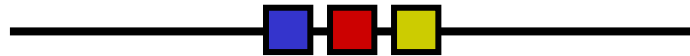


Análisis económico de un proyecto de ampliación de la producción eléctrica nuclear en España



Director: Santos M. Ruesga

18 de junio de 2008



Situación energía nuclear en el mundo

- Peso de energía eléctrica generada por reactores nucleares en el mundo: 15-20% anual
- Los países desarrollados parecen apuntar hacia un nuevo resurgimiento de la energía atómica
- **Unión Europea:** 30% generación nuclear de electricidad (con 1/3 reactores del mundo)
 - Fuerte dependencia del petróleo, dependencia de Rusia para el abastecimiento del gas, compromisos del Protocolo de Kioto → autoridades comunitarias consideran expansión de instalaciones nucleares como alternativa a los combustibles fósiles
- En **España** hay 8 centrales construidas (7.727,8 MW de potencia), con un peso de energía eléctrica generada por reactores nucleares del 18% de la electricidad producida

HIPÓTESIS: Construcción progresiva de nuevas centrales nucleares que incorporen 11.000 MW de potencia instalada, para alcanzar el 30% energía eléctrica de origen nuclear, en el horizonte de 2030

Potencia instalada

CENTRALES ACTUALES	Año entrada operación	Plazo validez actual	Plazo validez + 20 años	Potencia (MW)	Potencia (MW) total
Sta. María Garoña	1971	05/07/2009	05/07/2019	466	466
Almaraz I	1981	08/06/2010	08/06/2030	977	1.443
Almaraz II	1983	08/06/2010	08/06/2030	980	2.423
Ascó I	1984	01/10/2011	01/10/2031	1.032,5	3.455,5
Ascó II	1986	01/10/2011	01/10/2031	1.027,2	4.482,7
Cofrentes	1985	19/03/2011	19/03/2031	1.092	5.574,7
Vandellós II	1988	16/11/2010	16/11/2030	1.087,1	6.661,8
Trillo	1988	16/11/2014	16/11/2034	1.066	7.727,8
Hipótesis A (grupos de 1.000 MW)					
2	2019			2.000	9.728
2	2020			2.000	11.728
4	2025			4.000	15.728
3	2030			3.000	18.728
Hipótesis B (grupos de 1.500-1.600 MW)					
1	2020			1.500	9.228
2	2021			3.100	12.328
1	2026			1.600	13.928
2	2027			3.200	17.128
1	2030			1.600	18.728

Escenarios demanda eléctrica en 2030

	Capacidad de generación en España				
	Previsión UE		Hipótesis		Dif
	MW	%	MW	%	MW
Nuclear	10.782,0	8,9	18.728,8	15,5	7.946,8
Hidro (excl bombeo)	14.409,0	11,9	14.409,0	11,9	0,0
Eólica	35.912,0	29,7	32.912,0	27,2	-3.000,0
Solar	2.451,0	2,0	2.451,0	2,0	0,0
Térmica:	57.234,0	47,4	52.287,2	43,3	-4.946,8
* Carbón	6.855,0	5,7	6.855,0	5,7	0,0
* Gas	37.047,0	30,7	34.100,2	28,2	-2.946,8
* Fuel	5.522,0	4,6	3.522,0	2,9	-2.000,0
* Biomasa	7.810,0	6,5	7.810,0	6,5	0,0
* Celdas de combustible	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
* Geotérmica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	120.788,0	100,0	120.788,0	100,0	0,0

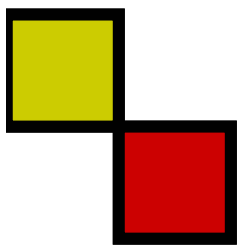
Hipótesis del *mix* de producción de energía eléctrica en 2030

	MW	Disponibilidad	Horas	GWh	% por tecnologías
Nuclear	18.729	0,95	8.000	142.339	32,9
Eólica	32.912	0,95	2.000	62.533	14,4
Hidro	14.409	0,95	1.635	22.381	5,2
Solar	2.451	0,90	2.000	4.412	1,0
Gas (CCGT)	34.100	0,90	5.000	153.451	35,4
Biomasa	7.810	0,90	1.000	7.029	1,6
Fuel - turbina de gas	3.522	0,85	2.000	5.987	1,4
Carbón	6.855	0,90	5.700	35.166	8,1
TOTAL	120.788			433.298	100



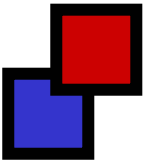
Claves de la hipótesis

- ❑ **Doble objetivo básico:**



- ❑ cuantificación del **valor añadido y del empleo** que se generaría por las inversiones en la puesta en funcionamiento de 11 reactores nucleares, adicionales a las centrales ya existentes en España

- ❑ Medición del **ahorro por la menor emisión** de Gases Efecto Invernadero de la energía nuclear (Protocolo de Kioto)



- ❑ **Coste de inversión:** 3.000 millones de € corrientes por cada grupo de 1.000MW (total: 24.150 millones € a 31/12/2007, descontado el 2,5%)



Metodología efectos económicos

- Se contempla el sistema económico en su **conjunto**: el impacto va más allá de la contribución directa al incremento de la producción y la generación de rentas de capital y remuneración del trabajo incorporado en la construcción de las nuevas centrales nucleares
- Se cuantifican los **efectos indirectos** derivados de las compras de bienes y servicios, y las rentas generadas, de los proveedores directos e indirectos
- Para el cálculo de los efectos indirectos se utiliza la estructura de relaciones intersectoriales reflejada en las **tablas *input-output*** de la economía española
- Mediante los niveles medios de propensión al consumo se calcula el **aumento de la demanda potencial** derivada de las nuevas rentas y el **incremento de la producción y el empleo** para cubrir esta nueva demanda

Inversiones totales (millones de € corrientes)

AÑOS	Permisos	Obra civil	Bienes de equipo mecánicos	Bienes de equipo eléctricos	Inmuebles e ingeniería civil	Seguros de daños	Total inversión anual	Entrada en funcionamiento (nº centrales)
2009	20	0	0	0	0	0	20	
2010	60	0	0	0	0	0	60	
2011	60	0	0	0	0	0	60	
2012	220	0	0	0	0	0	220	
2013	120	400	100	100	0	0	720	
2014	0	680	200	200	0	0	1.080	
2015	0	560	300	300	0	0	1.160	
2016	0	380	400	400	100	0	1.280	
2017	120	200	500	400	190	10	1.420	
2018	260	110	300	300	170	30	1.170	
2019	140	410	100	200	80	20	950	2
2020	0	680	200	200	0	0	1.080	2
2021	0	560	300	300	0	0	1.160	
2022	0	390	400	400	200	0	1.390	
2023	180	200	500	450	180	20	1.530	
2024	220	110	300	350	160	40	1.180	
2025	0	600	150	150	0	0	900	4
2026	0	420	150	150	0	0	720	
2027	0	435	300	300	150	0	1.185	
2028	0	150	300	375	135	15	975	
2029	30	150	450	375	120	30	1.155	
2030	0	0	0	0	0	0	0	3
Total	1.430	6.435	4.950	4.950	1.485	165	19.415	
Importaciones							13.585	
TOTAL							33.000	11



Efectos actividad económica y empleo

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
INVERSIONES (Millones de € corrientes)																					
Compras interiores	20	60	60	220	720	1.080	1.160	1.280	1.420	1.170	950	1.080	1.160	1.390	1.530	1.180	900	720	1.185	975	1.155
PRODUCCIÓN (Millones de € de 2004)																					
Efectos directos	16	49	48	177	574	845	883	946	1.019	815	643	709	921	844	993	467	510	630	612	600	294
Efectos indirectos	5	15	15	55	485	802	824	844	823	581	522	673	852	754	779	302	485	583	566	500	226
Efectos totales	22	64	63	231	1.058	1.647	1.707	1.790	1.842	1.396	1.164	1.382	1.772	1.599	1.771	769	995	1.213	1.178	1.100	520
VALOR AÑADIDO (Millones de € de 2004)																					
Efecto total	15	44	44	160	451	638	638	666	730	611	499	535	653	596	719	362	389	448	435	425	216
En ‰ del PIB total	0,02	0,04	0,04	0,16	0,44	0,61	0,59	0,60	0,65	0,53	0,42	0,44	0,52	0,47	0,55	0,27	0,28	0,32	0,30	0,29	0,14
EMPLEO																					
Efecto total	413	1.198	1.171	4.203	9.815	12.902	11.783	10.171	10.049	8.978	8985	10.227	10.543	8.284	8.691	4.604	7.351	6.810	6.542	3.956	1.955
En ‰ del Empleo total	0,02	0,06	0,06	0,22	0,50	0,66	0,59	0,50	0,49	0,43	0,43	0,48	0,48	0,37	0,39	0,20	0,32	0,29	0,27	0,16	0,08

La determinación de los **efectos inducidos** parte de la generación de rentas derivada de la creación de empleo inducido por las inversiones realizadas

Efectos inducidos

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Empleo	413	1.198	1.171	4.203	9.815	12.902	11.783	10.171	10.049	8.978	8.985	10.227	10.543	8.284	8.691	4.604	7.351	6.810	6.542	3.956	1.955
Salario medio €	31.101	31.928	32.749	33.602	30.085	29.732	31.460	33.394	36.355	38.652	36.245	34.945	37.045	38.729	42.910	46.389	39.651	42.058	43.143	47.559	51.177
Renta salarial (Mill. €)	13	38	38	141	295	384	371	340	365	347	326	357	391	321	373	214	291	286	282	188	100
Renta disponible (Mill. €)	7	21	22	79	166	215	208	191	205	195	183	201	219	180	209	120	164	161	158	106	56
Consumo inducido (Mill. €)	7	20	20	75	158	205	198	181	195	185	174	191	208	171	199	114	156	153	151	100	53
Consumo inducido (Mill.€ 2004)	6	17	17	62	126	160	151	135	142	131	120	129	137	110	125	70	93	89	86	56	29
PRODUCCIÓN (Millones de € de 2004)																					
Efecto directo	6	17	17	62	126	160	151	135	142	131	120	129	137	110	125	70	93	89	86	56	29
Efecto indirecto	3	8	8	28	58	73	69	62	65	60	55	59	63	50	57	32	42	41	39	25	13
Efecto Total	9	25	25	90	184	234	220	197	207	191	175	188	200	160	182	102	135	130	125	81	42
VALOR AÑADIDO (Millones de € de 2004)																					
Efecto total	4	13	12	45	91	116	109	98	102	95	87	93	99	80	90	50	67	64	62	40	21
En ‰ del PIB total	0,004	0,013	0,012	0,044	0,088	0,110	0,102	0,089	0,091	0,082	0,073	0,077	0,080	0,062	0,069	0,038	0,049	0,046	0,043	0,027	0,014
EMPLEO (en p.t.e.t.c.)																					
Efecto total	81	235	227	808	1632	2047	1906	1683	1745	1599	1447	1532	1616	1282	1439	796	1051	998	951	613	316
En ‰ del Empleo total	0,004	0,012	0,012	0,041	0,084	0,104	0,096	0,083	0,085	0,077	0,068	0,071	0,074	0,058	0,064	0,035	0,045	0,043	0,040	0,025	0,013



Efectos económicos inmediatos

Total para todo el período (2009-2029)

INVERSIONES (Millones de € corrientes)

Compras interiores 19.415

PRODUCCIÓN (Millones de € de 2004)

Efectos directos 12.594

Efectos indirectos 10.690

Efectos Totales 23.285

VALOR AÑADIDO (Millones de € de 2004)

Efecto Total (directo+indirecto) 9.273

En tanto por mil del PIB total 0,37

Efecto inducido 1.339

Total (directo+indirecto+inducido) **10.722**

En tanto por mil del PIB total 0,43

EMPLEO

Efecto Total (directo+indirecto) 148.630

En tanto por mil del Empleo total 0,33

Efecto inducido 24.003

Total (directo+indirecto+inducido) **172.633**

En tanto por mil del empleo total 0,38



Efectos económicos inmediatos

- Componente **nacional** del programa de construcción nuclear: 59%
- Efectos **totales** (directos e indirectos) de la inversión sobre la producción: 23.000 € (3% del PIB español en 2004)
 - Efectos **directos**: 54%
 - Efectos **indirectos** (interacciones sectoriales o efectos multiplicadores): 46%
- Efectos **inducidos**: generación de rentas derivada de la creación de empleo inducido por las inversiones realizadas
 - Sobre conjunto del **PIB**: 0,04 por mil
 - Sobre el **empleo**: más de 1.000 puestos de trabajo por año, un 0,05 por mil del empleo medio del año
- Efectos inducidos de mejora del **capital humano**: difícil cuantificación, pero esperados por la experiencia anterior



Medición ahorro CO₂

- Objetivo: calcular el coste evitado de emisión de CO₂
- A partir de las emisiones específicas por tecnologías de generación eléctrica, se calculan las emisiones de CO_{2e} evitadas, suponiendo que la energía nuclear se suple con:
 - Carbón
 - Gas en turbina de ciclo combinado
- Una vez obtenidas las TM de CO_{2e} evitadas, año a año (hasta 2030), se valoran suponiendo 3 escenarios de precios:
 - Bajo: 25 €/TM
 - Medio: 50 €/TM
 - Alto: 75 €/TM

Emisiones de CO_{2e} según fuentes de energía y tecnología aplicada

Fuentes de energía	Tecnología considerada para el cálculo de costes	Emisiones GEI (Kg CO _{2e} /MWh)	Eficiencia
Gas natural	Turbina de gas de ciclo abierto	440	40 %
	CCGT (Turbina de gas de ciclo combinado)	400	50 %
Petróleo	Motor diésel	550	30 %
	CP (Combustible pulverizado con desulfuración de los gases de escape)	800	40-45 %
Carbón	Centrales convencionales CLF (Combustión de lecho fluido circulante)	1000-1200	35-40 %
		800	40-45 %
	CCGI (Ciclo combinado con gasificación integrada)	750	48 %
Energía nuclear	Reactor de agua ligera	15	33 %
Biomasa	Central de generación a partir de biomasa	30	30-60 %
Energía eólica	Terrestre	30	95-98 %
	Marítima	10	95-98 %
Energía hidroeléctrica	Central grande	20	95-98 %
	Central pequeña (<10MW)	5	95-98 %
Energía solar	Fotovoltaica	100	



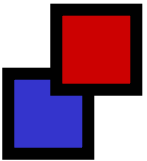
Impacto económico del ahorro de CO₂



Ahorro derivado de la generación de electricidad con centrales nucleares, por menor emisión de CO₂

**Coste evitado (millones euros)
(Valor en euros 2008 del flujo de ahorros)**

Precios del derecho	Sustituyendo CCGT	Sustituyendo Carbón
25 euros	3.446,34	7.026,96
50 euros	6.892,68	14.053,91
75 euros	10.339,02	21.080,87





Efectos económicos del ahorro CO₂

- Entre 2018 (puesta en funcionamiento de los primeros reactores nucleares) y 2030: **ahorro de gastos** entre casi 3.500 y 21.000 millones de € (a precios de 2008), según el precio de las emisiones de CO₂ y la tecnología sustituida
- Puede llegar a significar más de medio punto porcentual de PIB cada año, como media
- En la **hipótesis máxima** (sustituir carbón a 75 € la TM de CO₂ emitido): se produce un importante ahorro en los costes de producción, más allá de los efectos ambientales con ello conseguidos



Síntesis

- El proyecto de construcción de centrales nucleares con una potencia instalada de 11.000 MW, a lo largo del periodo 2009-2030, supondría:
 - la generación de valor añadido por un monto superior a los 10.000 millones de € (a precios constantes de 2008)
 - la creación de unos 172.000 empleos/año, directos, indirectos e inducidos
 - el ahorro de una cuantía importante de emisiones de CO₂, cuyo valor se ha estimado entre unos 3.500 y unos 21.000 millones de €, según los supuestos considerados
- Además, se contribuye al logro del objetivo estratégico de mejorar la seguridad del suministro eléctrico en España