

EXPERIENCIA DE LA EXPLOTACION DE LA CENTRAL NUCLEAR DE SANTA MARIA DE GAROÑA

EXPLOTACION

Felipe GALAN

DESCRIPCION

La Central Nuclear de Santa María de Garoña es propiedad de la empresa Centrales Nucleares del Norte, S. A. (NUCLENOR).

Se encuentra emplazada en la Provincia de Burgos, término de Santa María de Garoña de donde toma el nombre.

El reactor es del tipo de agua en ebullición (BWR) diseñado por General Electric. Tiene una potencia térmica de 1.380 Megawatios que corresponden a 460 Megawatios de potencia eléctrica bruta y 440 Megawatios de potencia neta. El núcleo del reactor está constituido por 400 elementos que contienen óxido de uranio, ligeramente enriquecido, con un peso total aproximado de 72 toneladas de uranio. El control se realiza por medio de 97 barras cruciformes que contienen carburo de boro. El moderador y refrigerante es agua de gran pureza química que circula en régimen forzado a través del núcleo.

El caudal de vapor saturado a 70 kg/cm² de presión es, aproximadamente, 2.500 Tm/h. que va en ciclo directo a la turbina. Esta es del tipo «tandem-compound» con un cuerpo de alta presión y dos de baja.

Para la refrigeración en el condensador principal se toma el agua del río Ebro.

El caudal de enfriamiento se emplea asimismo en la dilución de los efluentes radiactivos líquidos, resultantes de los sistemas de tratamiento con que está dotada la Central.

Los edificios del reactor, turbina y tratamiento de residuos radiactivos conducen su ventilación a través de una chimenea que descarga a una altura de 103 m. sobre el nivel del suelo. Este caudal de ventilación se emplea para la dilución y dispersión de los efluentes radiactivos gaseosos resultantes de los sistemas de tratamiento.

RESULTADOS RESUMIDOS DE EXPLOTACION

El reactor fue hecho crítico, por vez primera, el día 5 de noviembre de 1970 y la primera sincronización a la red tuvo lugar el día 2 de marzo de 1971.

Después de completado el oportuno período de pruebas, se inició la explotación comercial el día 11 de mayo de 1971.

Actualmente la Central se encuentra en su onceavo ciclo de operación.

T. I

Factores de explotación de la Central Nuclear de Santa María de Garoña desde el comienzo de la operación comercial

Año	Factor de utilización (%)	Factor de acoplamiento a la red (%)	Energía eléctrica generada (millones kwh)
1971	58,46	—	1.516,6
1972	66,24	—	2.668,9
1973	61,56	74,75	2.480,6
1974	59,03	73,69	2.378,6
1975	72,04	81,05	2.902,9
1976	74,76	80,13	3.020,7
1977	47,79	54,16	1.925,8
1978	81,88	84,57	3.299,6
1979	61,84	66,02	2.492,1
1980	20,39	21,93	823,8
1981	83,33	86,76	3.357,9
Desde el comienzo de la explotación hasta el 30-11-82	61,34	68,82	28.727,6

DEFINICIONES:

Factor de utilización (%)		$\frac{\text{Energía eléctrica bruta realmente generada en un período de tiempo}}{\text{Energía eléctrica bruta nominal correspondiente al mismo período de tiempo}} \times 100$	
Factor de acoplamiento a la red (%)		$\frac{\text{Número total de horas que el generador ha estado acoplado a la red en un período de tiempo}}{\text{Número total de horas de dicho período}} \times 100$	

T. II

Efluentes radiactivos de la Central Nuclear de Santa María de Garoña desde el comienzo de la operación comercial.

Año	Vertidos líquidos excepto H ³ (Ci)	Límite anual excepto H ³ (Ci)	Vertido medio anual de gases nobles (mCi/s.)	Límite medio anual (mCi/s.)
1971	47,4	74	46,7	600
1972	36,3	74 (1) 30	64,4	600 (1) 60
1973	59,4	30	67,6	60 (2) 100
1974	54,9	30	59,1	100 (3) 80
1975	8,70	30	45,7	80
1976	0,927	30 (4) 15	6,6	80
1977	0,644	15 (5) 3	1,1	80 (5) 10
1978	0,410	3	0,6	10
1979	0,368	3	0,4	10
1980	0,471	3	0,1	10
1981	0,132	3	0,4	10
1982	0,250	3	0,2	10
(Hasta el 30-11-82)				

(1) Válidos hasta el 28-7-72.

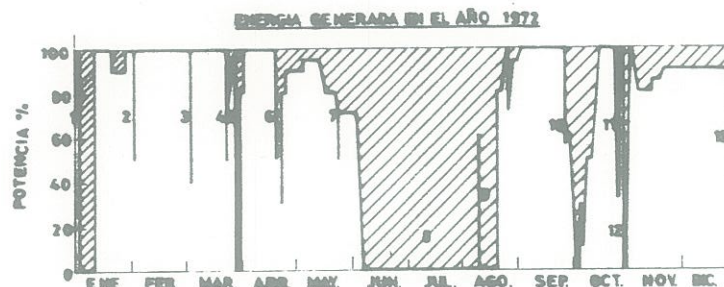
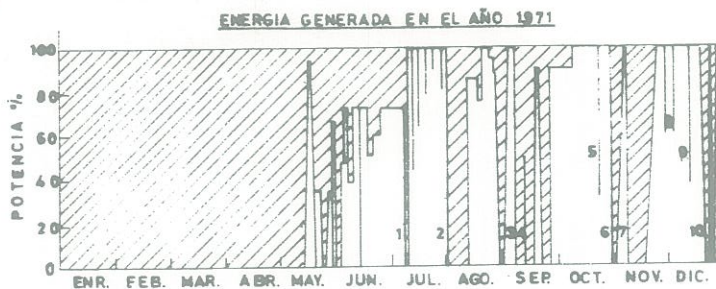
(2) Válido hasta el 13-2-73.

(3) Válido hasta el 19-6-74.

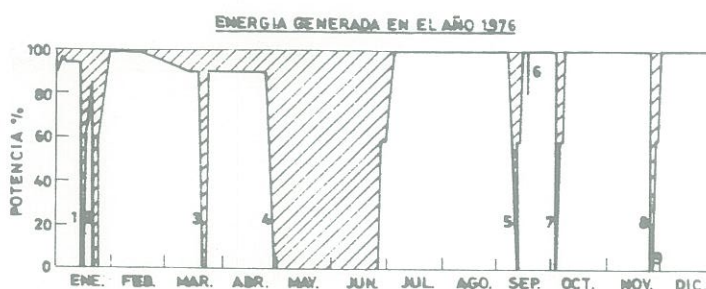
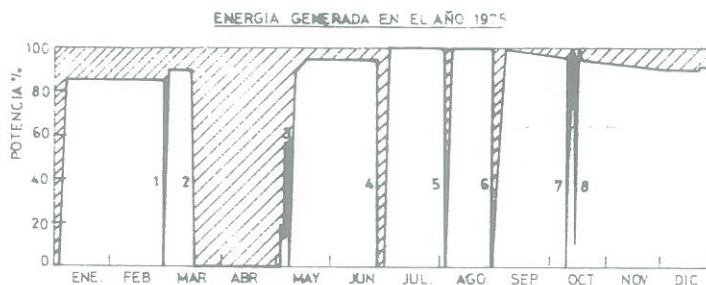
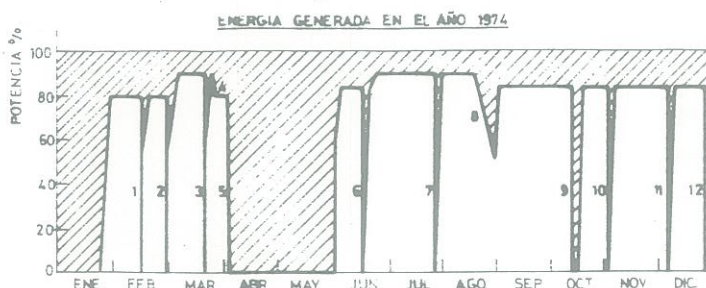
(4) Válido hasta el 12-1-76.

(5) válidos hasta el 31-1-77.

FI



FII



En la tabla I se recopilan los factores de explotación anuales desde el comienzo de la operación comercial. Asimismo, se incluyen en dicha tabla, la energía eléctrica generada anualmente y el valor total acumulado desde el origen hasta el día 30 de noviembre de 1982.

Los gráficos de las figuras 1, 2, 3 y 4 muestran la evolución anual de la potencia.

En estos gráficos se puede apreciar la larga duración de las paradas correspondientes a los años 1977, 1980 y 1982, lo que justifica los factores de utilización tan bajos que fueron alcanzados en esos años.

En la tabla II se recopilan los efluentes radiactivos de la Central, tanto líquidos como gaseosos. Al mismo tiempo se han anotado los límites vigentes para cada año. De este modo, la tabla permite seguir, comparativamente, la evolución de dichos vertidos frente a los límites correspondientes.

Aquí se pone de manifiesto uno de los mayores logros en la mejora de la explotación de la Central, que ha tenido como consecuencia la drástica reducción de los vertidos radiactivos.

Actualmente la Central opera sin restricciones por este concepto, ya que los niveles de emisión están muy por debajo de los límites.

INCIDENCIAS OPERATIVAS MAS DESTACADAS Y MEJORAS TECNOLOGICAS INTRODUCIDAS

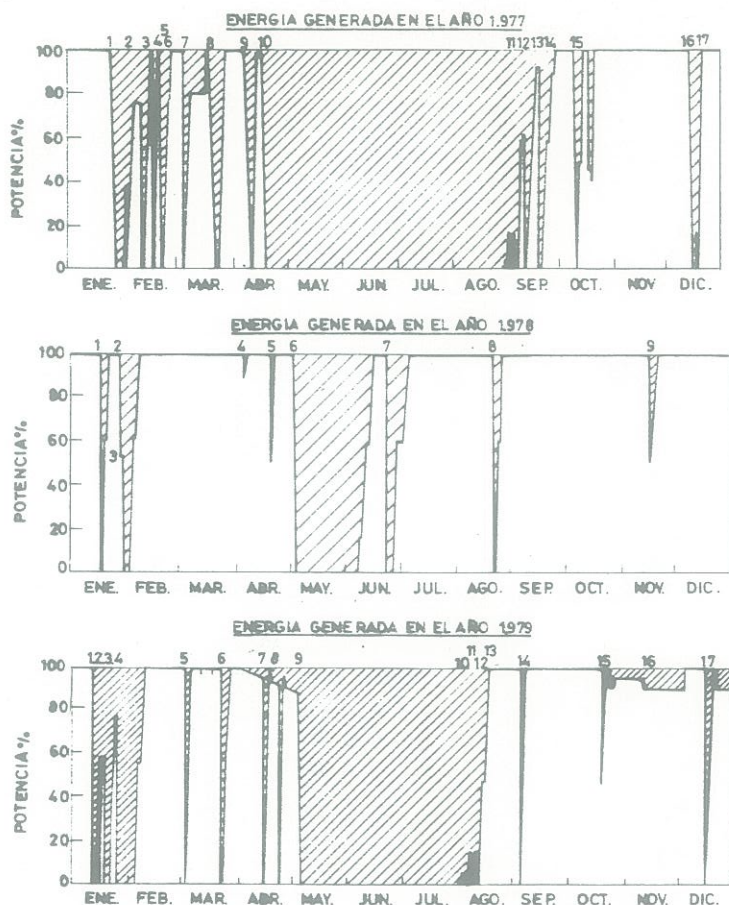
Entre los hechos más significados por haberse traducido en reducciones del factor de utilización, así como por haber representado la incorporación de mejoras tecnológicas a la Central se pueden señalar:

Elevado nivel de actividad en las emisiones gaseosas

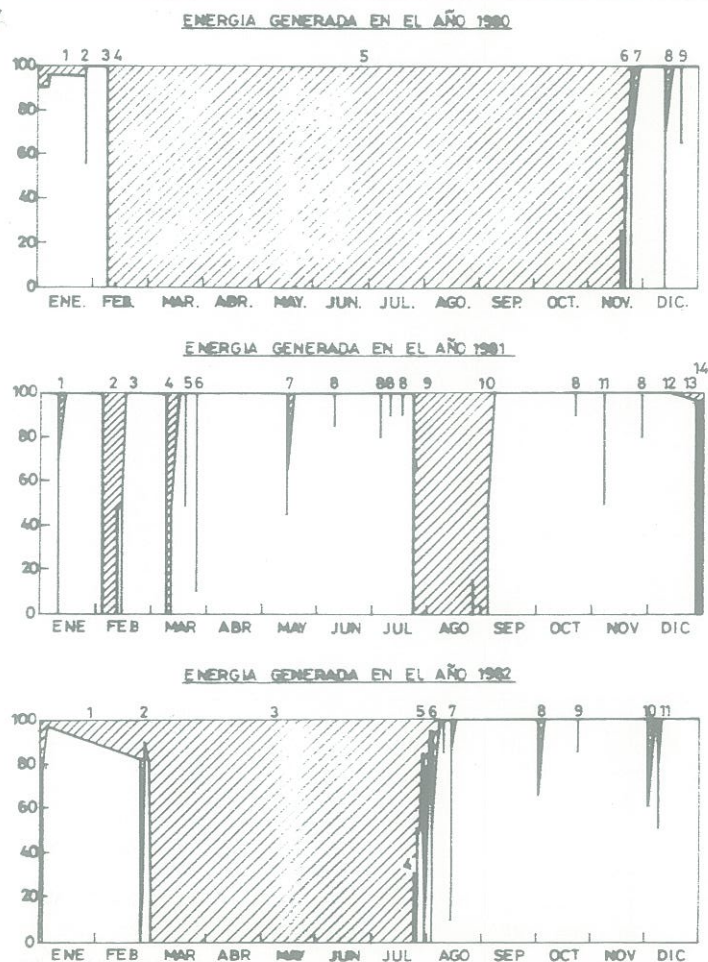
Constituyó una importante limitación durante los ciclos 2.º, 3.º y 4.º. Para no superar los límites impuestos por las Especificaciones de Funcionamiento, la Central hubo de operar durante largos períodos sin sobrepasar el 80-90 % de su potencia nominal.

Actualmente, la Central opera sin limitaciones de carga con un nivel de emisión 40 veces menor (en operación al 100 %) que el límite medio anual, aunque éste a su vez ha sufrido las reducciones que se ponen de manifiesto en la tabla II.

F III



F IV



Esto se ha logrado por la intervención simultánea de diversos factores, a saber:

- Mejoras de diseño y fabricación del combustible.
- Perfeccionamiento de los procedimientos operativos de la Central.
- Instalación de un sistema de tratamiento de efluentes gaseosos.

Los dos primeros factores han hecho que el escape de productos radiactivos desde el combustible disminuya al reducirse el número de elementos fallidos. El tercer factor ha actuado directamente sobre los gases radiactivos para disminuir su actividad antes de su vertido a la atmósfera.

Problemas de materiales en circuito primario

Se trata de problemas que han afectado, de manera general a varias centrales nucleares del tipo de agua en ebullición.

Particularmente en el caso de la central nuclear de Santa María de Garoña se han detectado algunos casos que han tenido una incidencia importante en la pérdida de generación de energía.

Los fallos producidos no afectan a la seguridad de la Central, sin embargo, por producirse en el circuito primario e incluso en el interior de la vasija del reactor, las reparaciones que han sido necesarias han obligado a realizar paradas largas y emplear técnicas sofisticadas.

Así, por ejemplo, en varias centrales americanas se han detectado grietas en las toberas de entrada del agua de alimentación a la vasija. Esto ha obligado a realizar inspecciones de las propias toberas y además cambios en los rociadores que distribuyen el agua de alimentación.

Si bien en la central de Santa María de Garoña no se detectaron las grietas que dieron origen a las inspecciones, se encontraron otras faltas de material que introdujeron un alargamiento considerable en la parada del año 1977.

En paradas sucesivas se han realizado nuevas inspecciones, tanto de las toberas como de los rociadores, habiéndose sustituido algunos de ellos.

Otro problema genérico que ha tenido una incidencia considerable en el factor de explotación de la Central ha sido la aparición de grietas por corrosión intergranular del acero inoxidable, tipo 304, sometido a tensiones.

Por este motivo, hubieron de sustituirse piezas del material de transición que une las tuberías con las toberas de entrada del agua de recirculación a la

T. III

Dosis recibidas y trabajadores empleados por la Central Nuclear de Santa María de Garoña a lo largo de su período de explotación.

Año	Rem-hombre	Número de personas	
		Contrata	Plantilla
1972	106	252	97
1973	178	177	118
1974	336	212	164
1975	432	342	150
1976	586	457	158
1977	699	690	190
1978	406	409	191
1979	573	537	192
1980	1.563	1.186	192
1981	294	350	192
1982	913	906	194

vasija. Esta fue la causa de la larga parada de 1980.

Asimismo una grieta de este tipo en el alojamiento del accionador de una barra de control ha desencadenado la inspección masiva del resto de los alojamientos de los accionadores. Esto, junto con la reparación del afectado por la grieta, aumentó de forma considerable la duración de la parada de 1982.

Otro problema de corrosión intergranular provocó el fallo del yugo de una de las bombas de chorro que distribuyen el caudal de refrigeración del núcleo. Su reparación alargó la parada del año 1979 y en paradas posteriores se han realizado inspecciones y sustituciones de estas piezas en el resto de las bombas.

Para no extender demasiado estas consideraciones baste con decir que a lo largo de la vida de la Central se han abordado inspecciones y reparaciones en estrecho contacto con la vasija del reactor que, si bien han tenido el efecto negativo de pérdidas importantes de producción de energía, al mismo tiempo han demostrado la existencia de medios técnicos y humanos para aplicar con éxito las mejores innovaciones tecnológicas en condiciones radiológicas no probadas anteriormente.

Otras innovaciones y reformas importantes

La inexistencia de una política de gestión de residuos sólidos a nivel nacional ha obligado, a las centrales, a buscar soluciones temporales.

Por este motivo, NUCLENOR, construyó en su propio recinto un almacenamiento transitorio de residuos sólidos.

También dentro del campo de los residuos radiactivos es importante destacar el considerable esfuerzo realizado para lograr una reducción de los vertidos líquidos hasta los niveles actuales. Esto ha supuesto una dedicación continua para mejorar su gestión, así como considerables inversiones en equipos y sistemas de tratamiento.

En cuanto a los elementos combustibles irradiados, retirados del núcleo, como no existe por el momento una vía de salida para su reprocesamiento, Nucleonor está abordando la ampliación de la capacidad de almacenamiento de la piscina de la Central.

Actualmente la Central aborda un programa global de revisión para evaluar sus condiciones de seguridad conforme a las revisiones más recientes de la normativa nuclear.

Finalmente hay que decir que las sustanciales renovaciones y mejoras incor-

poradas a la Central han supuesto un considerable esfuerzo, tanto desde el punto de vista técnico como el económico. Esto se ha manifestado incluso en el personal de plantilla que se ha duplicado con relación al que tenía la Central en su arranque. Al mismo tiempo se ha incrementado la capacidad de apoyo técnico por el aumento del personal de Ingeniería de la Oficina Técnica de Nucleonor.

ASPECTOS RADIOLOGICOS Y DE SEGURIDAD

Uno de los aspectos más destacables en la experiencia de la explotación de la Central Nuclear de Santa María de Garoña es la ausencia de incidentes radiológicos de importancia, así como un alto grado de seguridad en los aspectos convencionales del trabajo.

Esto se ha logrado por el empleo conjunto de medios técnicos y humanos.

El control radiológico abarca tanto la dosimetría personal como de ambientes, clasificación de las zonas de trabajo de la Central, vigilancia y control de los trabajos radiactivos, etc.

En la tabla III se muestra la evolución de las dosis anuales recibidas por todas las personas que han participado en trabajos dentro de zona controlada. Puede observarse la especial incidencia, tanto en dosis como en personas de las principales paradas habidas por los motivos ya reseñados en el capítulo anterior.

INFLUENCIA EN EL EXTERIOR

Aquí hay que considerar dos aspectos:

— Por una parte, en lo que se refiere a influencia radiológica. Los estudios anuales demuestran que la operación de la Central no ha variado de forma apreciable el nivel de radiactividad de los alrededores de la Central. Para efectuar estos estudios se utiliza una red de puntos de medida de dosis directa y de recogida de muestras de todo tipo.

— Por otro lado, en lo que se refiere al público de la zona, se observa un grado de aceptación más que notable. En esto influye, sin duda, el hecho de que la Central lleve operando más de

diez años con absoluta normalidad. Quizá lo más destacable entre esta población sea su deseo de incorporarse con una mayor participación a las labores de la Central.

En cuanto al público en general, Nucleonor viene realizando una importante labor divulgativa atendiendo un considerable número de visitas en grupos organizados a los que se muestra la Central y se informa de cuantas dudas o inquietudes manifiestan.

PERSPECTIVAS DE FUTURO

En orden a mejorar los factores de explotación en los próximos años, se piensan realizar ciclos de mayor duración (18 meses), al mismo tiempo para lograr un mayor aprovechamiento del uranio se emplearán técnicas de «coast-down». El ciclo actual de operación es ya un paso intermedio hacia los de 18 meses.

Aunque el mundo nuclear se ve sometido a un continuo incremento en el nivel de exigencias que se impone a la operación de las centrales, la Central Nuclear de Santa María de Garoña ha demostrado un suficiente grado de adaptación como para que se pueda contemplar su futuro con un razonable optimismo.

Se han introducido cuantas mejoras han sido necesarias, se han realizado las más variadas y complejas tareas que han surgido con motivo de averías o modificaciones y se ha ido incrementando el número de personas cualificadas, tanto para la operación como para su respaldo técnico.

Por tanto, es razonable suponer que en los próximos años se pueda mantener e incluso superar el rendimiento y grado de seguridad alcanzados desde el arranque de la planta.

REFERENCIAS

Los datos incluidos en este informe proceden de documentación propiedad de la empresa Centrales Nucleares del Norte, S. A. (NUCLENOR).

En su mayoría son de informes a organismos oficiales, tanto nacionales como extranjeros, así como del Informe Final de Seguridad.