Eléctrica total	Nuclear	(%)
1) OCDE Norteamérica	674	54,4	(8,1)	770-900	110-125	(14)	1400-1600	300-450	(21-28)
2) OCDE Europa	410	29,8	(7,3)	530-610	90-100	(16-17)	1000-1200	270-400	(27-33)
3) OCDE Pacífico	156	11	(7,0)	200-220	25-30	(12,5-13,5)	400-500	100-150	(25-30)
4) Economías de planificación central (Europa)	342	10,9	(3,2)	600-700	50-80	(8-11)	1200-1400	250-450	(21-32)
5) Asia	117	2,5	(2,1)	170-200	8,5-9,6	(5)	640-750	60-75	(9-10)
6) América Latina	80	0,3	(0,4)	110-130	3,1-5,3	(3-4)	350-450	40-100	(11-22)
7) África y Oriente Medio	51	0	(0)	70-90	2,4-3,0	(3-3,5)	240-300	10-25	(20-27)
Total Mundial	1830	108,9	(6)	2450-2850	289-352,9	(12)	5230-6200	1030-1650	(20-27)
8) Países industrializados	1598	106,1	(6,6)	2120-2455	276,8-336,8	(13-14)	4050-4760	925-1460	(23-31)
9) Países en desarrollo	232	2,8	(1,2)	330-395	12,2-16,1	(4)	1180-1440	105-190	(9-13)

- 4) Inclusive Yugoslavia  
 5) Inclusive China y Taiwán  
 8) Suma de 1) + 2) + 3) + 4) + Sudáfrica  
 9) Suma de 5) + 6) + 7) - Sudáfrica.

\* Basadas en datos obtenidos para la Evaluación Internacional del Ciclo del Combustible Nuclear.

Origen de los datos  
 correspondientes a 1978: para la potencia eléctrica total - Oficina de Estadística de las Naciones Unidas, Nueva York,  
 para la potencia nuclear - OIEA.

Cuadro 4. Estimaciones del consumo total mundial de energía eléctrica y eléctrica nuclear en terawatios-hora (TWh). (1 TWh = 10<sup>9</sup> kWh)

	1978			1985			2000		
	Eléctrica total	Nuclear	(%)	Eléctrica total	Nuclear	(%)	Eléctrica total	Nuclear	(%)
1) OCDE Norteamérica	2649	289	(11)	3200-3800	620-710	(19)	5900-6700	1700-2500	(29-37)
2) OCDE Europa	1617	151	(9)	2200-2600	510-570	(22-23)	4200-5000	1500-2200	(36-44)
3) OCDE Pacífico	673	32	(5)	840-900	140-170	(17-19)	1700-2100	570-850	(34-40)
4) Economías de planificación central (Europa)	1641	48	(3)	2500-3000	280-450	(11-15)	5100-5900	1400-2500	(27-42)
5) Asia	513	10	(2)	700-850	45-55	(6)	2700-3100	300-400	(11-13)
6) América Latina	308	2	(1)	450-550	15-30	(3-5)	1500-1900	200-550	(13-29)
7) África y Oriente Medio	211	0	(0)	290-350	10-15	(3-4)	1000-1300	50-140	(5-11)
Total mundial	7612	532	(7)	10180-12050	1620-2000	(16-17)	22100-26000	5720-9140	(26-35)
8) Países industrializados	6670	519	(8)	8900-10300	1550-1910	(17-19)	17100-20000	5120-8140	(30-41)
9) Países en desarrollo	942	13	(1,4)	1280-1750	70-90	(5)	5000-6000	600-1000	(12-17)

- 4) Inclusive Yugoslavia  
 5) Inclusive China y Taiwán  
 8) Suma de 1) + 2) + 3) + 4) + Sudáfrica  
 9) Suma de 5) + 6) + 7) - Sudáfrica

Notas: i) El origen de los datos correspondientes a 1978 es la Oficina de Estadística de las Naciones Unidas, Nueva York.

ii) A fin de poner en relación este cuadro con el Cuadro 3, referente a la potencia instalada, se han admitido los siguientes supuestos para 1985 y 2000:

- factor medio de utilización del sistema eléctrico: 48%.
- factor medio de utilización de las centrales nucleares: 65%.

Cuadro 5. Estimaciones del consumo total mundial de energía primaria y energía nuclear en exajulios (1 exajulio (EJ) =  $10^{18}$  julios)

	1978			1985			2000		
	Energía total	Nuclear	(%)	Energía total	Nuclear	(%)	Energía total	Nuclear	(%)
1) OCDE Norteamérica	86,4	3,16	(3,7)	95-110	6,8-7,7	(7)	115-130	18,5-27,3	(16-21)
2) OCDE Europa	51,7	1,64	(3,2)	60-70	5,6-6,2	(9)	95-105	16,4-24,0	(17-23)
3) OCDE Pacífico	17,5	0,35	(2,0)	26-32	1,5-1,9	(6)	40-50	6,2-9,3	(16-19)
4) Economías de planificación central (Europa)	68,4	0,52	(0,8)	85-100	3,1-4,9	(4-5)	120-165	15,3-27,3	(13-17)
5) Asia	42,6	0,11	(0,3)	40-50	0,5-0,6	(1,2-1,3)	75-90	3,3-4,4	(4,4-4,9)
6) América Latina	15,3	0,02	(0,1)	21-25	0,2-0,3	(1,0-1,2)	50-60	2,2-6,0	(4,4-10)
7) África y Oriente Medio	13,6	0	(0)	14-17	0,1-0,2	(0,7-1,2)	25-30	0,5-1,5	(2-5)
Total mundial	295,5	5,80	(2,0)	341-404	17,8-21,8	(5,2-5,4)	520-630	62,4-99,8	(12-16)
8) Países industrializados	226,8	5,67	(2,5)	269-315	16,9-20,8	(6,3-6,6)	375-455	55,9-88,8	(15-20)
9) Países en desarrollo	68,7	0,13	(0,2)	72-89	0,8-1,0	(1,1)	145-175	6,5-10,9	(4,2-6,2)

- 4) Inclusive Yugoslavia  
 5) Inclusive China y Taiwán  
 8) Suma de 1) + 2) + 3) + 4) + Sudáfrica  
 9) Suma de 5) + 6) + 7) - Sudáfrica.

Notas: i)

El origen de los datos correspondientes a 1978 es la Oficina de Estadística de las Naciones Unidas, Nueva York.

ii)

La electricidad producida por las centrales nucleares se ha convertido en energía primaria equivalente aplicando un factor medio de rendimiento de 0,33.

iii)

Por consumo total de energía se entiende el consumo de energía primaria más la importación neta de energía secundaria (importación-exportación), es decir, el total de las necesidades de energía.

Cuadro 6. Estimaciones de la población mundial (en millones)

	1978		1985		2000
			Tasa media anual de crecimiento entre 1978 y 1985 (%)		Tasa media anual de crecimiento entre 1985 y 2000 (%)
1) OCDE Norteamérica	243,5	262	1,05	296	0,8
2) OCDE Europa	390,3	412	0,78	460	0,7
3) OCDE Pacífico	132,3	142	1,02	157	0,7
4) Economías de planificación central (Europa)	395,5	421	0,90	466	0,7
5) Asia	2 194,0	2 575	2,31	3 361	1,8
6) América Latina	346,0	424	2,95	618	2,5
7) Africa y Oriente Medio	489,9	649	4,10	995	2,9
Total mundial	4 191,5	4 885	2,21	6 353	1,8
8) Países industrializados	1 191,9	1 268	0,89	1 420	0,8
9) Países en desarrollo	2 999,6	3 617	2,71	4 933	2,1

4) Inclusive Yugoslavia

5) Inclusive China y Taiwán

8) Suma de 1) + 2) + 3) + 4) + Sudáfrica

9) Suma de 5) + 6) + 7) - Sudáfrica.

Notas: Estimaciones de la Oficina de Estadística de las Naciones Unidas, Nueva York.

que solo se puede reducir mediante el desarrollo económico e industrial. Este proceso de desarrollo implicará necesariamente el rápido crecimiento de la demanda comercial de energía, pues en las primeras etapas de industrialización el consumo de energía es muy elevado. Eso es, incluso si por un milagro de conservación activa y política restrictiva, las naciones industrializadas pudieran mantener un crecimiento energético nulo, la presión de la demanda de los países en desarrollo producirá un aumento notable de las necesidades mundiales de energía.

Pero el crecimiento energético nulo de los países industrializados es una ilusión, por lo menos a corto plazo, porque la mayor parte de las medidas encaminadas a una mayor eficacia en la producción de energía y a una mayor economía en el consumo de la misma requieren mucho tiempo para surtir pleno efecto. La renovación de las viviendas o de los medios de transporte conforme a los principios de ahorro de energía puede requerir de uno a varios decenios. El estilo de vida y la infraestructura social no cambian de la noche a la mañana. En consecuencia, es de esperar que en los países industrializados continuará en crecimiento la demanda energética, si bien a un ritmo considerable menor que en los últimos treinta años.

Por último, la humanidad va agotando progresivamente los yacimientos más ricos de minerales y, a medida que tenga que explotar depósitos más pobres o reciclar diversos metales, es probable que aumente progresivamente la demanda energética de la industria mineral.

Organismos privados, nacionales e internacionales han tratado innumerables veces de expresar en términos cuantitativos las posibles repercusiones de los factores mencionados. Los resultados concuerdan en lo que respecta a las tendencias pero, por supuesto, los valores correspondientes a cada país y a los diferentes años presentan una gran dispersión. Esto no es sorprendente teniendo en cuenta las infinitas hipótesis en las que se fundan los cálculos. En consecuencia, el Cuadro 5, que se basa principalmente en un examen crítico de las estimaciones de la Conferencia Mundial de la Energía, no debe ser interpretado como un pronóstico en firme, sino simplemente como un marco plausible dentro del cual cabe discutir la demanda de energía en el futuro. Lo que indica este cuadro es que se espera que dicha demanda, que era de unos 295 exajulios en 1978 (o, para utilizar una expresión más corriente, de unos 7 000 millones de toneladas de petróleo equivalente), se elevará a 520-630 exajulios (aproximadamente de 12 a 15 mil millones de toneladas de petróleo equivalente) en el año 2000.

¿Cuáles son las fuentes potenciales de suministro a las que puede recurrir la humanidad para hacer frente a esta duplicación de la demanda, estimada según criterios prudentes, en los dos próximos decenios? Las respuestas a esta pregunta adoptan por lo general la forma de una serie de cuadros que resumen las reservas y los recursos correspondientes a las diferentes fuentes energéticas. Lamentablemente los recursos en cuestión van invariablemente acompañados de adjetivos tales como "comprobados", "estimados", "deducidos", "hipotéticos", "potenciales", "recuperables económicamente", "finales", etc. que no siempre facilitan conclusiones claras. También en este punto, como en el caso de las previsiones de la demanda, es mejor fijarse en las tendencias principales que discutir la validez de las cifras concretas.

En términos generales, si se toman como base las estimaciones del Cuadro 5, el consumo energético acumulativo mundial en los próximos 20 años sería del orden de 250 000 millones de toneladas de petróleo equivalente. Para que el petróleo conservara su parte del mercado, se necesitaría una producción acumulativa de más de 110 000 millones de toneladas, cantidad muy superior a las reservas confirmadas actuales de 90 000 millones de toneladas. Naturalmente, es verosímil que se encuentren nuevas reservas a un coste cada vez mayor,

**Cuadro 7. Consumo comercial de energía en los países industrializados y en los países en desarrollo, en 1978**

	Total (10 <sup>18</sup> julios)	Per capita (10 <sup>9</sup> julios)
Países industrializados	226,8	190
Países en desarrollo	68,7	23
Razón de consumo energético de los países industrializados/consumo energético de los países en desarrollo	3,3	8

pero estos nuevos descubrimientos solo servirán para retrasar por unos decenios el agotamiento definitivo inevitable. En una situación parecida se encuentra el gas natural. Así pues, estas dos fuentes energéticas que cubren casi dos tercios de las necesidades mundiales se harán cada vez más escasas en el futuro inmediato.

Si bien los recursos de carbón probablemente superan a los de petróleo y gas en un orden de magnitud, tienen como los hidrocarburos el serio inconveniente de que están repartidos en forma muy desigual entre los diversos países. Además, una rápida expansión de la producción de carbón daría lugar a graves problemas ambientales y sociales, de manera que solo podrá compensar parcialmente el creciente descubierto que causará el agotamiento gradual de las reservas de petróleo y de gas.

Finalmente, en la medida de lo posible, se deben desarrollar con la mayor rapidez las fuentes renovables de energía, pero estos recursos están ya muy explotados y vinculados a determinados lugares, como en el caso de los aprovechamientos hidroeléctricos, o bien se presentan en forma muy diluida e irregular, como en el caso de la energía solar o eólica, por lo que ofrecen soluciones solo parciales y limitadas para el problema energético general. En consecuencia, el porcentaje del abastecimiento mundial que cubrirán en conjunto estas fuentes probablemente no excederá del 10% del total en el año 2000. Por otra parte, la energía nucleoelectrica parece haber alcanzado la madurez tecnológica y comercial necesaria para una contribución inmediata y creciente.

#### PERSPECTIVAS FUTURAS DE LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA

Sin entrar en un análisis comparativo complejo de los costes de generación eléctrica, que dependen de los principios básicos escogidos y por consiguiente varían en gran medida de un país a otro, se pueden formular las siguientes observaciones:

- (i) A pesar del fuerte aumento de los costes de instalación de las centrales, tanto nucleares como convencionales, registrado en los últimos años, por lo general como resultado de normas ambientales cada vez más numerosas y severas, las centrales nucleares de 900 MW(e) o de potencia mayor siguen presentando una clara ventaja de competitividad frente a las centrales eléctricas alimentadas con petróleo importado.
- (ii) En lo que respecta a la competición entre las centrales nucleares y las alimentadas con carbón, la situación puede ser más compleja y depende de los costes de producción y de

transporte. Sin embargo, para la mayoría de los países industrializados, las centrales nucleares continúan presentando ventajas económicas importantes, aun cuando los precios del carbón sean relativamente bajos.

(iii) En cuanto al futuro, parece muy probable que los precios del petróleo y del carbón aumentarán en términos reales con mayor rapidez que los del uranio y de los servicios del combustible nuclear.

Se puede alegar que, si bien la situación actual es tal vez favorable, poco se sabe acerca del futuro. Un análisis de los posibles cambios de los factores principales no afecta en modo alguno a los argumentos en pro de la energía nucleoelectrónica.

El estado actual de los recursos uraníferos, con 2 millones de toneladas razonablemente seguras y otros 2 millones de reservas adicionales estimadas, permite cubrir ampliamente las necesidades de los programas nucleoelectrónicos máximos hasta el año 2000. Naturalmente, son indispensables nuevos descubrimientos para mantener las reservas de cara al futuro y satisfacer, durante toda su vida útil, las necesidades de las centrales nucleares que se encontrarán en servicio después del fin de siglo. Pero los niveles actuales de precios han impulsado un importante esfuerzo de prospección, cuyos primeros resultados son prometedores.

La búsqueda de uranio, que había estado limitada a los yacimientos de bajos costes en determinados países, apenas se ha practicado en dilatadas áreas del mundo, por ejemplo en América Latina y en el Sudeste de Asia. Por lo tanto, no hay motivo para suponer que los precios del uranio vayan a aumentar con mayor rapidez que los del petróleo.

Con respecto a las otras fases del ciclo del combustible nuclear, no se espera que los costes de enriquecimiento, sector en el que nuevos procesos entrarán en competición con la difusión gaseosa, ni los de fabricación suban más rápidamente que el nivel general de los precios de los bienes industriales. Finalmente, si bien es difícil determinar el beneficio o los costes netos de reelaboración y de reciclado, no se prevé que su influencia sobre los costes totales de generación nucleoelectrónica sea significativa.

A la larga, como es natural, será preciso explotar minerales de uranio cada vez más costosos si las centrales nucleares de hoy día, que utilizan menos del 1% de la energía potencial obtenible por unidad de masa de uranio, siguieran constituyendo la base principal de los programas nucleoelectrónicos en expansión. Sin embargo, los esfuerzos que se dedican actualmente al desarrollo de reactores reproductores comerciales en los principales países industrializados ofrecen un firme fundamento para un ciclo nuclear cuyos recursos de combustibles serían prácticamente ilimitados. Ello sería el resultado a la vez de una centuplicación de la energía que podría obtenerse de los recursos conocidos de uranio, y de la posibilidad económica de explotar minerales de uranio mucho más pobres.

En consecuencia, la brusca disminución de los encargos de nuevas centrales nucleares registrada en los años 1975—1978, inmediatamente después de la crisis petrolera, no se puede explicar por razones económicas (véase el Cuadro 8). Tampoco se puede hallar la explicación en dificultades técnicas porque, a pesar del accidente de Harrisburg y de su amplia publicidad, las centrales nucleares tienen un historial de explotación muy comparable con el de las nuevas centrales de carbón y un historial de seguridad inigualado por cualquier otra forma de producción de electricidad.

En estas condiciones, las razones de la desaceleración actual se deben buscar en los factores humanos y políticos, que han ocasionado una acumulación de incógnitas que afectan a todas las fases de la construcción y explotación de las centrales nucleoelectrónicas. Mayores son todavía las dudas que se ciernen sobre el ciclo del combustible nuclear y, más

**Cuadro 8. Encargos de reactores de potencia**

	Número de unidades	MWe
1953 a 64	27	7 914
1965	14	7 600
1966	23	17 485
1967	33	26 814
1968	18	15 273
1969	19	14 899
1970	29	25 699
1971	30	28 713
1972	49	47 344
1973	44	47 818
1974	52	53 374
1975	32	32 238
1976	20	21 700
1977	12	13 600
1978	9	8 700

especialmente, sobre el destino final del combustible irradiado. Como resultado, algunos países han tomado decisiones manifiestamente ajenas a toda reflexión económica, hasta el punto de que en un caso al menos, no se ha permitido la puesta en servicio de una central ya construida y pagada.

Las causas del crecimiento de la oposición a la energía nucleoelectrica no son objeto del presente informe. Cabe esperar, sin embargo, que una percepción cada vez más clara de la creciente insuficiencia del abastecimiento de hidrocarburos y un análisis comparativo de riesgos enfocado con más imparcialidad conduzca a una mayor racionalidad en la valoración de la energía nuclear.

## CONCLUSIONES

Las previsiones de la potencia nuclear se deben basar, a corto plazo, en los planes existentes de construcción y, a plazo más largo, en los objetivos nacionales declarados y constantemente sujetos a revisión. La labor más reciente en este aspecto es la que acaba de realizarse en el marco de la Evaluación Internacional del Ciclo del Combustible Nuclear; las previsiones de la potencia nuclear para los años 1985 y 2000 que figuran en los Cuadros 3, 4 y 5 se basan parcialmente en los resultados de la misma.

Como se observará, se espera que para fines de siglo la energía nucleoelectrica representará el 26-35% del total de electricidad producida y el 12-16% del total de energía primaria. Si bien estos objetivos pueden parecer relativamente modestos en comparación con las previsiones anteriores, su logro significaría un considerable alivio de la presión sobre los recursos de hidrocarburos. La producción nucleoelectrica a estos niveles representaría un equivalente de 1 500 millones de toneladas de petróleo, en el caso de expansión nuclear baja, y de 2 400 millones de toneladas de petróleo en el de expansión alta, frente a una producción mundial aproximada de 3 mil millones de toneladas en 1978.

Pero todavía más importante es la conservación de una industria nuclear viable a un nivel de actividad suficiente para garantizar la expansión continua de esta fuente de energía. La presencia de tal industria viable, junto con la introducción progresiva de sistemas nucleoelectricos más avanzados, brindaría a la humanidad una fuente de energía que dependería más de los recursos humanos que de los naturales.