

Panorama energético y energía nuclear a octubre de 2014

A. de la Torre, J. L. Mansilla y J. López Jiménez

Se presenta un conjunto de resultados sobre la energía nuclear en el mundo y en España, correspondientes a 2013 y hasta 1.10.2014, junto a una visión general del consumo de energía primaria y eléctrica y del comportamiento de las centrales nucleares, ahorro de emisiones, extensión de vida, clausuras, nuevas plantas planificadas y propuestas, etc.

This article shows a general overview about the nuclear in the world and in Spain in 2013 and some results are updated until October 2014. It is also presented a summary on the primary and electrical energy consumption and the nuclear part in the global and in the Spanish energy mix. Data on behaviour of nuclear power plants, emission saving, life extension, the planned and proposed new nuclear plants, etc., are also be included.



ALFONSO DE LA TORRE
es ingeniero industrial y presidente de la Comisión de Terminología de la SNE.



JOSÉ LUIS MANSILLA LÓPEZ-SAMANIEGO
es físico y presidente de la Comisión de Redacción de la revista Nuclear España de la SNE.



JOSÉ LÓPEZ JIMÉNEZ
es doctor en Física y ex presidente de la Comisión de Redacción de la revista Nuclear España de la SNE.

INTRODUCCIÓN

Como es ya tradicional en el número de octubre, este año se presentan en cifras los resultados relativos a la energía, y especialmente a la nuclear, en el mundo y en España, correspondientes a 2013 y hasta 01.10.2014. Se ofrece una visión general del consumo de energía primaria y eléctrica y el papel de las centrales nucleares, su comportamiento, ahorro de emisiones, extensión de vida, nuevas plantas planificadas y propuestas, etc.

ENERGÍA PRIMARIA MUNDIAL Y EN ESPAÑA

Consumo mundial

En la Tabla 1 se muestran los datos de consumo de energía primaria en el mundo correspondientes al bienio 2012-2013, con su desglose en energías convencionales fósiles (petróleo, gas y carbón), gran hidráulica, nuclear y renovables.

En 2013 el crecimiento del consumo (dato corregido de año bisiesto, según BP) fue del 2,3 %, inferior al 2,5 % que es el valor medio de los últimos diez años. Los países no pertenecientes a la OCDE, que representan el 57 % del consumo mundial, crecieron el 3,1 %, cifra también inferior al valor medio del 5 % en ese periodo. En los países de la OCDE, que agrupan el 43 % restante, creció el 1,2 %, destacando EE UU con el 2,9 %. Los mayores consumidores energéticos son China con el 22,4 % del total y EE UU con 17,8 %, seguidos a distancia por Rusia (5,5 %), India (4,7 %) y Japón (3,7 %). En la Unión Europea, Alemania alcanza

el 2,6 %, Reino Unido el 1,6 % y España el 1,1 %. Las tasas de mayor incremento se registraron en Asia-Pacífico, Oriente Medio y América Central y Sudamérica con valores entre el 3,4 % y 2,8 %.

Los combustibles fósiles siguen siendo protagonistas indiscutibles del abastecimiento energético mundial absorbiendo el **87 % de la demanda**, con un *mix* dominado por el petróleo que representa el 32,8 % del consumo y un crecimiento del 1,14 %, en constante desaceleración. En países no pertenecientes a la OCDE creció el consumo de **petróleo** un 2,8 %, mientras en esta decreció en el 0,4 %, siendo EE UU el mayor consumidor mundial con el 20 % seguido por China con el 12 %. El carbón sigue en orden de importancia con el 30 % del consumo global y un crecimiento del 2,3 %, cifra que asciende al 3,7 % en los países fuera de la OCDE. En la OCDE creció el 1,4 %, particularmente en EE UU y Japón y decreció en la UE. China es su mayor consumidor con el 50 % del total, seguido por EE UU (12 %). El consumo de gas creció un 1,4 % está también liderado por China y EE UU, que representan el 22,2 % y 12,3 %, respectivamente. Son aspectos a destacar las elevadas tasas de crecimiento de China en el uso de los combustibles fósiles y la irrupción de la explotación del gas de esquistas (*shale gas*), sobre todo en EE UU.

Las **renovables** (eólica, solar, geotérmica, biomasa), que abastecen el 2 % de la demanda, continúan creciendo (16,3 %). En los países de la OCDE ese crecimiento fue del 13,6 %

Año	Petróleo (Mtep)	Gas Natural (Mtep)	Carbón (Mtep)	Nuclear (Mtep)	Hidráulica (Mtep)	Renovables (Mtep)	Total (Mtep)
2011	4.081	2.914	3.629	600,4	794,7	205,6	12.225
2012	4.131	2.987	3.730	560,4	831,1	237,4	12.477
2012/2011	1,20 %	2,50 %	2,79 %	-6,66 %	4,58 %	15,47 %	2,06 %
Mix 2012	33 %	24 %	30 %	4 %	7 %	2 %	100 %

Mtep: millones de toneladas equivalentes de petróleo. Fuente: www.bp.com, BP jun 2014. En el texto se dan los datos ajustados por BNP.

Tabla 1: Consumo de energía primaria en el mundo.

y en el resto de países del 21,8 %. Destacan los incrementos habidos en la generación por celdas solares (33 %), la eólica (20,7 %) y la geotérmica, biomasa y otros (7,7 %). En referencia a la generación eólica (628,2 TWh), EE UU, China, Alemania y España siguen liderando su utilización con el 65 % del total producido; y en fotovoltaica (124,8 TWh), ese liderazgo lo ejercen Alemania, Italia, España, China, Japón y EE UU, que abarcan el 77,5 %. La producción de biocombustibles ha crecido el 3 %, básicamente en países fuera de la OCDE. La Figura 1 muestra la evolución del consumo acumulado de energías primarias a 2013.

Los precios de los combustibles fósiles (según BP) han disminuido en todas las regiones excepto en EE UU, donde crecieron con la excepción del carbón. El precio medio del petróleo en 2013 (barril Brent que se toma como referencia) se situó en 108,66 dólares, con una reducción de tres dólares. El precio del uranio, en forma de óxido, mantiene una tendencia descendente, situándose al finalizar 2013 en torno a los 77 dólares por kilo.

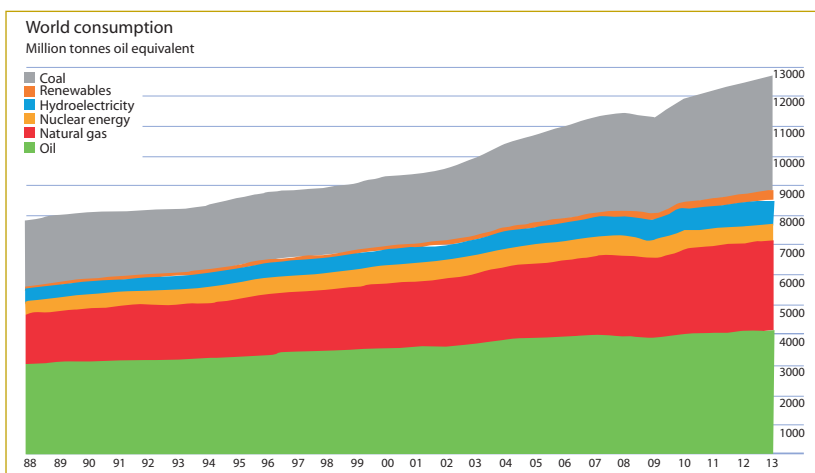


Figura 1: Evolución del consumo acumulado de energías primarias a 2013. (Fuente: Informe Anual y estadísticas BP).

Consumo en España

En 2013, el consumo energético de energía primaria en España, de 121,1 Mtep, ha retrocedido en un 6,04 % (Tabla 2) por la crisis económica. Registra fuerte ascenso el consumo de energía hidráulica, carbón y renovables (eólica y solar) con incrementos del 79 %, 14,7 % y 39,8 %, res-

pectivamente, mientras que la energía nuclear decreció un 7,7 %. En el mix de energía primaria predominan los combustibles fósiles con el 74 % del total consumido, y, a distancia, las energías limpias que suman el 21 %, correspondiendo el 12 % a la nuclear y el 9 % a la hidráulica, la eólica y la solar. España exportó durante 2013

Año	Petróleo Mtep	Gas Mtep	Carbón Mtep	Nuclear Mtep	Hidráulica Mtep	Eólica y solar Mtep	Biomasa, biocarburantes y residuos Mtep	Saldo Eléctico (1) Mtep	Total Mtep
2012	53,97	28,18	15,51	16,019	1,76	6,67	7,73	-0,96	128,90
2013	52,93	26,07	10,53	14,78	3,16	7,66	6,54	-0,57	121,11
2013/2012	-1,93 %	-7,48 %	-32,10 %	-7,70 %	79 %	14,73 %	-15,40 %	-39,88 %	-6,04 %
Mix 2013	44 %	22 %	9 %	12 %	3 %	6 %	6 %	0 %	100 %

Mtep: millones de toneladas equivalentes de petróleo. (1) Importación menos exportación de electricidad.

Fuente: Estadísticas MITYC y Foro Nuclear. Energía 2014.

Tabla 2: Consumo de energía primaria en España (Mtep).

Año	Petróleo Mtep	Gas Mtep	Carbón Mtep	Nuclear Mtep	Hidráulica Mtep	Eólica, solar, geotérmica Mtep	Biomasa, y residuos Mtep	Total Mtep
2012	0,145	0,052	2,469	16,019	1,767	6,679	6,244	33,368
2013	0,385	0,050	1,688	14,785	3,163	7,663	6,014	33,748
Autoabastecimiento (%)	0,7	0,2	16	100	100	100	94	27

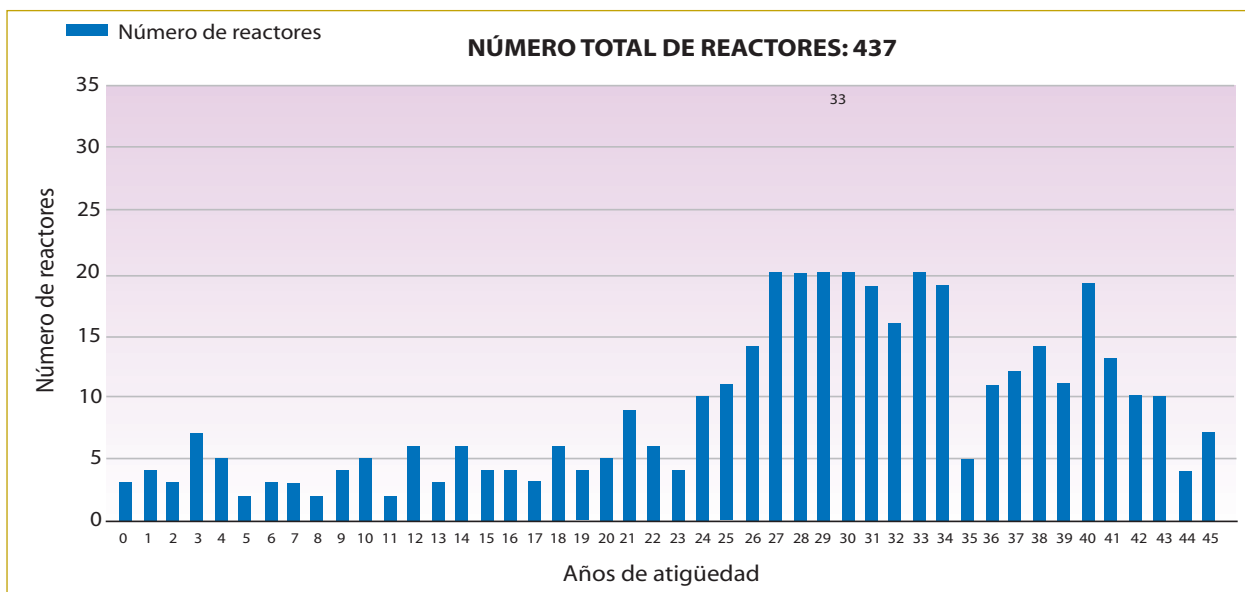
Fuente: Estadísticas MITYC y Energía 2014 de Foro Nuclear.

Tabla 3: Producción de energía primaria en España y grado de autoabastecimiento por fuente y total.

País	Producción eléctrica nuclear (neta) en 2013				En operación a 01.10.2014		En construcción a 01.10.2014		Planificadas a 01.10.2014		Propuestas a 01.10.2014	
	Núm.	MW	TWh	% del total	Núm.	Potencia neta, MW	Núm.	Potencia neta, MW	Núm.	Potencia bruta, MW	Núm.	Potencia bruta, MW
Alemania	9	12.068	92,1	15,4	9	12.068	-	-	-	-	-	-
Arabia Saudí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	17.000
Argentina	2	935	5,7	4,4	3	1.627	1	25	-	-	3	1.600
Armenia	1	375	2,2	29,2	1	375	-	-	1	1.060	-	-
Bélgica	7	5.927	40,6	52	7	5.927	-	-	-	-	-	-
Bangladesh	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.000	-	-
Bielorrusia	-	-	-	-	-	-	2	2.218	-	-	2	2.400
Brasil	2	1.884	13,8	2,8	2	1.884	1	1.245	-	-	4	4.000
Bulgaria	2	1.906	13,3	30,7	2	1.906	-	-	1	950	-	-
Canadá	19	13.500	94,3	16,0	19	13.500	-	-	2	1.500	3	3.800
Chile	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4.400
China	20	15.860	104,8	2,1	22	18.056	27	26.756	60	66.220	120	124.000
Corea del Norte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	950
Corea del Sur	23	20.739	132,5	27,6	23	20.721	5	6.370	6	8.730	-	-
Egipto	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.000	1	1.000
Emiratos A.U.	-	-	-	-	-	-	3	4.035	1	1.400	10	14.400
Eslovaquia	4	1.816	14,6	51,7	4	1.815	2	880	-	-	1	1.200
Eslovenia	1	688	5,0	33,6	1	688	-	-	-	-	1	1.000
España	8	7.567	54,3	19,7	7	7.121	-	-	-	-	-	-
Estados Unidos	100	98.560	790,2	19,4	100	99.081	5	5.633	5	6.063	17	26.000
Finlandia	4	2.752	22,7	33,3	4	2.752	1	1.600	-	-	2	2.700
Francia	58	63.130	405,9	73,3	58	63.130	1	1.630	1	1.720	1	1.100
Hungría	4	1.889	14,5	50,7	4	1.889	-	-	2	2.400	-	-
India	21	5.308	30,0	3,4	21	5.308	6	3.907	22	21.300	35	40.000
Indonesia	-	-	-	-	-	-	-	-	1	30	4	4.000
Irán	1	915	3,9	1,5	1	915	-	-	1	1.000	1	300
Israel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.200
Italia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Japón	50	44.215	13,9	1,7	48	42.388	2	2.650	9	12.947	3	4.145
Jordania	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.000	-	-
Kazajistán	-	-	-	-	-	-	-	-	2	600	2	600
Lituania	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.350	-	-
Malasia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2.000
México	2	1.330	11,4	4,6	2	1.330	-	-	-	-	2	2.000
Países Bajos	1	482	2,7	2,8	1	482	-	-	-	-	1	1.000
Pakistán	3	725	4,4	4,4	3	690	2	630	-	-	2	2.000
Polonia	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6.000	-	-
Reino Unido	16	9.231	64,1	18,3	16	9.243	-	-	4	6.680	7	8.920
República Checa	6	3.804	29,0	35,9	6	3.884	-	-	2	2.400	1	1.200
Rumanía	2	1.300	10,7	19,8	2	1.300	-	-	2	1.440	1	655
Rusia	33	23.643	166,8	17,5	33	23.643	10	8.382	31	32.780	18	16.000
Sudáfrica	2	1.860	13,6	5,7	2	1.860	-	-	-	-	6	9.600
Suecia	10	9.474	63,7	42,7	10	9.474	-	-	-	-	-	-
Suiza	5	3.308	25,0	36,4	5	3.308	-	-	-	-	3	4.000
Tailandia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5.000
Taiwán	6	5.028	39,8	19,1	6	5.032	2	2.600	-	-	-	-
Turquía	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4.800	4	4.500
Ucrania	15	13.107	78,2	43,6	15	13.107	2	1.900	2	1.900	11	12.000
Vietnam	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4.000	6	6.700
Total	437	373.326	2.359	-	437	374.504	72	70.461	174	161.270	301	331.370

Fuentes: OIEA, ATW, Foro Nuclear, World Nuclear Association.

Tabla 4: Centrales nucleares a finales de 2013 y a 01-10-2014 (en operación, en construcción, planificadas y propuestas).



Fuente: OIEA

Figura 2: Número de centrales nucleares por edad a 1.10.2014.

energía eléctrica por una cuantía de 0,57 Mtep, con un crecimiento del 39,8 %.

La producción nacional de energía primaria en 2013 ascendió a 36,74 Mtep, con un crecimiento del 1,1 %. El grado de **autoabastecimiento** es por tanto del 27,86 %. Esta producción propia se desglosa, en la Tabla 3.

La dependencia energética exterior de la economía española que asciende al 73 % es muy superior a la media de la UE-28 (53 %, en 2012).

IMPLANTACIÓN MUNDIAL DE LA ENERGÍA NUCLEAR

Parque nuclear y generación nucleoelectrónica en 2013

Como en 2012, a finales de 2013, había en el mundo 31 **países** con centrales nucleares, con un total de 437 unidades en **operación comercial** (Tabla 4). Y el número de reactores en **construcción** era de 71, cuatro más que el año anterior, repartidos en 15 países,

con una potencia neta total de 69.612 MW.

La potencia nuclear total neta instalada a finales de 2013 fue de 373.326 MW, 754 MW más que el año anterior y, como se refleja en la Tabla 4, la cifra de energía eléctrica neta generada llegó a los 2.359 TWh, 13 TWh superior a la de 2012. Dicha generación representó cerca del 11% del consumo mundial de electricidad. En el conjunto de la UE-28, la participación eléctrica nuclear en 2013 fue del 26,9 %, frente al 26,7 % del año anterior.

Al cierre de 2013, la energía eléctrica nuclear neta acumulada desde la conexión a la red del primer reactor nuclear en 1951 fue de 70.310 TWh, lo que traducido a tiempo de servicio del parque mundial representa una experiencia global de operación de 15.400 reactor x año. En cuanto a la defensa del medio ambiente, en 2013, las centrales nucleares evitaron 2.400 millones de toneladas de emisiones de CO₂ equivalente (MtCO₂) emitidas

a la atmósfera, lo que equivale al 7,2 % del total de las emisiones vertidas a la atmósfera en el año, que están alrededor de los 33.000 millones de toneladas. Esas cantidades anuales de emisiones evitadas son superiores a las exigencias contenidas en el protocolo de Kioto.

Es reseñable que en 2013, de los 31 países (Tabla 4) con centrales nucleares, 21 sobrepasan el 15 % de participación eléctrica nuclear y 12 superan el 25 %, destacando los europeos, Francia (73,3 %); Bélgica (52 %), Eslovaquia (51,7 %) y Hungría (50,7 %), y Ucrania con el 43,6 %. Los países con mayor número de plantas son: EE UU con 100 unidades ocupa el primer puesto, seguido de Francia (58), Japón (50), Rusia (33), Corea del Sur (23), India (21) y China (20).

Las 437 centrales en operación a finales de 2013 se dividen por tipo de central en seis grupos (entre paréntesis el número de unidades):

- PWR (273 unidades): incluye los reactores de agua a presión, modera-

Tipo de central	Núm. de unidades	Potencia neta total MW	Países
PWR	61	61.232	Brasil (1), Corea (5), China (26), Eslovaquia (2), EE UU (5), Finlandia (1), Francia (1), India (2), Pakistán (2), Rusia (9), Ucrania (2), Emiratos A.U. (3), Bielorrusia (2)
BWR	4	5.250	Japón (2), Taiwán (2)
PHWR	5	2.520	India (4), Argentina (1)
FBR	2	1.259	India (1), Rusia (1)
HTGR	1	200	China (1)
Total	72	70.461	16 países

Fuente: OIEA

Tabla 5: Centrales en construcción en el mundo a 01.10.2014.

dos y refrigerados por agua a presión y los del tipo PWR-VVR.

- BWR (84): reactores de agua en ebullición y los avanzados de origen americano (ABWR).
- PHWR (48): reactores de agua a presión como refrigerante y agua pesada como moderador.
- GCR (15): reactores refrigerados por gas y moderados por grafito de origen británico; incluye el tipo avanzado AGR.
- LWGR (o RBMK) (15): reactores refrigerados por agua en ebullición y moderados por grafito.
- FBR (2): Reactores reproductores rápidos refrigerados por sodio.

En 2013, fueron cuatro los reactores que **iniciaron su operación comercial** (tres en China y uno India, con una potencia total de 3.917 MW); cuatro sufrieron **parada definitiva** (EE UU) totalizando 3.576 MW; y nueve unidades (10.312 MW) **iniciaron su construcción** (EE UU (4), China (2) y Emiratos, Bielorrusia y Corea). A final de 2013 había 72 unidades en construcción, que se distribuían entre 15 países, de los que resaltaremos: China, con 26 plantas; Rusia, con 11; India, 7 y Corea del Sur, 4.

Situación actual (01.10.2014)

En lo que va del año 2014, tres centrales se ha **conectado a la red**, una en Argentina y dos en China, que en conjunto suman 2.710 MW, y otras tres han **iniciado su construcción**, totalizando 2.479 MW: una en los Emiratos Árabes Unidos, otra en Bielorrusia y, la tercera, en Argentina (25 MW), no habiéndose producido ninguna **parada definitiva**, si bien una planta entró en parada indefinida (Garoña, España, 446 MW).

Como se muestra en la Tabla 4, el parque mundial a 1.10.2014 se sitúa en 437 unidades en operación, con una potencia neta total de 374.504 MW, lo que supone un crecimiento respecto del año anterior por estas mismas fechas, que se refleja en tres plan-

tas más y un aumento de potencia de 3.961 MW. El parque de plantas **en construcción**, con 72 unidades y una potencia neta total de 70.461 MW MW, supera el existente en octubre de 2013 en tres unidades y 3.265 MW.

La Figura 2 muestra el número de centrales por edad. Se aprecian dos máximos a mediados de las décadas de 1970 y 1980, como resultado del aumento en la construcción a raíz de las conocidas crisis del precio del petróleo.

En la Tabla 5 se reflejan las 72 unidades en construcción por países y tipo de reactores.

En 16 países se están construyendo centrales nucleares, uno más que el año anterior, Bielorrusia, con dos unidades, destacando China con 27 centrales en construcción y Rusia con diez. Le siguen India con seis y EE UU y Corea del Sur con cinco por país.

Extensión de vida de las plantas

En la mayoría de los países, entre ellos España, se han implantado programas de extensión de vida de sus centrales nucleares. En la actualidad, en EE UU, 69 de sus 100 plantas en operación han recibido autorización de explotación a 60 años y otras 25 han presentado su solicitud a la NRC para exploración a largo plazo o están en proceso de petición (US-NRC, OIEA y Foro). Asimismo, en EE UU se ha solicitado licencia combinada (autorización para construir y operar) para la construcción de 11 nuevas centrales (US-NRC, Foro). En España, persiste la incertidumbre sobre la continuidad de la central de Santa María de Garoña.

Clausura de centrales

Desde el inicio de la explotación comercial de la primera planta nuclear (1951) hasta el 1.10.2013, se han desmantelado y clausurado un total de 149 plantas nucleares de 19 países, que totalizan una potencia de 56.927 MW. Sobresalen EE UU, con 32 unida-

des, Reino Unido (29), Alemania (27), Francia (12) y Japón (11). Le siguen Canadá (6), Rusia (5), Italia, Bulgaria y Ucrania, con 4 unidades por país; Suecia y Eslovaquia, con 3 cada una, Lituania y España, con dos, y Armenia, Bélgica, Kazajistán, Países Bajos y Suiza, con una planta por país. En España se han clausurado dos plantas: Vandellós I (GCR, 500 MW) y José Cabrera (PWR, 150 MW), en 1989 y 2006, respectivamente. Sin embargo, Nuclenor acaba de enviar la documentación requerida para reabrir la planta hasta 2031.

Indicadores de funcionamiento

Una de las grandes ventajas de las centrales nucleares es su alta disponibilidad. En la Tabla 6 se muestran los indicadores de funcionamiento promediados por año e integrales a lo largo del tiempo de las plantas nucleares del mundo, desde su conexión a la red eléctrica hasta nuestros días. Los valores integrales tienen en cuenta a todas las plantas (en funcionamiento, paradas y desmanteladas) desde el inicio de su conexión a la red.

En la serie histórica, se observa una mejora de todos los indicadores de funcionamiento de las plantas a escala mundial, a excepción de los últimos años debido a la parada de los reactores japoneses tras Fukushima. En España los resultados mejoran claramente la media mundial, tanto en los valores anuales, como en los integrales del parque mundial de centrales, donde se sitúa entre los diez primeros puestos.

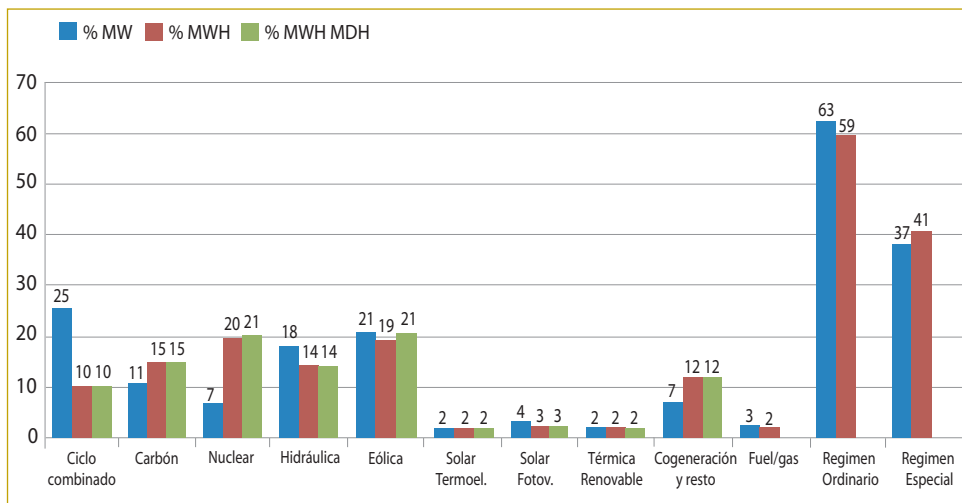
CENTRALES NUCLEARES PLANIFICADAS Y PROPUESTAS

En el momento actual, hay 174 plantas **planificadas** en el mundo, de una potencia bruta total de 191.270 MW y 301 **propuestas** de 331.370 MW (*World Nuclear Association*), Tabla 4. Los países con más expectativas son

Año	Núm. de plantas en operación con datos	Factor de carga %	Factor de operación %	Factor de disponibilidad %	Factor de indisponibilidad no programada %
2011	444	77,4	80,2	78,7	3,8
2012	436	72,2	74,6	73,5	4,5
2013	437	72,6	74,2	73,5	4,4
España	10	87,5	89,4	88,5	3,2
Factores integrales incluidas todas las centrales en operación y paradas desde el inicio de la operación comercial hasta finales de 2013 (mundial y España)					
Mundial	538	-	78,2	77,1	6,3
España	10	-	84,9	84,1	4,4

Fuente: OIEA, Foro Nuclear

Tabla 6: Indicadores de funcionamiento de las plantas nucleares a escala mundial.



% MW. Porcentaje de potencia total instalada

% MWh. Porcentaje de la demanda total de energía eléctrica cubierta.

% MWh/MDH. Porcentaje de la demanda de energía eléctrica cubierta en el día de la máxima demanda horaria.

Figura 3. Utilización de las fuentes de energía eléctrica en España en 2013 (Fuente: Foro Nuclear, Energía 2014).

China, con 184 unidades, Rusia (46), India (57), Rusia (49), EE UU (22), Arabia Saudita (16), Ucrania (13), Japón (12), Reino Unido y Emiratos AU, con 11, Vietnam (10), Turquía (8), Corea del Sur, Polonia y Sudáfrica, con 6, y Canadá, Indonesia y Tailandia, con 5. Doce países de la UE-28 han anunciado la construcción de un total de 34 plantas, y cinco no prevén nuevas unidades (Alemania, Bélgica, España, Italia y Suecia). Por otra parte, dieciséis nuevos países desean iniciar la vía nuclear, totalizando la construcción de 81 nuevas plantas.

PANORAMA ENERGÉTICO ESPAÑOL

En 2013, la **producción eléctrica** neta en España fue de 273.713 GWh, lo

que ha supuesto una disminución del 3,4 % respecto del año anterior (REE, Informe Anual). Las instalaciones del régimen ordinario representan el 58,7 %. La **demanda de energía eléctrica** ha decrecido el 2,3 % por razones de índole económica, situando el consumo en niveles similares a los del año 2006. El saldo eléctrico fue exportador de 6.732 GWh.

La **aportación nuclear** alcanzó 56.734 GWh, es decir el 20,6 % del total, con un decrecimiento del 7,6 %. Este resultado se debe a que cinco reactores de los ocho existentes realizaron parada de recarga de combustible y mantenimiento: Cofrentes, Vandellós II, Almaraz II, Ascó II y Trillo. Se une a ello, que Almaraz I conclu-

yó el 10 de enero la iniciada el año 2012 y que Sta. M.^a de Garoña se encuentra en parada administrativa. Las centrales españolas acometen el programa de mejoras preventivas determinadas por las pruebas de estrés acordadas por el OIEA tras el accidente de Fukushima. Tras la fase de análisis terminada en 2012, las mejoras deberán concluirse en 2016. También hay que citar que continúan, según el programa de Enresa, los trabajos para la construcción del Almacenamiento Temporal Centralizado (ATC) de combustible usado en Villar de Cañas, (Cuenca).

La **potencia eléctrica total instalada** a finales de 2013 era de 108.265 MW (según REE), un 0,7% superior a 2012 (Endesa), siendo de 7.865 MW la parte correspondientes a las **nucleares**, lo que representa el 7,26% del total. La contribución de las diferentes fuentes de energía (mix energético) que constituyen el sistema eléctrico español, se muestra en la Figura 3.

Emisiones de CO₂

El protocolo de Kioto fijó como objetivo la reducción en un 5,2 % de las emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo, con relación a los niveles de 1990, durante el periodo 2008-2012. Fue firmado en 1997 por la mayoría de los países industrializados, y afecta sólo al 15 % de las emisiones mundiales en países mayormente de la OCDE. La UE, que ya ha logrado una reducción del 12 % en las emisiones de CO₂ con respecto al valor de 1990, se ha marcado el objetivo de alcanzar el 40 % en 2030, pero de forma distribuida entre todos los países, incluyendo este logro en la futura Cumbre del Clima de 2015 en París. Además de alcanzar un 27 % de energía renovable.

La **última Cumbre del Clima** de las Naciones Unidas (COP19)

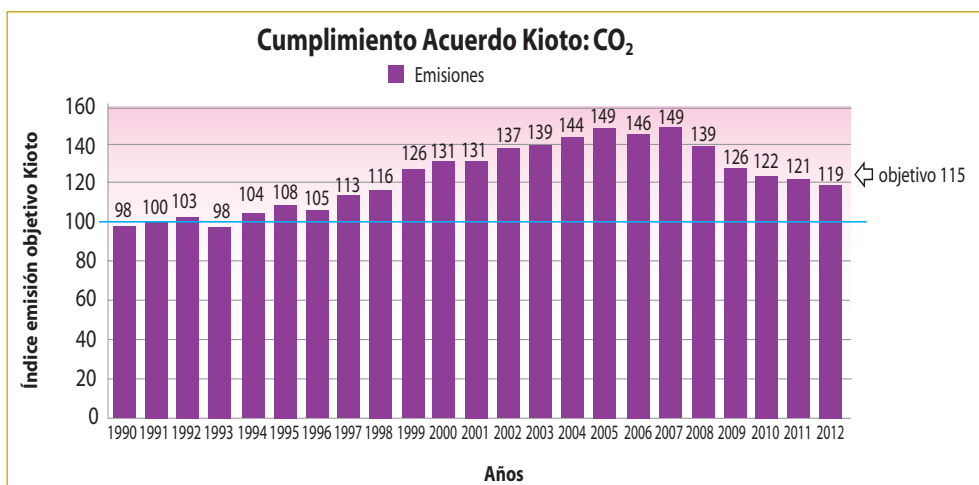


Figura 4: Evolución de las emisiones de CO₂ equivalentes en España respecto al valor del 100 % de referencia. (Fuente: Foro Nuclear: Energía 2014).

Central	Potencia MWe	Factor de carga %	Factor de operación %	Factor de disponibilidad %	Factor de indisponibilidad no programada %	Producción bruta GWh
Sta. Mª de Garoña	466,0	-	-	-	-	-
Almaraz I	1.049,4	86,96	89,97	88,37	8,33	7.993,9
Almaraz II	1.044,5	84,19	86,26	85,94	3,50	7.702,69
Ascó I	1.032,5	100	100	99,96	0,00	9.055,36
Ascó II	1.027,2	84,39	85,60	84,55	2,14	7.602,44
Cofrentes	1.092,0	87,03	89,05	88,07	0,11	8.325,31
Vandellós II	1.087,1	84,76	87,71	85,93	3,25	8.071,57
Trillo	1.066,0	85,59	87,40	86,54	4,82	7.992,11
Total 2013	7.864,7	87,54	89,40	88,45	3,16	56.743,39
Total 2012	7.786,7	88,82	90,60	89,84	1,33	61.360,33

(Fuente: Foro Nuclear. Resultados y perspectivas nucleares 2013. Junio 2014).

Tabla 7: Resultados de funcionamiento del parque nuclear español en 2013.

celebrada en Varsovia entre el 11 y el 22 de noviembre de 2013, la 19ª de las celebradas, congregó a cerca de 200 países. En la anterior, Doha 2012, los países desarrollados acordaron crear un “fondo verde del clima” mediante aportaciones hasta alcanzar los 100.000 millones de dólares en 2020. En Varsovia se reconoció contener en 2°C el aumento de la temperatura global de la Tierra, umbral a partir de cual se estima que existe un grave riesgo de desestabilización del sistema climático. Y ahora se trata de prorrogar hasta 2020 el Protocolo de Kioto e involucrar a todos los países, desarrollados y no desarrollados.

También, en la reunión de Varsovia hubo avances para alcanzar un **nuevo pacto que incorpore a todos los países** en la financiación de proyectos para la reducción de emisión de gases que podría firmarse en la reunión de París en 2015. La involucración de los países en rápido crecimiento como China e India fue objeto de controversia con los países desarrollados. El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) sostiene la responsabilidad de la actividad humana en la aceleración del cambio climático.

Las emisiones por combustibles fósiles alcanzaron los 35.094,4 millones de toneladas de CO₂, un 2,1% más que en 2012, con mayor crecimiento en los países no pertenecientes a la OCDE (un 3,1 %) que en los de esta organización (un 0,7 %) (www.BP.com).

La Figura 4 ofrece la evolución de las emisiones en España y el grado de cumplimiento del acuerdo de Kioto que permite un incremento del 15 % (índice 115) respecto a la emisión anual considerada como base de 289,773 MtCO₂. La estadística del Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente llega hasta 2012, año en que se contabilizaron 346,1 MtCO₂, lo que supone un índice de emisión del 119 superior al 115 del acuerdo. En el periodo de re-

ferencia 2008-2012, las emisiones han desbordado el objetivo Kioto en 150 MtCO₂ y una desviación media del 9%.

Las emisiones por generación eléctrica en 2013, en datos de REE, fueron de 61,4 MtCO₂, un 23,1 % inferiores a las de 2012, y tienen su origen en la caída de la producción de las centrales con combustibles fósiles, sobre todo de carbón con un decrecimiento del 32 % y en la mayor utilización de la hidráulica y eólica (véase Tabla 2). El 60 % de la generación eléctrica provino de fuentes libres de emisiones de CO₂ (nuclear, hidráulica, eólica y solar), cuya potencia instalada suma el 54 % del total del parque eléctrico nacional. Las nucleares evitaron emisiones de unos 41 MtCO₂, lo que supone un ahorro de unos 183 millones de euros (el precio medio de los derechos de emisión en 2013 fue 4,45 euros por tonelada de CO₂, con una oscilación entre 6,43 y 2,70 € en datos del Boletín mensual de estadística del Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente). Las emisiones evitadas se han estimado en el supuesto de que la energía nuclear fuera sustituida por carbón y gas en las proporciones de producción alcanzadas en 2012, teniendo en cuenta las respectivas tasas de generación de CO₂ de ambos combustibles fósiles.

Índices de funcionamiento de las centrales nucleares españolas

En la Tabla 7 se presentan los resultados de funcionamiento de las plantas españolas durante 2013 y su comparación con los del año anterior.

Los factores de carga, operación y disponibilidad del parque nuclear español mantienen valores próximos al 90%, que evidencian comportamientos técnicos plenamente satisfactorios.

CONSIDERACIONES FINALES

En 2013 ha crecido el consumo energético mundial de energía primaria en un 2,3, especialmente en las

economías emergentes, aunque a un menor ritmo, y en los países OCDE lo hacía crecía un 1,2 %. En España disminuía el 6,04 %. Los combustibles fósiles aumentaron todos su producción respecto a 2012, cubriendo el 87 % del consumo mundial. Las renovables (fotovoltaica, eólica y geotérmica) crecieron en un 16 %, sobre todo la fotovoltaica y eólica. El 65 % de la generación eólica se desarrolla en EE UU, China, Alemania y España y el 78 % de la fotovoltaica en Alemania, Italia, España, China, Japón y EE UU. Se mantiene el peso de la energía renovable en el consumo mundial en un 2 %.

El parque nuclear mundial ha vuelto a un moderado ritmo de crecimiento pese a la repercusión del accidente de Fukushima-Daiichi. En síntesis, a 1.10.2014 existen en el mundo 437 unidades en operación (tres más que en esta misma fecha del año anterior), repartidas en 31 países; 72 plantas en construcción (tres más que en el periodo anterior), destacando 27 en China, diez en Rusia, seis en India y cinco en EE UU, y un nuevo país, Bielorrusia, se incorpora con dos unidades. Hay que resaltar la política de la mayoría de los países de prolongar la vida de sus plantas hasta los 60 años y más allá, en particular EE UU, así como la vuelta de este país a construir nuevas centrales nucleares.

En cuanto al futuro de la energía nuclear, resulta significativo observar el elevado número de plantas planificadas (174 unidades) y propuestas (301 unidades), distribuidas en 43 países (doce de la UE-28), de los que 16 se incorporarían por primera vez a esta tecnología. Debe destacarse el protagonismo de China en la energía nuclear. El gigante asiático está importando algunos de los diseños más avanzados y puede liderar a nivel mundial la energía nuclear para 2020, gracias a un ambicioso plan de acción que finalizará en 2015. ■