

RESULTADOS DE EXPLOTACIÓN

OPERATING RESULTS

Un repaso a dieciocho años
de operación a través de los
indicadores de funcionamiento
más significativos

*A review of eighteen years of operation
based on the most significant performance
indicators*

La Central Nuclear de Cofrentes cumple este mes de octubre 18 años de funcionamiento. Esta trayectoria viene avalada desde el origen por unos excelentes resultados de explotación y es un motivo de orgullo profesional para quienes, a lo largo de estos años, hemos vivido día a día su evolución.

Este artículo aborda los hitos más significativos de la Central desde su construcción hasta hoy, diferentes apartados que van desde los indicadores de funcionamiento más relevantes, hasta aspectos tan específicos como la optimización de los tiempos de recarga.

This month, the Cofrentes Nuclear Power Plant celebrates its 18th year of operation, this path is supported from source by excellent operating results and is cause for the professional pride of those who, throughout the years, have been involved on a day-to-day basis in its evolution.

This article describes the Plant's most significant milestones from the time of its construction up to the present. The different sections cover everything from the most relevant performance indicators to such specific aspects as optimization of refueling times.

*De izquierda a derecha. From left to right:
Manuel Rodríguez López, José Pedro Feijó
Romeu, Eduardo Sollet Sañudo, Juan de Dios
Sánchez Zapata, Ramiro Fragjo Rodríguez,
Pedro García Vidal y Julio Belinchón Vergara.*



HITOS DE CN COFRENTES

La Central Nuclear de Cofrentes está situada a 2 kilómetros del pueblo de Cofrentes en la provincia de Valencia, en la cola del embalse de Embarcaderos, margen derecha del río Júcar muy cerca de su confluencia con el Cabriel.

Se encuentra asentada en una explanada junto al río, a unos 40 metros por encima del nivel medio de las aguas del Júcar (cota 372 metros

sobre el nivel del mar). La superficie del emplazamiento es de 300 Ha.

Las localidades más cercanas son Cofrentes, al norte, y Jalance, al sur, ambas sobre la carretera N-330, que pasa a 1 km. del edificio del reactor, y que conecta con la A-3 Madrid-Valencia en Requena, y por el sur con la N-430 Madrid-Alicante en Almansa. La distancia por carretera a Valencia es de 100 km.

Construcción / Construction

Hormigonado de la losa del reactor <i>Concrete laying of reactor slab</i>	29/09/1976
Izado de la vasija del reactor <i>Hoisting of reactor pressure vessel</i>	12/06/1977
Inicio del montaje del turbogenerador <i>Beginning of turbo-generator erection</i>	10/04/1978
Inicio del montaje de internos del reactor <i>Beginning of reactor internal erection</i>	20/07/1978
Final del circuito y torres de refrigeración <i>Completion of cooling circuit and towers</i>	31/12/1979
Final del montaje del condensador <i>Completion of condenser erection</i>	21/09/1980
Inicio del montaje de tuberías del reactor <i>Beginning of reactor pipe erection</i>	15/03/1981
Hormigonado de la cúpula del reactor <i>Concrete laying of reactor dome</i>	7/04/1982
Tensión en el parque de 138kV <i>Voltage to 138kV switchyard</i>	25/06/1982
Prueba hidráulica de la vasija del reactor <i>Reactor vessel hydraulic testing</i>	26/03/1983

Puesta en marcha / Startup

Se inician las pruebas prenucleares <i>Preoperational tests are begun</i>	mayo 1982
Prueba de integridad de la contención <i>Containment integrity test</i>	17/10/1983
Prueba integrada de sistemas de emergencia <i>Integrated emergency system test</i>	20/12/1983
Autorización de puesta en marcha <i>Startup permit</i>	23/07/1984
Se inicia la carga de combustible <i>Fuel loading is begun</i>	6/08/1984
Se termina la carga de combustible <i>Fuel loading is completed</i>	21/08/1984
Primera criticidad <i>First criticality</i>	22/08/1984
Conexión a la red peninsular de alta tensión <i>Connection to peninsular high-voltage grid</i>	14/10/1984
Se alcanza el 50% de potencia térmica <i>50% thermal power is reached</i>	31/10/1984
Se alcanza el 75% de potencia térmica <i>75% thermal power is reached</i>	21/11/1984
Se alcanza el 100% de potencia térmica <i>100% thermal power is reached</i>	18/01/1985
Finalizan las pruebas nucleares <i>Initial operation tests are completed</i>	11/03/1985
Inicio de la explotación comercial <i>Beginning of commercial operation</i>	11/03/1985

COFRENTES NPP MILESTONES

The Cofrentes Nuclear Power Plant is located 2 kilometers away from the town of Cofrentes in the province of Valencia, at the tail of the Embarcaderos reservoir and on the right bank of the Júcar river very near to its confluence with the Cabriel.

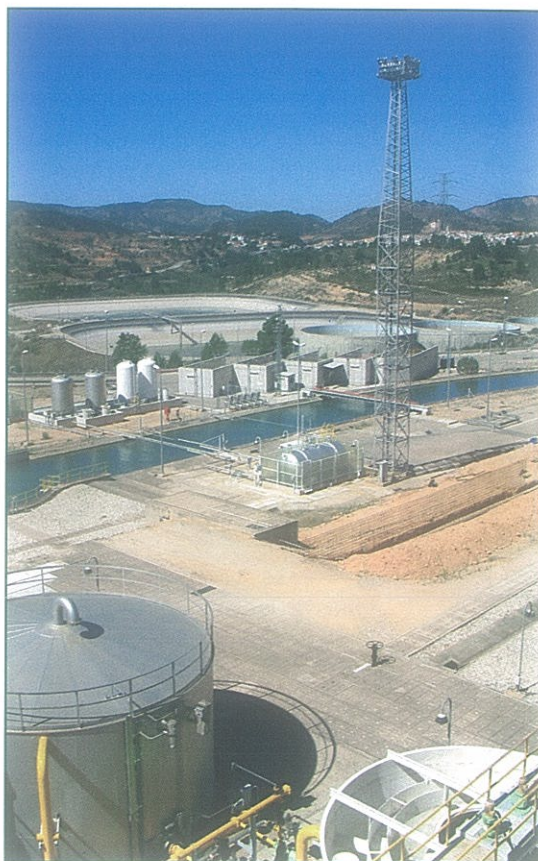
It is sited on an esplanade next to the river some 40 meters above the average level of the Júcar river water (372 meters above sea level). The site has an area of 300 Ha.

The nearest towns are Cofrentes to the north and Jalance to the south, both of which are on highway N-330 that passes by the reactor building at a distance of 1 km., and that connects to Madrid-Valencia highway A-3 in Requena and to Madrid-Alicante highway N-430 in Almansa to the south. Valencia is 100 km. away by highway.

The Cofrentes area has a low population density and rather limited agricultural resources. Industry is practically non-existent except for some hydroelectric operations. All this, along with its relative proximity to the major energy consumption center of the Valencia Region, was the reason for selecting this site.

The plant is equipped with a boiling water reactor, type BWR-6, with a gross electric power of 1,080.2 MWe.

The Cofrentes Nuclear Power Plant is a project that came into existence almost 30 years ago, when the idea of building a nuclear electric power production center to supply the Spanish Levante began to take shape.



The Cofrentes Nuclear Power Plant project was initiated in March 1973 when the reactor, turbo-generator and first fueling were contracted with General Electric Co. The engineering services were contracted at the same time.

1973, 1974 and 1975 were spent on the basic engineering, main equipment acquisition and obtainment of the Construction Permit, and after that point the Plant foundations were begun.

In May 1982, when the plant was near completion, the Preoperational Testing Program was begun. A few months later, in October 1982, the plant suffered a serious setback as a result of floods in the Levante region. In addition to human casualties, this flooding required that equipment affected by the rain and resulting mud be retrieved and cleaned.

The preoperational tests began in 1982; these were scheduled simultaneously with completion of erection and finishing touches on the civil work within the so-called Coordinated Program, which was the instrument for coordinating, tracking and controlling all site activities up to start-up.

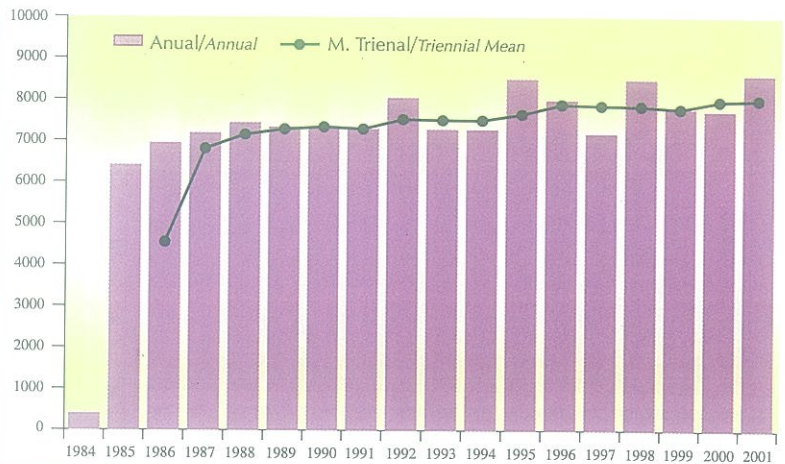
On January 18, 1985 at 21:35 hours, the Cofrentes nuclear power plant reached 100% rated thermal power. The next day – January 19 – the plant generated 22,860,000 kWh.

At present, Cofrentes maintains an average daily production of 25,927,000 kWh, with a maximum record of 26,185,000 kWh on July 1, 2002.

Just recently, on June 12, 2002, a new permit was obtained for increasing the maximum licensed thermal power from 3,015 MWt to 3,184 MWt. In practice, this has meant an increase in gross electric power in generator terminals from 1,025.4 MWe to 1,080.2 MWe. This is around 10% more than the initial recording in 1984 when the plant began operating.

Datos de producción / Production Data

ENERGÍA ELÉCTRICA GENERADA/ELECTRIC POWER GENERATED



AUMENTOS DE POTENCIA/POWER UPRATES

	Fecha/Date	Térmica/Thermal	Eléctrica/Electric
100,0%	18/01/1985	2894	974,2
102,0%	15/04/1988	2952	990
104,2%	20/03/1998	3015	1025,4
110,0%	12/06/2002	3184	1080,3

La zona de Cofrentes es de baja densidad de población y de recursos agrícolas bastante limitados. La industria es prácticamente inexis-

tente si se exceptúan algunos aprovechamientos hidroeléctricos. Todo ello, unido a su relativa proximidad al gran centro consumidor de energía que es la Comunidad Valenciana, motivó la elección de este emplazamiento.

La Central está equipada con un reactor de agua en ebullición, del tipo BWR-6 con una potencia eléctrica bruta de 1.080,2 MWe.

La Central Nuclear de Cofrentes es un proyecto que arranca hace casi 30 años, cuando empezó a gestarse y tomar cuerpo la idea de la construcción de un centro de producción de energía eléctrica de origen nuclear con la que abastecer la zona del Levante español.

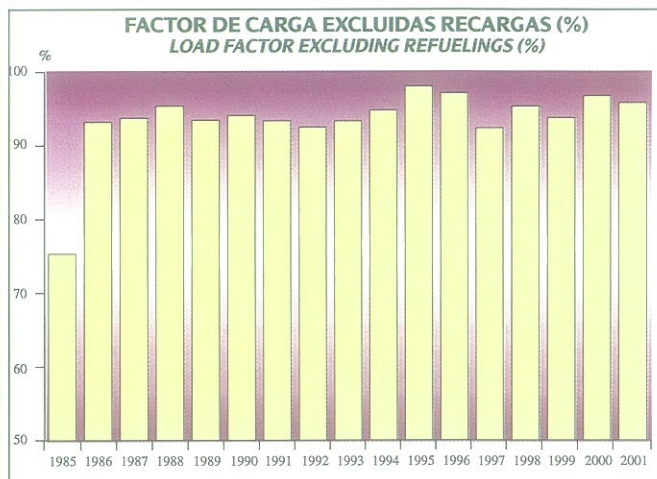
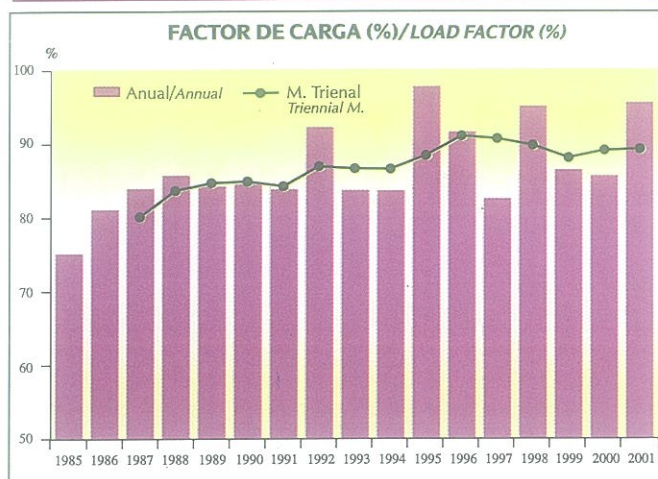
El proyecto de la Central Nuclear de Cofrentes se inició en marzo de 1973, al contratarse con General Electric, Co. el suministro del reactor, del turbogenerador y de la primera carga de combustible. En la misma fecha se contrataron los servicios de ingeniería.

Los años 1973, 1974 y 1975 se dedicaron a la realización de la ingeniería básica, adquisición del equipo principal y obtención de la Autorización de Construcción, comenzándose a partir de este momento la cimentación de la Central.

Más adelante, y ya con un grado de acabado importante y casi definitivo,



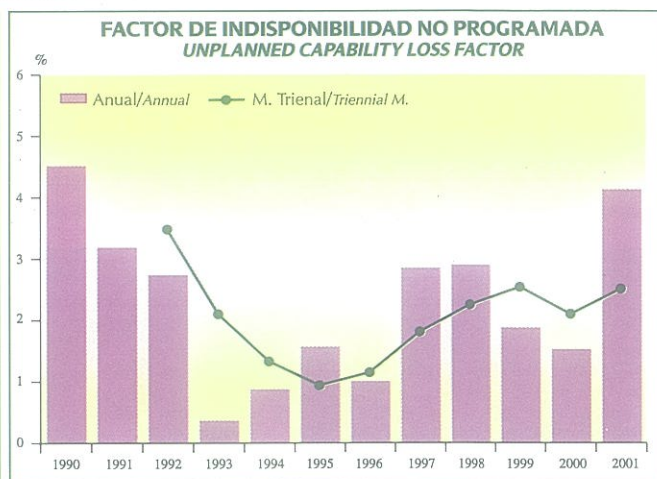
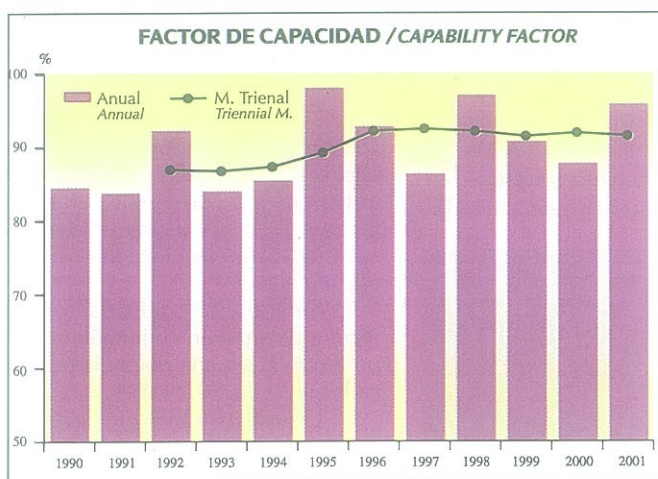
Factores de funcionamiento. Factor de carga / Performance Factors. Load Factor



El factor de carga se define como la relación porcentual entre la energía eléctrica bruta generada en un periodo dado y la energía eléctrica bruta que se hubiese podido generar en el mismo periodo, manteniendo la potencia eléctrica bruta reconocida.

The load factor is defined as the percentage ratio between the gross electric energy generated in a given period and the gross electric energy that could have been generated in the same period by maintaining the recognized gross electric power.

Factores de funcionamiento. Disponibilidad / Performance Factors. Unit Capability



El factor de capacidad o disponibilidad se define como la relación porcentual entre la energía eléctrica bruta disponible en un periodo dado y la energía eléctrica bruta que se hubiese podido generar en el mismo periodo.

The capacity or unit capability factor is defined as the percentage ratio between gross electric energy available in a given period and the gross electric energy that could have been generated in the same period.

El factor de indisponibilidad no programada se define como la relación entre las pérdidas de energía bruta no programadas presentes en un periodo de tiempo dado y la energía eléctrica bruta que se hubiese podido generar en el mismo periodo.

The unplanned capability loss factor is defined as the ratio between unplanned gross energy losses occurring in a given period of time and the gross electric energy that could have been generated in the same period.

da comienzo el Programa de Pruebas Prenucleares en mayo de 1982. Unos meses más tarde, en octubre de 1982, sufriría un serio revés al producirse las inundaciones de la zona de Levante, que además de suponer pérdidas humanas, también obligaron a unas labores de recuperación y limpieza del equipo que resultó afectado por la lluvia y consiguiente barro y lodo.

En 1982 se iniciaron las pruebas prenucleares, encajadas simultánea-

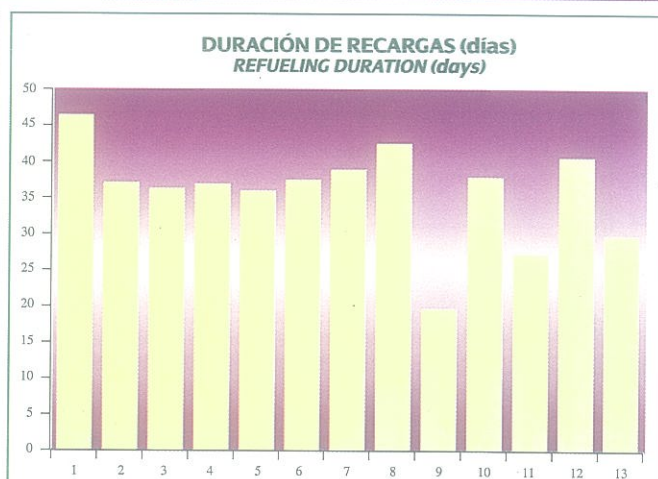
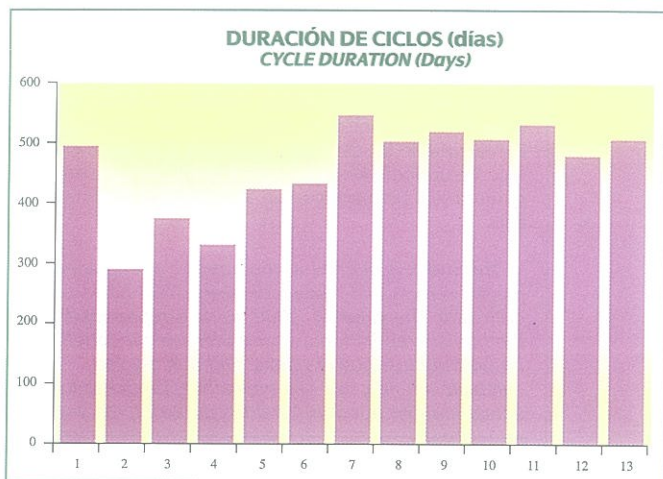
mente con las finalizaciones del montaje y los acabados de la obra civil, dentro del llamado Programa Coordinado, que fue el instrumento de coordinación, seguimiento y control de todas las actividades del emplazamiento hasta la puesta en marcha.

El 18 de enero de 1985 a las 21:35 h. la central nuclear de Cofrentes llegó al 100 % de su potencia térmica nominal. Al día siguiente, 19 de enero, Cofrentes generó 22.860.000 kWh.

However, efficiency enhancement is not going to stop here. A new operating license is expected to be obtained from the Consejo de Seguridad Nuclear in late 2002, this time for up to 3,240 MWt, based on the possibility of providing a much more accurate Reactor Feedwater Flow measurement. Uncertainty will be reduced thanks to the use of "Ultrasound" instead of the classic "Venturi".

All this has had significant repercussions on the production records being achieved by the plant, as the triennial mean, which is independent of the refueling periods, shows a continuous upwards trend. The ups and downs we observe from year to

Ciclos de operación y duración de recargas / Operating cycles and refueling duration



Ciclo N° Cycle N.	Crítico Critical	Subcrítico Subcritical
1	6/10/1984 6:01	12/02/1986 5:00
2	9/03/1986 13:45	13/01/1987 0:59
3	17/02/1987 23:37	27/02/1988 3:35
4	31/03/1988 23:30	25/02/1989 6:35
5	30/03/1989 21:30	27/05/1990 23:57
6	2/07/1990 4:35	7/09/1991 12:10
7	13/10/1991 4:25	11/04/1993 4:36
8	17/05/1993 16:24	2/10/1994 1:58
9	12/11/1994 21:00	14/04/1996 10:50
10	3/05/1996 1:23	21/09/1997 2:15
11	27/10/1997 17:23	11/04/1999 7:00
12	7/05/1999 15:15	28/08/2000 6:59
13	6/10/2000 1:01	24/02/2002 5:45
14	24/03/2002 8:44	

Hoy, Cofrentes mantiene una producción media diaria de 25.927.000 kWh, con un registro máximo de 26.185.000 kWh el día 1 de julio de 2002.

Desde hace poco, 12 de junio de 2002, se ha obtenido una nueva autorización para aumentar la potencia térmica máxima licenciada, pasando de 3.015 MWt a 3.184 MWt, lo que en la práctica ha supuesto pasar de una potencia eléctrica bruta en bornas del generador de 1.025,4 MWe a los 1.080,2 MWe. Ello supone alrededor de un 10%

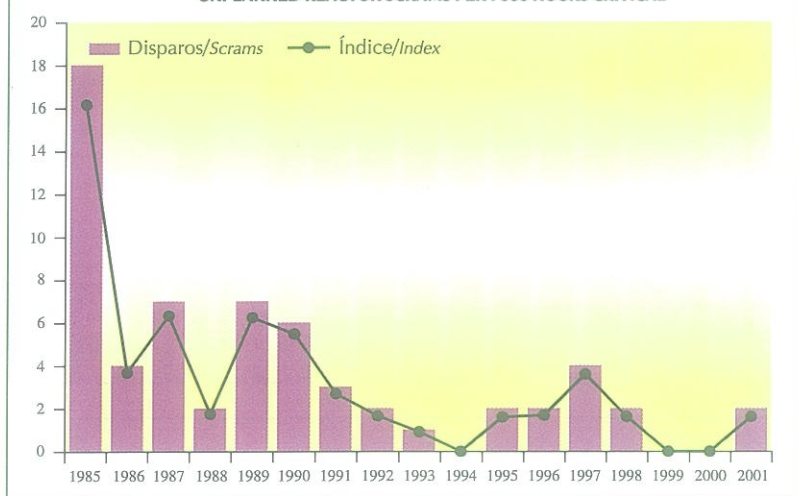
superior al registro inicial de 1984 cuando comenzó a funcionar.

Sin embargo, no se va a parar ahí el aumento de eficiencia. Para finales de 2002, se tiene programado que se pueda obtener por parte del Consejo de Seguridad Nuclear una nueva licencia de funcionamiento, esta vez hasta los 3.240 MWt, basándose en la posibilidad que da una medida del Caudal de Agua de Alimentación al Reactor mucho más precisa, con menos incertidumbre ya que esta vez se emplearán los "Ultrasonidos" en lugar del clásico "Venturi".



Disparos automáticos del reactor / Unplanned reactor scrams

DISPAROS AUTOMÁTICOS DEL REACTOR POR CADA 7000 HORAS DE CRITICIDAD
UNPLANNED REACTOR SCRAMS PER 7000 HOURS CRITICAL



Todo ello ha tenido una repercusión nada despreciable en los registros de producción que ha venido consiguiendo esta central, dado que cuando se observa la media trienal, que es independiente de los periodos de recarga, se aprecia siempre la tendencia continua a aumentar. Los altibajos que observamos año a año se corresponden con la práctica que lleva esta Central de realizar ciclos de 18 meses con una alternancia de recargas cortas, del entorno de unos 20 días, y largas dentro del entorno de los 37 días.

No obstante, hay que matizar que Cofrentes ha debido acometer importantes trabajos en la recarga 11^a (abril de 1999) como fue la reparación del Escudo de la Vasija, y en la recarga 12^a (octubre de 2000) el cambio del Condensador Principal que han impactado de forma ligeramente negativa en el programa "real" de estas recargas.

Sin embargo, según se puede leer en el capítulo dedicado a planificación de próximas recargas, el futuro de esta central pasará por ciclos de 24 meses y pasará a tener recargas cortas por debajo de los 20 días y recargas largas por debajo de los 35.

Para evitar y paliar en lo posible un cierto estancamiento en todo lo que se refiere a Factores de Carga y Capacidad, reduciendo con ello el Factor de Indisponibilidad No-Programada (FINP), CN Cofrentes ha puesto en marcha recientemente un programa de análisis de la nueva experiencia operativa interna que vaya obteniéndose como fruto de los Sucesos Notificables a la Admi-

nistración y otros calificados como de "Cuasi-Notificables" que, a juicio de la Dirección de la Central, se deban analizar y tratar, proponiendo acciones de mejora.

Además, se va a materializar una formación más especializada y focalizada en las áreas de Operación y Mantenimiento a fin de reducir en lo posible los errores humanos, la omisión de pautas de calidad que puedan provocar futuras averías con las pérdidas de producción asociadas, mejoras en los programas, supervisión de trabajos y revisiones a realizar en las paradas para recarga, y buen cierre de los tajos y los trabajos. Todo ello, a buen seguro, redundará en una mejora de estos índices que al partir de unos niveles ya buenos hacen mucho más retadora la mejora.

La explotación comercial de la central se inicia con ciclos de combustible de 12 meses de duración. El ciclo nº 5 (1989-1990), fue diseñado para iniciar la transición a ciclos de 18 meses, el primero de los cuales fue el nº 7 (1991-1993)

Durante el ciclo de combustible nº 8 se programó la alternancia "recarga larga/recarga corta", alcanzándose una duración histórica inferior a 20 días en la recarga nº 9. La Central Nuclear de Cofrentes fue una de las primeras centrales del mundo dotadas de reactor BWR6 que realizó una recarga en un periodo de tiempo tan limitado. Pese a que durante las recargas nº 12 y 13 se han realizado los trabajos necesarios para licenciar el aumento de potencia al 110%, la alternancia se mantiene.

Este índice se define como el número de disparos (scrams) automáticos no programados del reactor que tiene lugar por cada 7.000 horas de criticidad. El valor de 7.000 horas es representativo de las horas anuales de operación en condiciones de criticidad de la mayoría de las centrales nucleares y facilitan el cálculo de un indicador que, típicamente, se aproxima al número real de disparos que se producen durante el año.

This index is defined as the number of unplanned reactor scrams that take place every 7000 hours of criticality. The value of 7,000 hours is representative of the hours of operation a year under critical conditions in most nuclear power plants, and it is used to calculate an indicator that typically approaches the actual number of scrams that occur during the year.

year result from the Plant's practice of using 18-month cycles and alternating between short refuelings of around 20 days and long refuelings of around 37 days.

Nevertheless, it should be noted that Cofrentes has had to undertake some major jobs, i.e. Repair of the Vessel Shield in refueling no. 11 (April 1999) and replacement of the Main Condenser in refueling no. 12 (October 2000), which have had a slightly negative impact on the "real" program for these refuelings.

However, as indicated in the chapter on future refueling planning, the future of this plant will be based on 24-month cycles and scheduling of short refuelings lasting less than 20 days and long refuelings of less than 35 days.

In order to prevent or mitigate as much as possible a certain immobility in everything related to Load and Capacity Factors and thus reduce the Unplanned Capability Loss Factor (UCLF), Cofrentes NPP has recently undertaken an analysis program of the new internal operating experiences being obtained from the program of Reportable Events to the Administration and others qualified as "Quasi-Reportable" that, in the opinion of the Plant Management, should be analyzed and dealt with by proposing improvement actions.

In addition, more specialized training is going to be implemented that focuses on the areas of Operation & Maintenance, in order to prevent as much as possible human errors and omission of quality standards that could cause future failures with associated production losses, as well as on program improvements, supervision of jobs and inspections to be made during refueling outages, and successful completion of jobs and tasks. All of this will no doubt result in a steady improvement of these indicators, and the fact that these levels are already good makes improvement even more challenging.

Commercial plant operation begins with 12-month long fuel cycles. Cycle no. 5 (1989-1990) was designed to begin the transition to 18-month cycles, the first of which was no. 7 (1991-1993).

The "long refueling/short refueling" alternation was programmed during fuel cycle no. 8, and a historical duration of less than 20 days was achieved in refueling no. 9. The Cofrentes Nuclear Power Plant was one of the first BWR6 power plants in the world to complete a refueling in such a short period of time. This alternation continues even though the work required to license the power uprate to 110% was carried out during refuelings 12 and 13.

OCCUPATIONAL DOSE

Collective dose evolution from the time Cofrentes NPP started operating shows a progressive upward trend during the early years, primarily due to the fact that increased dose rates from source term outweighed the different isolated actions taken to reduce the collective dose. This reached its point of inflection in 1991.

That year marked a reverse trend and, after 1993, the collective dose was substantially reduced. It was in 1993 that the ALARA Committee was created and the Master Dose Reduction Plan began to be developed and implemented. All this was accompanied by a gradual change in the organization's overall ALARA culture that has endured to the present. It should be noted that, although this continues to be the case, the dose rates in the Plant are currently staying stable or trending slightly upwards, due to two factors unequivocally identified as related to the source term and H2 injection.

DOSIS OCUPACIONAL

La evolución de la dosis colectiva desde el arranque en CN Cofrentes refleja un incremento progresivo durante los primeros años, debido principalmente a la mayor ponderación del incremento de las tasas de dosis por término fuente, frente a las distintas acciones tomadas de forma aislada para la reducción de la dosis colectiva, teniendo su punto de inflexión en el año 1991.

A partir de este año tiene lugar un retroceso, y una reducción sustancial de la dosis colectiva a partir del año 1993, en el que se crea el Comité ALARA y en el que se comienza a desarrollar y aplicar el Plan Director de Reducción de Dosis. Todo esto se vio acompañado de un cambio gra-

dual de la cultura ALARA de la organización en su conjunto que ha durado hasta nuestros días. En la actualidad hay que señalar que, aunque lo dicho hasta ahora se sigue manteniendo, las tasas de dosis en la Central mantienen una tendencia estable o ligeramente ascendente, debido a dos factores inequívocamente identificados con el término fuente y la inyección de H2.

La implantación del Plan Director de Reducción de Dosis en sus diferentes ámbitos de actuación ha demostrado la eficacia de las acciones ALARA tanto en el terreno de la planificación, organización y factor humano, como en el término fuente.



Aunque la Central Nuclear de Cofrentes se diseñó siguiendo criterios ALARA, desde el inicio de la operación se han ido realizando una serie de acciones de mejora y optimización, ejecutando diversas modificaciones e introduciendo diferentes prácticas que inciden fundamentalmente sobre los parámetros de tiempo, distancia, blindaje y término fuente. Dichos parámetros han tenido un efecto inmediato de reducción de dosis, y, aunque haya que admitir un coste radiológico inicial, han ido recogiendo el beneficio a medio y largo plazo.

Entre estas iniciativas, podrían destacarse las siguientes:

- Instalación de blindajes en diversos sistemas y componentes.
- Introducción de mejoras en los sistemas de tratamiento de residuos.
- Sustitución de componentes (bombas, válvulas, etc.) por otros de mayor fiabilidad y con mejores características estructurales con respecto al término fuente.
- Introducción de mejoras en la ejecución de diversos procesos (sipping, etc.).
- Introducción de mejoras en la formación y entrenamiento del personal, con especial hincapié en aquellas actividades más críticas desde el punto de vista radiológico.
- Fomento de la cultura ALARA y de la cultura de seguridad en todos los niveles organizativos de la Central.
- Robotización de tareas para inspección y control de procesos con alto coste en dosis.
- Mejoras en la química del refrigerante (inyección de Zinc).
- Reducción del término fuente mediante descontaminación de componentes y sistemas.
- Creación y funcionamiento del Grupo ALARA dentro del Servicio de Protección Radiológica.

Todas estas iniciativas que se han tomado desde el inicio de la operación de la planta y las que se tiene previsto adoptar en el futuro se han tratado de plasmar en el documento Plan Director de Reducción de Dosis según el PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE DOSIS (ALARA).

La eficacia del Programa ALARA desde su creación como grupo responsable se puede comprobar observando los resultados de dosis individuales y colectiva y comparándolos con los de centrales de diseño similar. Así, desde el año 1994 las máximas dosis individuales se han mantenido inferiores a 20 mSv y desde

el año 1993 la media trienal de dosis colectiva viene bajando hasta situarse entre los mejores valores de las centrales de diseño similar (General Electric).

En el gráfico se ha representado la evolución de estos parámetros considerados (dosis colectiva anual y media trienal) que frente a los indicadores marcados de referencia (objetivos internos de CN Cofrentes y los internacionales de INPO-WANO) supone:

- Los objetivos internos marcados en el Plan Director de Reducción de Dosis (PDRD) han sido:
 - Para el periodo 1994-1996: 2,30 Sv-p
 - Para el periodo 1997-2000: 2,15 Sv-p
- Los objetivos internacionales marcados de referencia son los de INPO-WANO, con los siguientes valores:
 - Para el periodo 1991-1995: 4,69 Sv-p
 - Para el periodo 1996-1999: 2,55 Sv-p

Analizando el gráfico y viendo los objetivos marcados podemos comprobar que:

- Para el periodo 1991-1995 el objetivo de INPO-WANO era de

Implementation of the Master Dose Reduction Plan in the different areas of operation has demonstrated the effectiveness of ALARA actions, both in the area of planning, organization and human factors and of the source term.

Although the Cofrentes Nuclear Power Plant was designed in accordance with ALARA criteria, a series of improvement and optimization actions have been taken since the beginning of operation, with various modifications made and different practices introduced that primarily affect the time, distance, shielding and source term parameters. These parameters have had an immediate effect on dose reduction and, although we must admit there was an initial radiological cost, they have yielded mid- and long-term benefits.

These initiatives include the following:

- *Installation of shielding in different systems and components.*
- *Implementation of improvements in waste treatment systems.*
- *Replacement of components (pumps, valves, etc.) with other more reliable ones with enhanced structural features as regards source term.*
- *Introduction of improvements in the execution of different processes (sipping, etc.).*
- *Implementation of improvements in personnel training and instruction, with special emphasis on the most critical activities from the radiological standpoint.*
- *Promotion of the ALARA culture and safety culture at all organizational levels of the Plant.*



- Robotization of inspection and control tasks of processes with a high dose cost.
- Improvements in coolant chemistry (Zinc injection).
- Source term reduction through decontamination of systems and components.
- Creation and functioning of the ALARA Group as part of the Radiological Protection Service.

All these initiatives that have been undertaken since the beginning of plant operation and those expected to be adopted in the future have been addressed in the Master Dose Reduction Plan document based on the DOSE REDUCTION PROGRAM (ALARA).

The effectiveness of the ALARA Program since it was created can be seen by observing the individual and collective dose results and comparing them with similarly designed plants. For example, since 1994, the maximum individual doses have been kept below 20 mSv, and since 1993 the mean triennial collective dose has been dropping and is now among the best values of similarly designed plants (General Electric).

The graphic shows the evolution of these parameters, which, compared to the established reference indicators (internal Cofrentes NPP and international INPO-WANO objectives), is as follows:

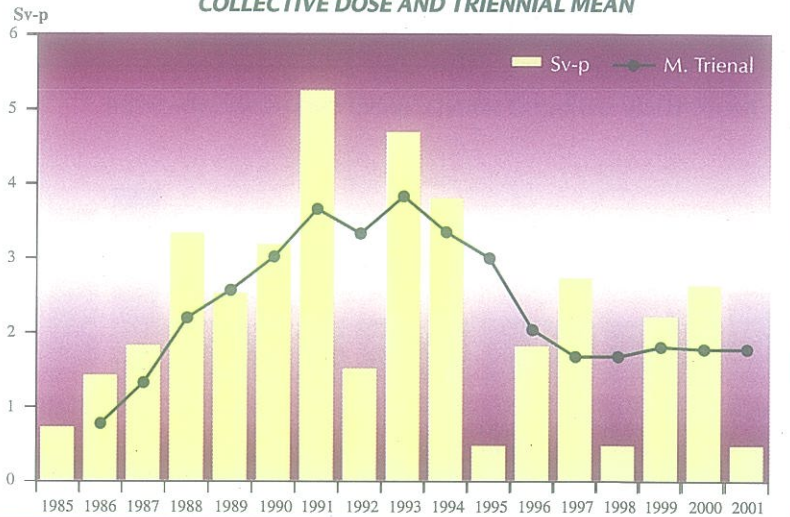
- The internal objectives laid down in the Master Dose Reduction Plan (PDRD) were:
 - For the period 1994-1996: 2.30 Sv-p
 - For the period 1997-2000: 2.15 Sv-p
- The international reference objectives are those set by INPO-WANO with the following values:
 - For the period 1991-1995: 4.69 Sv-p
 - For the period 1996-1999: 2.55 Sv-p

On analyzing the graphic and the established objectives, we can see that:

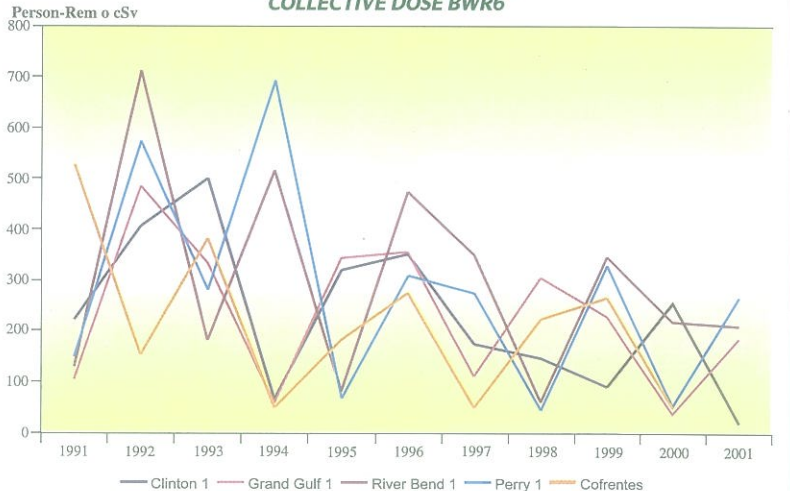
- For the period 1991-1995, the INPO-WANO objective was 4.69 Sv-p. However, Cofrentes NPP posted its highest average triennial value in the period 1991-1993 with 3.82 Sv-p, which is well below this objective, and there has been a downward trend since 1993.
- For the period 1996-1999, the INPO-WANO objective was 2.55 Sv-p, but at that time, following the downward trend since 1993, Cofrentes NPP already had a much lower triennial mean, with a value of 1.77 Sv-p.
- The internal objectives proposed in the Master Dose Reduction Plan, both for the period 1994-1996 with 2.30 Sv-p and for the period 1997-2000 with 2.15 Sv-p, have also been achieved, as the mean triennial value at the end of this period was 1.77 Sv-p. The mean triennial value for 2001 has been maintained at 1.77 Sv-p.

Notwithstanding the above, we must not be passive about an issue such as this, even though the proposed objectives have been achieved more or less successfully. The current situation should be improved and it is our job as Cofrentes professionals to find and implement the ways to improve that will lead us to a situation that is better than the current one.

DOSES COLECTIVA Y MEDIA TRIENAL COLLECTIVE DOSE AND TRIENNIAL MEAN



DOSES COLECTIVA BWR6 COLLECTIVE DOSE BWR6



En los gráficos se indican las dosis colectiva anual del conjunto del personal expuesto (propio y de contrata) y la dosis media trienal obtenida. Las dosis indicadas son "dosis oficial", obtenidas con sistema de dosímetro de termoluminiscencia (TLD).

The graphics indicate the annual collective dose to all exposed personnel (in-house staff and contracted personnel) and the mean triennial dose obtained. The indicated doses are "official doses", obtained with the thermoluminescence dosimetry system (TLD).

4.69 Sv-p. Sin embargo, CNC tuvo su valor más alto de media trienal en el periodo 1991-1993 con 3,82 Sv-p, estando muy por debajo de este objetivo, y con una tendencia descendente a partir del año 1993.

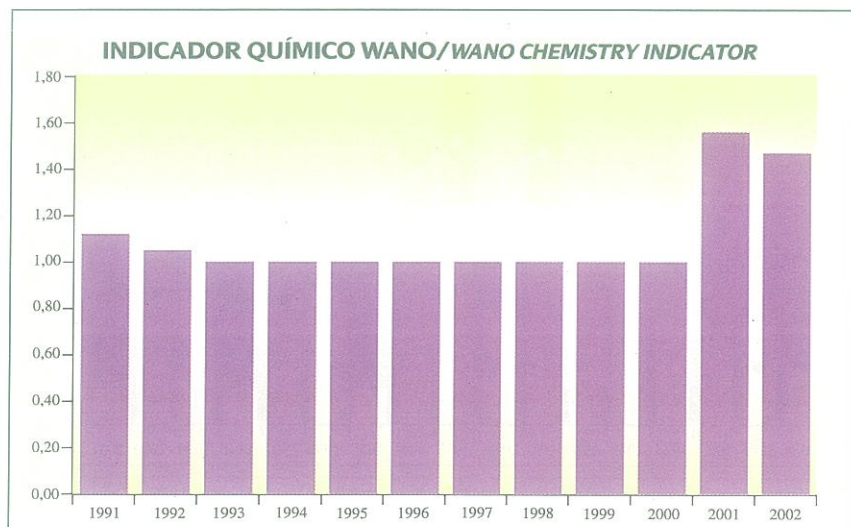
• Para el periodo 1996-1999, el objetivo de INPO-WANO era de 2,55 Sv-p, pero ya en este momento, siguiendo la tendencia descendente desde 1993, CN Cofrentes tenía un valor muy inferior de media trienal con 1,77 Sv-p.

• Los objetivos internos propuestos en el Plan Director de Reducción de Dosis, tanto para el periodo 1994-1996, con 2,30 Sv-p, como pa-

ra el periodo 1997-2000, con 2,15 Sv-p, también se han conseguido, teniendo a finales del periodo considerado un valor de media trienal de 1,77 Sv-p. Para 2001 se ha mantenido el valor de la media trienal en 1,77 Sv-p.

No obstante lo anterior, no debemos estar pasivos en un tema como éste a pesar de haber conseguido los objetivos propuestos con mas o menos brillantez. El panorama actual debe mejorar y a los profesionales de Cofrentes nos corresponde encontrar e implantar los caminos de mejora que nos conduzcan a una situación, si cabe, mejor que la actual.

ÍNDICE QUÍMICO



El Índice Químico compara la concentración de las impurezas más significativas en el reactor y los productos de corrosión aportados, con sus correspondientes valores objetivo. Cada parámetro se divide por su valor objetivo y la suma se normaliza a 1,0. El valor mínimo del indicador es 1 y valores mejores en un parámetro no compensan a otro peor.

Como puede observarse, en CN Cofrentes este indicador se ha mantenido desde el inicio de los 90 hasta 2001 en los valores mínimos alcanzables. Durante este periodo se ha abordado un proyecto de Optimización de Química implantando mejoras tales como: Optimización del Sistema de Filtración de Condensado, Mejoras en los Filtros del Sistema de Limpieza del Agua del Reactor, Inyección de Zinc (DZO) en Agua de Alimentación, implantación de la Química del Hidrógeno (HWC), sustitución de haces tubulares del Condensador Principal original de Cuproníquel e Inoxidable por otros de Titanio, mejoras en el tratamiento de residuos líquidos, etc. Estos proyectos han contribuido a mantener el Índice Químico en valores mínimos, así como a mejorar la protección de los materiales internos de vasija y a impedir el aumento de dosis en parada en los equipos y líneas en contacto con el agua del reactor.

La tendencia presentada durante todos estos años hasta el año 2000, que podría considerarse de ejemplar, ha venido a desviarse en el pasado octubre de 2001. Podemos afirmar que se trata de un hecho

puntual y que no marca una tendencia. Está perfectamente estudiada la causa raíz, acotada, y, en lo que cabe, resuelta para que no pueda volver a repetirse.

Se trató de una entrada de aceite en el agua del primario lo que provocó por radiólisis la aparición de especies químicas que incidieron muy negativamente en el Índice Químico. Eso es lo que se refleja con el valor de 1,56 del año 2001.

La tendencia en el año 2002 es de clara mejoría, sin embargo, la forma de contabilizar el Índice Químico hace que, al ocurrir la avería a finales de 2001, todavía presente una influencia durante este año 2002. Se espera, y la evolución actual indica eso, que durante este año, más bien a finales, el citado índice vuelva a los excelentes valores que lo caracterizaron desde 1992.

CHEMISTRY PERFORMANCE INDICATOR

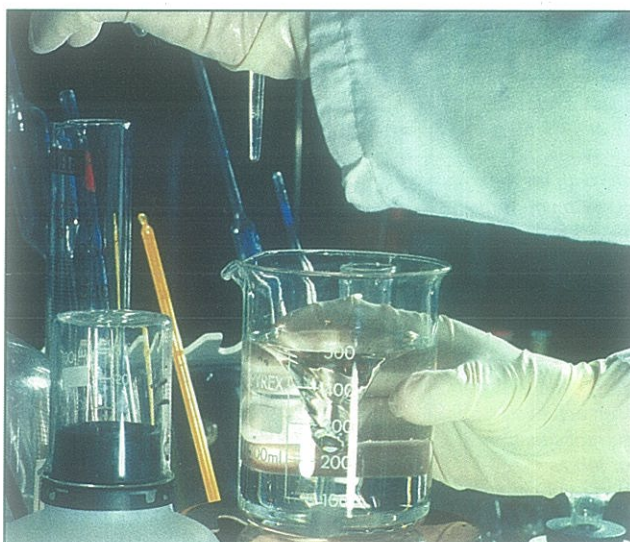
The Chemical Performance Indicator compares the concentration of the most significant impurities in the reactor and the resulting corrosion products with their corresponding target values. Each parameter is divided by its target value and the sum is normalized at 1.0. The minimum indicator value is 1, and better values for a parameter do not outweigh a worse value.

As we can see, from the early 90s up to 2001, this indicator has been maintained in Cofrentes NPP at the minimum achievable values. During this period, a Chemical Optimization program was undertaken and improvements such as the following were implemented: Condensate Filtering System Optimization, Reactor Water Flushing System Filter improvements, Zinc Injection (DZO) in Feedwater, implementation of Hydrogen Chemistry (HWC), replacement of the original Main Condenser cupronickel and stainless tube bundles with titanium tubes, improvements in liquid waste treatment, etc. These projects have helped to keep the Chemistry Indicator at minimum values, as well as to enhance pressure vessel internal material protection and prevent dose increases during shutdown in equipment and lines in contact with the reactor water.

The trend established over these years and up to 2000, which can be considered as exemplary, took a turn for the worse in October 2001. We can safely say that this is an isolated incident and does not mark a trend. The root cause has been thoroughly studied, defined and, as far as possible, resolved so that it does not reoccur.

The cause was oil entering the primary water, which led to the appearance of chemical species by radiolysis that negatively affected the Chemical Indicator. This is what the value of 1.56 for 2001 reflects.

The trend in 2002 shows obvious improvement; however, because of the way the Chemical Indicator is measured and because the failure occurred in late 2001, an influence is still present in 2002. It is expected, and current evolution seems to confirm, that at the end of this year this indicator will most likely return to the excellent values recorded since 1992.



Proceso de análisis de muestras en laboratorio caliente./ Hot laboratory sample analysis process.

SHORTENING REFUELING TIMES

Since Cofrentes NPP (CNC) began operating in 1984, the duration of refueling outages was established on the basis of the times considered necessary to carry out the programmed activities. However, taking advantage of the plant's own and outside experience, refueling optimization programs have been put into practice that, in the case of Cofrentes, have provided excellent results by shortening the time spent on performing these tasks, to the extent that our plant has been adopted as an international reference by similar technology plants for shortening their refueling durations.

BACKGROUND

Because of the good results achieved and the time invested, CNC refuelings have been used as a reference by other plants, in particular the American plants where refuelings were longer and performed in accordance with other criteria.

As a result of this, contacts (Benchmarking) were established between American plants and CNC to exchange the information required to reduce the time spent on their refuelings (50-60 days and in some cases 90) so they would be comparable to CNC refuelings, which lasted between 30-40 days.

The Americans made good note of the Cofrentes planning and started evolving towards ever shorter refuelings.

In 1994, Cofrentes, with its vision for the future and realizing that shortening the refuelings would have a significant impact on the plant's load factor, began the meetings, evaluations and actions aimed at decreasing the refueling time, which ranged from 30-40 days.

A calendar was established that indicated the model to be followed and the actions required to achieve it.

The barriers and weak points that would make it hard to achieve the goal of shortening the refueling period were defined, at least up to the levels required for significantly increasing the load factor, profitability and competitiveness.

CURRENT AND FUTURE SITUATION

At present, the time spent on refuelings in American plants is in line with the European plants, which are the ones that traditionally invest less time.

Cofrentes is currently in the midst of a process of change aimed at achieving a load factor comparable to the Northern European NPPs, which are more advanced in terms of shorter refueling times.

On the other hand, increasing the cycle to 24 months would have a positive effect, in that the load factor would increase significantly.

Contrary to what one might think, it is evident that the two cases are not incompatible and appropriate strategies are being developed.

It can be seen from the Figure 1 that CNC shows an upward trend in terms of number of days of plant operation per day of refueling. This is because the refuelings have been shortened and, above all, because the cycle duration has been lengthened.

However, a slightly reduced duration of the latest cycles has been observed, and this has negatively impacted the ratio of operating days per day of refueling. This ratio is 12.1 for the last cycle and 15

DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DE RECARGAS

Desde que CN Cofrentes (CNC) inició su andadura en 1984, la duración de las recargas de combustible fue establecida en base a tiempos considerados suficientes para realizar las actividades programadas. Sin embargo, el aprovechamiento de la experiencia propia y externa, ha permitido la puesta en práctica de programas de optimización de recargas, que en el caso de Cofrentes han proporcionado excelentes resultados en la reducción de los tiempos invertidos en la realización de estos trabajos, hasta el punto de que nuestra Central ha sido tomada como referencia internacional por centrales de similar tecnología para acortar la duración de sus recargas.

ANTECEDENTES

Por los buenos resultados obtenidos y los tiempos invertidos, las recargas de CNC han sido tomadas como referencia por otras centrales, sobre todo americanas, cuyas recargas eran más largas y realizadas con otros criterios.

Como consecuencia de ello se establecieron contactos (Benchmarking) entre centrales americanas y CNC, con objeto de obtener la información necesaria para reducir los tiempos empleados en sus recargas (50-60 días y en algún caso 90) frente a las recargas de CNC, cuya duración oscilaba entre 30-40 días.

Las centrales americanas tomaron buena nota de la planificación realizada por Cofrentes y fueron evolucionando, realizando recargas cada vez más cortas.

Cofrentes, con visión de futuro, entendiendo que la disminución del tiempo de recarga influye considerablemente en el factor de carga de la central, inició en 1994 las reuniones, análisis y acciones tendentes a disminuir el tiempo de las recargas

que estaba entre 30-40 días.

Se estableció así un calendario que indicase la pauta a seguir y las acciones para su cumplimiento.

Se definieron las barreras, ayudas y puntos débiles que hacían del intento de disminuir el periodo de recargas difícilmente alcanzable al menos hasta los niveles que se solicita para aumentar de una forma notoria el factor de carga, la rentabilidad y la competitividad.

SITUACIÓN ACTUAL Y FUTURA

En este momento el tiempo empleado en las recargas de las centrales americanas está en consonancia con las europeas que tradicionalmente son las que invierten menor tiempo.

En la actualidad CNC está inmersa en un proceso de cambio tendente a conseguir un factor de carga comparable con las CCNN del norte de Europa, que son las más avanzadas en cuanto la disminución de tiempos de recarga.

Por otra parte, un aumento del ciclo a 24 meses incidiría positivamente en

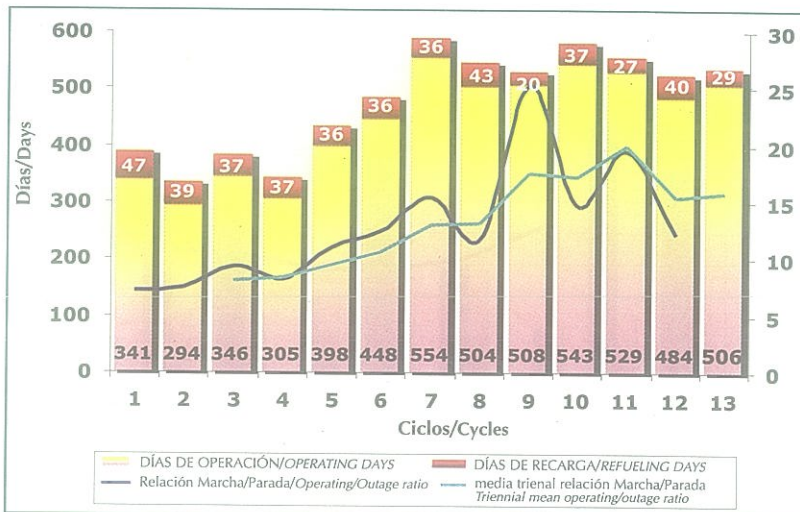


Fig.1. Evolución histórica de las recargas de CN Cofrentes/ Historic evolution of CNC refuelings.

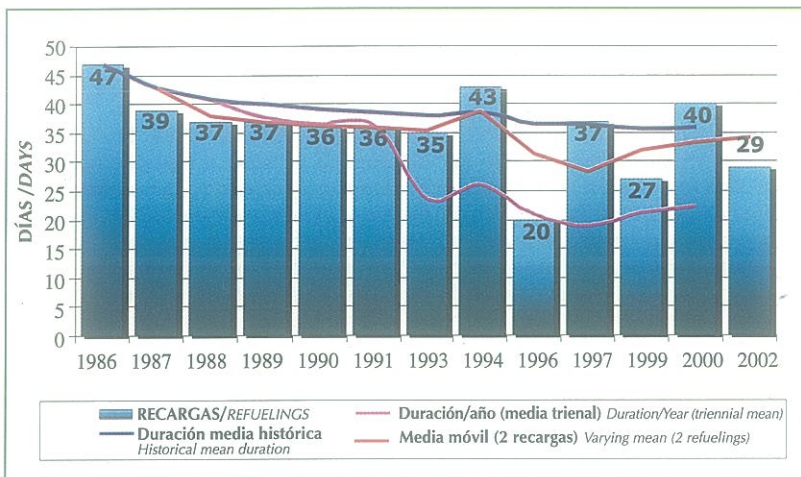


Fig. 2. Duración de las recargas de CN Cofrentes/ Duration of Cofrentes NPP refuelings.

que el factor de carga aumentara notoriamente.

Evidentemente, ambos casos no son incompatibles frente a lo que se pudiera pensar y se están estableciendo las estrategias para desarrollar convenientemente.

En la figura 1 puede verse que CNC presenta una tendencia creciente en cuanto al número de días que la central está en marcha por cada día de recarga. Esto se debe a que se han reducido las recargas y, sobre todo, a que se han aumentado la duración de los ciclos.

Sin embargo, en los últimos ciclos se observa una pequeña reducción en su duración que ha repercutido negativamente en la relación días de marcha por cada día de recarga. Esta relación es de 12,1 para el último ciclo y de 15 en media trienal.

La evolución de la duración de las recargas de CNC, tras dos pri-

meras recargas más largas, se estabiliza en unos 35 días en 1994. (fig.2)

A partir del año 1994, tras la realización del Programa de Optimización de Recargas (ORE), se pasó a tener ciclos alternos de recargas largas y cortas que, en teoría, deberían haber sido de 40 y 20 días, respectivamente.

La diferencia total en días de recarga con respecto a lo previsto es de 7 días, que se justifican por la necesidad de reparación del "shroud" en una recarga que debió ser corta y que finalmente se alargó hasta los 27 días.

CNC tiene una duración media de recargas de 33,5 días (media móvil de dos recargas) y una duración por año de 22,34 días (media móvil trienal).

La mejora en la duración de las recargas desde la pasada ORE es de un 4,3%.

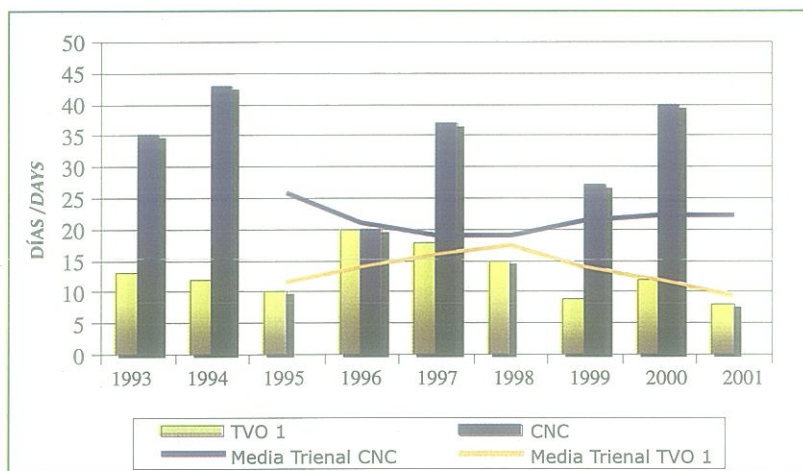


Fig. 3. Comparación de la duración de recargas de CN Cofrentes y TVO/ Comparison of Cofrentes NPP and TVO refueling durations

for the triennial mean.

The evolution of CNC refueling durations after two early longer refuelings stabilized at some 35 days in 1994.(figure 2).

As of 1994, after the Refueling Optimization Program (ORE) was completed, the plant switched to alternating cycles of long and short refuelings that, in theory, should have lasted 40 and 20 days, respectively.

The total difference between actual refueling days and those scheduled is 7 days, which is justified by the need to repair the shroud in a refueling that should have been short but that finally was lengthened to 27 days .

CNC has a mean refueling duration of 33.5 days (varying mean of two refuelings) and a yearly duration of 22.34 days (varying triennial mean).

The refueling duration since the last ORE has improved 4.3%.

Situation

The results obtained in the rest of the world have improved significantly, especially in U.S. plants where results approach European results and, in some cases, better them. (Table 1).

• TVO	7,8 days
• Browns Ferry	17 days
• Oyster Creek	18 days
• Peach Bottom	19 days
• Dresden	18 days
• LaSalle	21 days

T1.

The reason is the plants' need to increase their competitiveness (ptas/kWh) and increase revenue. Both of these are achieved with shorter refuelings.

After the Refueling Optimization (ORE) carried out in CNC in 1994, the refueling results approached those of best practices, although CNC seems to have reached its "threshold" at 20 days per year, whereas TVO's Finnish plants, for example, continue to improve. (figure 3).

Generally speaking, it can be affirmed that the objectives pursued have been achieved to a large extent, although the unexpected shroud repair meant that what was supposed to be the 2nd 20-day refueling actually lasted 27 days.

New Strategy

The change in strategy could end up as a mere changeover to alternating long and short refuelings, or it could go far beyond that. (Table 2).

It should be decided if it is advisable to continue the alternating short and long refuelings or whether two short refuelings should be alternated with a long one. Another possibility would be to have a short refueling followed by a semi-long one and have a long one every six refuelings.

To make this decision, the future design changes and major jobs to be carried out in CNC, which are already partially known a priori, must be considered.

ORE 2001 establishes some truly challenging objectives.

- Have a refueling strategy that allows CNC to rank among the best plants in the world in terms of load factor (around 95%).
- Achieve in five years a mean refueling duration of 15 days per year.

It is not a matter of breaking the world record for the shortest refueling, but rather to achieve a very high, constant load factor over time.

The short refueling has been fully studied and optimized in CNC, as the plant has implemented a standard program that can be improved, although this requires a significant effort. However, the long refuelings have still not been standardized because of their very nature, i.e. a critical path that depends on the work to be performed and that has never been repetitive.

Therefore, the challenge is to significantly improve the long refuelings without neglecting the short ones.

POSSIBLE PROPOSALS:

Proposal A: (see figure 4).

Proposal B:

Another proposal would be to alternate two short refuelings with a long one and to adjust this sequence to the different projects planned for CNC. (see figure 5").

Based on these objectives, future refuelings and activities can be summarized as follows:

- **14th Short refueling (9/2003) 16-17 days**
 - Application Noble Metals NMCA (Prior to Refueling).
 - Minimum scope in design modifications with hardware.
 - HP Turbine inspections and adjust control for 112%.
 - Change Recirculation pump "A" internals.
 - Selective improvement of Dry Well shieldings.
 - Selective replacement of CRD.
 - Completion of 2nd interval In-Service Inspections (ISI).
 - Phase 2 alarm management.
 - Phase 2 SCRAM solenoid valves.
 - Improve Main Generator instrumentation.
- **15th Long Refueling (05-2005) 30 days**
 - Pressure vessel internals inspection (Shroud / ut core spray).
 - Spray Pump girder replacement.
 - Phase 1 Numac nuclear instrumentation.
 - Change LPA for those from Valdecaballeros NPP.
 - Replace _ Feedwater (FW) Heaters.
 - Containment watertightness test.
 - Generator TIL-1098 inspection.
 - Replacement of Recirculation Pump "A" internals.
 - Mechanized inspections of vessel and Recirculation "A".
 - RAP Tests.
 - Selective replacement CRD.
 - Change CRD.
 - Distributed control in BOP Phase N+1.
- **16th Long Refueling (03-2007) 30 days**
 - Phase 2 Numac nuclear instrumentation.
 - Change Turbine instrumentation to Digital (Mark-6/7).
 - Power Range Monitor.
 - Replacement of Condensate Booster Pumps.
 - Replace 1/2 FW Heaters.
 - Replacement of piping N/N'2 D > 8" with E-C.
 - Selective replacement of CRD's.

An added difficulty is the longer cycle duration, which increases from 18 to 24 months.

It is obvious that, even though the refuelings can be completed in the established time frame, this

OBJETIVOS ORE'94 ORE'94 OBJETIVES

- Conseguir alternar recargas cortas de 20 días con recargas largas de 40 días con ciclos de 18 meses.
- Succeed in alternating short 20-day refuelings with long 40-day refuelings and with 18-month cycles.
- Conseguir que la primera recarga corta fuese en marzo de 1996(R9), que era la primera recarga del segundo intervalo de 10 años.
- Accomplish the first short refueling in March 1999(R9), which was the first refueling of the second 10-year interval.
- Ser el número 1 en España en cuanto a duración de recargas.
- Be number 1 in Spain in refueling duration.

El entorno

En el resto del mundo hay una mejora muy importante en los resultados obtenidos, sobre todo en las centrales de EE.UU., que se aproximan a los resultados europeos y, en algún caso, los mejoran. (Tabla 1).

•TVO	7,8 Días
•Browns Ferry	17 Días
•Oyster Creek	18 Días
•Peach Bottom	19 Días
•Dresden	1' Días
•LaSalle	21 Días

T 1.

La razón es la necesidad que tienen las centrales de aumentar su competitividad. Se trata de reducir el coste unitario (ptas/kWh) y de aumentar los ingresos. Ambas cosas se consiguen con recargas más cortas.

- Los cambios de diseño necesarios para la consecución del aumento de potencia de CNC hacen más rentable cambiar el paso de los ciclos de recarga.
- The design changes required to achieve the CNC power uprate make it more profitable to change the sequence of refueling cycles.
- La recarga 13, que debería ser corta, va a ser larga por el cambio de turbina. La R14 pasa a ser corta, y así sucesivamente.
- Refuelinf 13, which should be short, is going to be long because of turbine replacement. R14 is changed to short, and so on.
- Es un buen momento para plantearse un posible cambio de estrategia en el planteamiento de las recargas.
- Now is the time to propose a possible change in the refueling strategy.

T 2.

RESULTADOS 1994-2000 RESULTS 1994-2000

- R8-43. R9-20, R10-37, R11-27, R12-40 (un retraso medio de 1,4 días/recarga).
- R8-43. R9-20, R10-37, R11-27, R12-40 (average delay of 1.4 days/refueling).
- La primera recarga corta fue la R9 con algo menos de 20 días de duración.
- The first short refueling was R9, which lasted a little under 20 days.
- La duración media de las recargas de CNC es la cuarta en España actualmente (después de Almaraz 1 y Ascó 1y2), siendo la mas corta la R9 de CNC.
- The mean refueling duration in CNC currently ranks fourth in Spain (after Almaraz 1 and Ascó 1&2), and R9 is CNC's shortest refueling.

Tras la Optimización de Recargas (ORE) realizada en CNC en 1994, los resultados de las recargas se aproximaron a los de las mejores prácticas, aunque CNC parece que ha encontrado el "suelo" en los 20 días por año, mientras que por ejemplo las centrales finlandesas de TVO continúan mejorando. (fig.3).

En general, se puede afirmar que los objetivos perseguidos han sido alcanzados en gran medida, aunque la reparación imprevista del "shroud" supuso que la que tuvo que ser la 2ª recarga de 20 días, durase 27 en realidad.

Nueva estrategia

El cambio de estrategia se puede quedar tan sólo en un cambio del paso entre recargas largas y cortas o puede ir más allá. (Tabla 2).

Se debe decidir si es conveniente seguir con recargas alternas, cortas

y largas, o pasar a alternar dos cortas y una larga. Otra posibilidad sería el tener una recarga corta seguida de una semilarga y tener una larga cada seis recargas.

Para tomar esta decisión se debe tener en cuenta los futuros cambios de diseño y grandes trabajos a realizar en CNC y que, en parte, son ya conocidos a priori.

La ORE 2001 establece unos objetivos realmente retadores.

• **Tener una estrategia de recargas que permita a CNC estar entre las mejores Centrales del mundo en cuanto a factor de carga (cercano al 95%).**

• **Conseguir en cinco años una duración media de recargas de 15 días por año.**

No se trata de batir el récord de la recarga más corta del mundo, sino de conseguir un factor de carga muy elevado y constante en el tiempo.

En CNC está muy estudiada y optimizada la recarga corta, ya que se ha conseguido un programa estándar que se puede mejorar, aunque el esfuerzo necesario para conseguirlo es elevado. Sin embargo, las recargas largas no se han estandarizado todavía debido a su propia naturaleza, con un camino crítico que depende del trabajo que se vaya a realizar y que no ha sido nunca repetitivo.

Por lo tanto, el reto es mejorar mucho en las recargas largas sin descuidar las cortas.

PROPUESTAS POSIBLES:

Propuesta A: (ver figura 4).

Propuesta B:

Otra propuesta sería la de alternar dos recargas cortas con una larga, adecuando esta secuencia a los distintos proyectos que hay previstos para CNC. (ver figura 5).

Atendiendo a estos últimos objetivos las recargas y actividades futuras se resumen según se indica:

• 14ª Recarga-corta (9/2003)

16-17 días

- Aplicación Metales Nobles NMCA (Previo a Recarga).
- Mínimo scope en modificaciones diseño con hardware.
- Inspección Turbina AP y ajuste control para 112%.
- Cambio internos bomba "A" de Recirculación.
- Mejora selectiva de blindajes en Pozo Seco.
- Sustitución selectiva de CRD.
- Finalización inspecciones 2º intervalo Inspección en Servicio (ISI).

- Gestión alarmas Fase 2.
- Válvulas solenoides de SCRAM Fase 2.
- Mejora de la instrumentación del Generador Principal.

• 15ª Recarga larga (05-2005) 30 días

- Inspección internos vasija (Shroud / ut core spray).
- Sustitución vigas Bombas de Chorro.
- Instrumentación nuclear Numac Fase 1.
- Cambio LPA por las de CN Valdecaballeros.
- Cambio de 1/2 Calentadores Agua de Alimentación (FW).
- Prueba estanqueidad Contención.
- Inspección Generador TIL-1098.
- Sustitución internos Bomba Recirculación "A".

should not affect the reliability of the plant, which has to operate for 24 months. Neither short refuelings nor longer cycles must affect reliability.

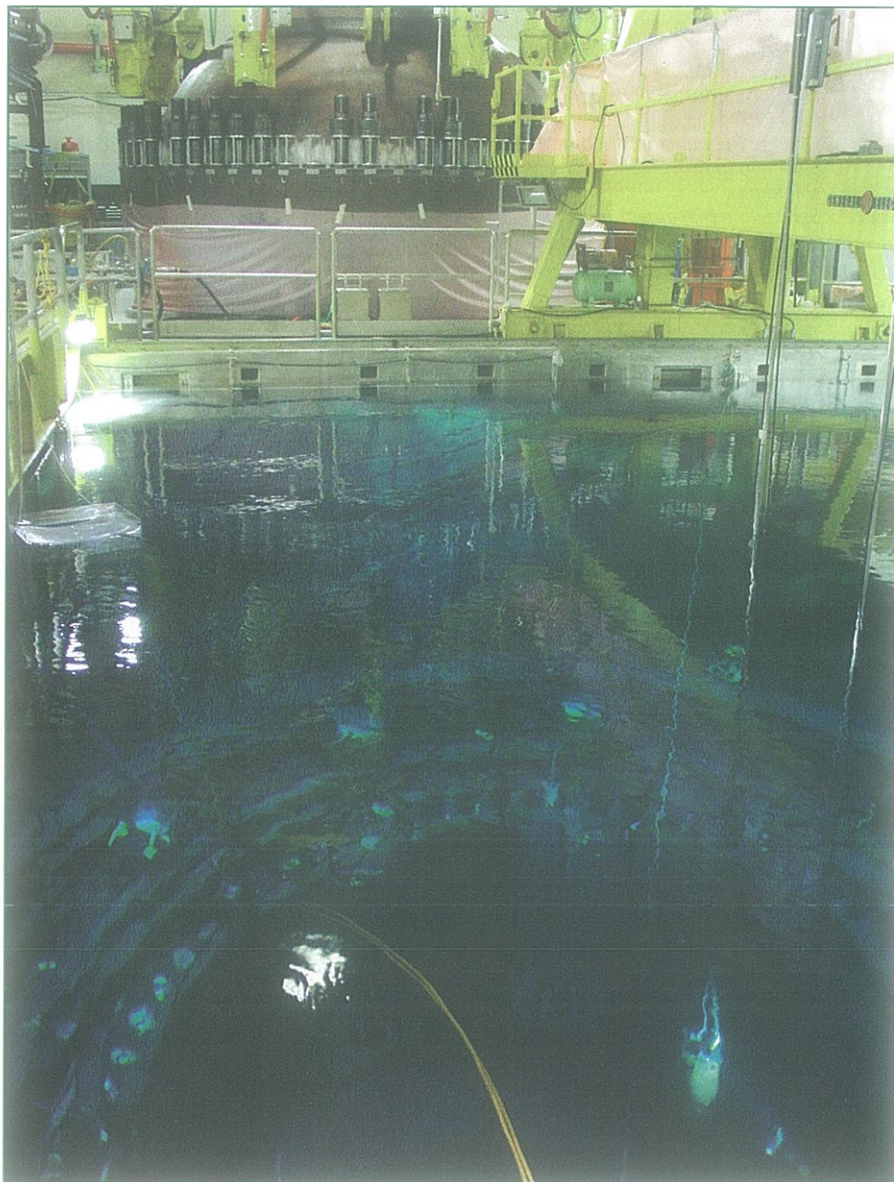
This results in the need to undertake a maintenance evaluation and create a new maintenance program or a new way of doing Maintenance. Therefore, all equipment related to the process and that is involved in good plant operation should be subjected to the same maintenance and evaluation as safety equipment.

It is not the plant refueling work that forms the bottleneck or barrier in CNC to reduction of refueling times.

CNC could currently complete the refueling in 13 days if only it had to focus exclusively on changing the fuel. The refuelings could be shortened even more, obviously incorporating more resources, if only the fuel and control rods had to be changed.

The bottleneck, or better yet the most important barriers to be considered for a short refueling, while at the same time ensuring reliability and conformance with all regulations, are as follows:

- Leak tests.
- General Diesel inspections.



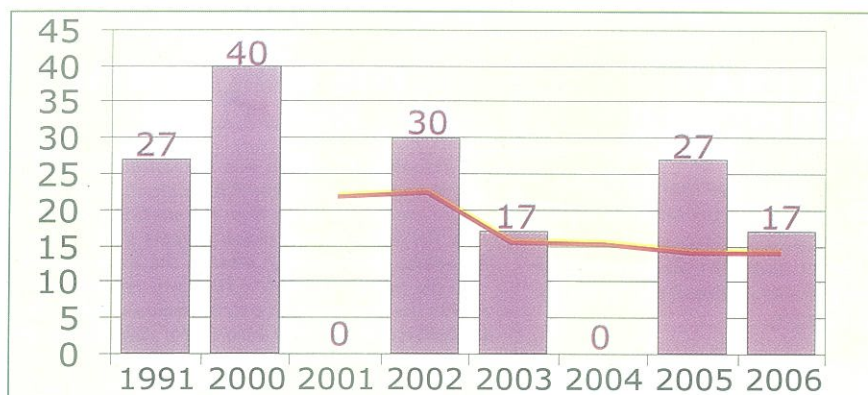


Fig. 4. Propuesta A/Proposal A

- General transformer inspections.
- Battery testing.
- Division maintenance.
- Attainment of GL 89-10 and 96-01.
- "Online" maintenance.

All these points are addressed for short refuelings. To overcome these barriers, actions have been taken and solutions provided for the following:

- General transformer inspection (Application of Predictive Maintenance).
- Battery testing (Application of the modified capacity test).
- Division maintenance (Inspection of operating switches and replacement during refueling).
- Attainment of GL 89-10 and 96-01 (Licensing of fast connectors).
- "Online" maintenance (Performing more online maintenance).

The only points still to be solved in the short- and mid-term are optimization of leak tests to enable execution within the window available per division, and the general Diesel inspections, which are being analyzed to permit online maintenance.

As for decreasing the time spent on maintenance in long refuelings, there are other problems since these are basically contingent on Design Changes of such a scope that it is difficult, if not impossible, to reduce the duration of these long refuelings.

- Inspecciones mecanizadas de vasija y Recirculación "A".
- Pruebas RAP.
- Sustitución selectiva CRD.
- Cambio de CRD.
- Control distribuido en BOP Fase N+1.

• 16ª Recarga larga (03-2007) 30 días

- Instrumentación nuclear Numac Fase 2.
- Cambio instrumentación Turbina a Digital (Mark-6/7).
- Power Range Monitor.
- Sustitución Bombas Booster de Condensado.
- Cambio de 1/2 Calentadores FW.
- Sustitución tuberías N/N'2 D > 8" por E-C.
- Sustitución selectiva CRD's.

Un elemento de dificultad añadido es que el aumento de duración de los ciclos, que pasan de 18 a 24 meses.

Es evidente que aunque las recargas puedan realizarse en el tiempo que se ha establecido, esto no debe afectar a la fiabilidad de la central, que tiene que estar 24 meses funcionando. Ni las recargas cortas ni el aumento de los ciclos deben afectar a la fiabilidad.

La consecuencia de esto es realizar un análisis del mantenimiento y crear un nuevo mantenimiento o una nueva manera de hacer el Mantenimiento. Por lo tanto, todos aquellos equipos relacionados con el proceso y que intervienen con el buen funcionamiento de la Central se deben someter al mismo mantenimiento y análisis que los equipos de seguridad.

No son los trabajos de Planta de Recarga el cuello de botella o barrera en CNC para la disminución de los tiempos de Recarga.

CNC podría en la actualidad atendiendo exclusivamente al cambio de combustible realizar la recarga en 13 días. Evidentemente incorporando recursos, se podría reducir aun más las recargas pensando sólo en el cambio de combustible y barras de control.

Realmente el cuello de botella o mejor dicho la barrera más importantes a tener en cuenta entre otros para una recarga corta, que a la vez aporte fiabilidad y cumplimiento con todas las normativas son:

- Pruebas de fugas.
- Revisiones generales de los Diesel.
- Revisiones generales de los transformadores.
- Pruebas en baterías.
- Mantenimiento de las divisiones.
- Consecución de la GL 89-10 y 96-01.
- Mantenimiento "on line".

Todos estos puntos están pensados para recargas cortas. Para dar solución a estas barreras se han tomado acciones y dado soluciones a:

- Revisión general de transformadores (Aplicación de Mantenimiento Predictivo).
- Pruebas en baterías (Aplicación de la prueba de capacidad modificada).
- Mantenimiento de Divisiones (Revisión de Interruptores en marcha y cambio durante recarga).
- Consecución de la GL 89-10 y 96-01. (Licenciamiento de conectores rápidos).
- Mantenimiento "on line". (Establecimiento de un mayor mantenimiento "on line").

Los únicos puntos pendientes de solucionar a corto y medio plazo son la optimización de pruebas de fugas que permitan su ejecución dentro de la ventana que se dispone por división y las revisiones generales de los Diesel que se están analizando para permitir el mantenimiento "on line".

Pensando en disminuir el tiempo empleado en el mantenimiento en recargas largas, la problemática es otra, ya que vendrá condicionado básicamente por Cambios de Diseño de tal alcance que hace difícil, si no imposible, disminuir los tiempos de estas recargas largas.

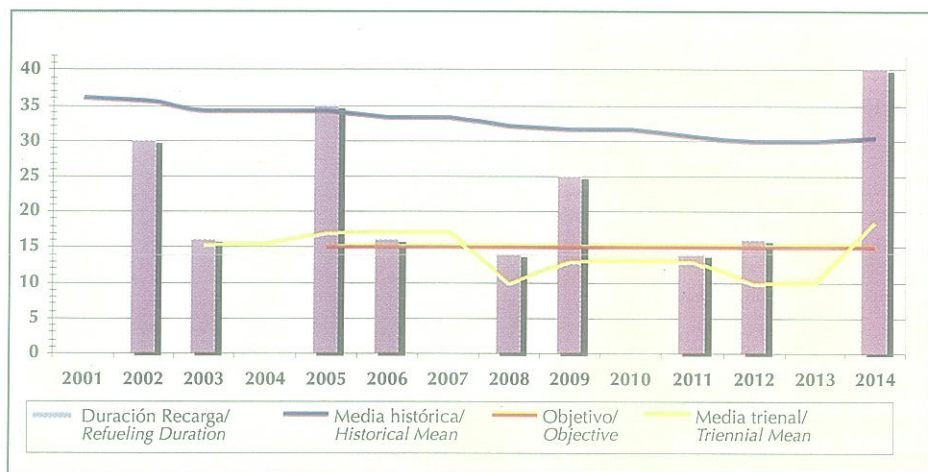
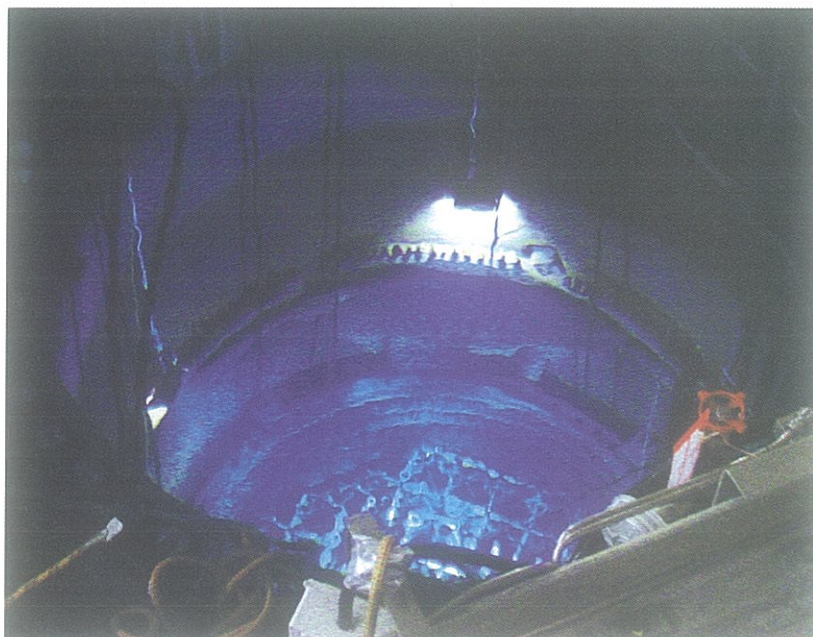


Fig. 5. Propuesta B/Proposal B

LA DECIMOTERCERA RECARGA DE COMBUSTIBLE

La Recarga 13, última de las realizadas en la Central Nuclear de Cofrentes, es punto final y a la vez punto de partida dentro del proceso de Optimización de Recargas (ORE). A partir de esta Recarga, en la que se abordaron gran parte de los trabajos relacionados con el aumento de potencia al 110%, se inicia una nueva andadura cuyo objetivo es obtener un factor de carga comparable a las centrales del norte de Europa.



No ha sido la Recarga 13 una recarga fácil. Los trabajos encaminados a la descontaminación de los Sistemas de Recirculación y Limpieza del Agua del Reactor, así como los cambios de diseño y pruebas para el licenciamiento del 110% han sido significativos en esta Recarga, siendo éste último, sin duda el hito más importante.

Para conseguir este aumento de potencia se sacrificaron unos días de producción, pues de no haber sido así se tendría que haber trasladado al año 2005, fecha en la que está prevista la primera recarga larga (R15), de 30 días de duración conforme al nuevo proceso que se inicia.

Concretamente se licenciaba el paso del 104'2% (3015 MWt) al 110% (3184 MWt) con paso de una potencia generada e incorporada a la red de 1.080,2 MW eléctricos, 55 MW

más que los proporcionados por la anterior potencia de 1.025,4 MW.

En un claro contexto de competitividad, la productividad y el rendimiento de las instalaciones son los factores que nos llevarán a mejorar la rentabilidad de la instalación. No obstante en Cofrentes se entrelaza la competitividad y la economía con las consideraciones de seguridad y fiabilidad. Esta recarga ha sido por los motivos antes citados el punto de encuentro entre la competitividad con la fiabilidad y seguridad.

Un punto en el que, como consecuencia de ser muy competitivo, se encuentra la necesidad de ser más fiable y más seguro.

La seguridad la podemos considerar como el área de un triángulo formado por los lados de rentabilidad, fiabilidad y disponibilidad, de tal

THE THIRTEENTH REFUELING

Refueling 13, which was the last one carried out in Cofrentes Nuclear Power Plant, is the end point and at the same time the starting point of the Refueling Optimization process (ORE). This Refueling, during which most of the work related to the power uprate to 110% was completed, marks the beginning of a new phase in which the objective is to obtain a load factor comparable to the Northern European plants.

Refueling 13 was not an easy one. The Recirculation and Reactor Water Flushing System decontamination tasks, as well as the design changes and tests required for 110% licensing, were significant in this Refueling, and the latter was undoubtedly the most important milestone.

Several days of production had to be sacrificed to achieve this uprate. The refueling would have otherwise had to be postponed to 2005, when the first long 30-day refueling (R15) is due to take place in accordance with the new process being initiated.

Specifically, an uprate from 104.2% (3015 MWt) to 110% (3184 MWt) was licensed, increasing the power generated and sent to the grid to 1,080.2 MW electric, i.e. 55 MW more than provided at the previous power of 1,025.4 MW.

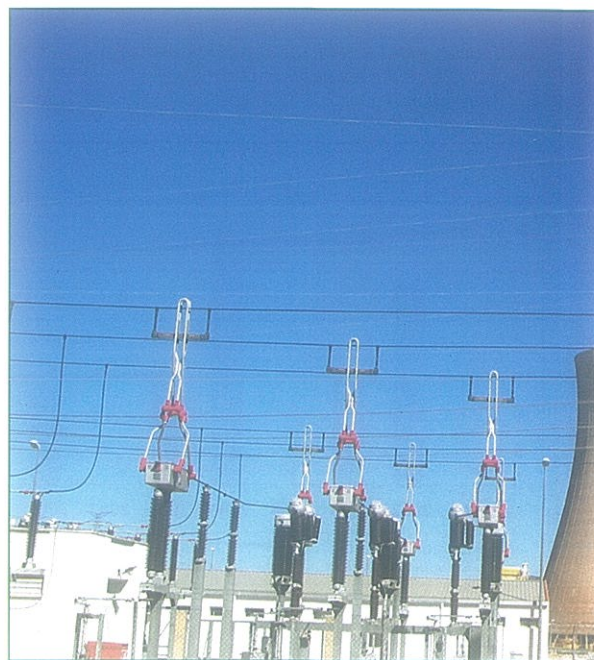
In a clear context of competitiveness, plant productivity and performance are the factors that will allow us to improve the facility's profitability. Nevertheless, in Cofrentes, competitiveness and economy are tied to considerations of safety and reliability. For the reasons cited above, this refueling has been the point of convergence between competitiveness and reliability and safety.

It is at this point where, because the plant is very competitive, there is a need for greater reliability and safety.

Safety can be considered as the area of a triangle whose sides are formed by profitability, reliability and availability, so that any action that tends to increase one side will increase the area and thus safety.

Refueling 13 also involved profound

“ Podemos considerar la **SEGURIDAD**, como el área de un triángulo formado por los lados de rentabilidad, fiabilidad y disponibilidad, de tal forma que cualquier acción tendente a aumentar un lado, aumenta el área y con ello la seguridad. ”



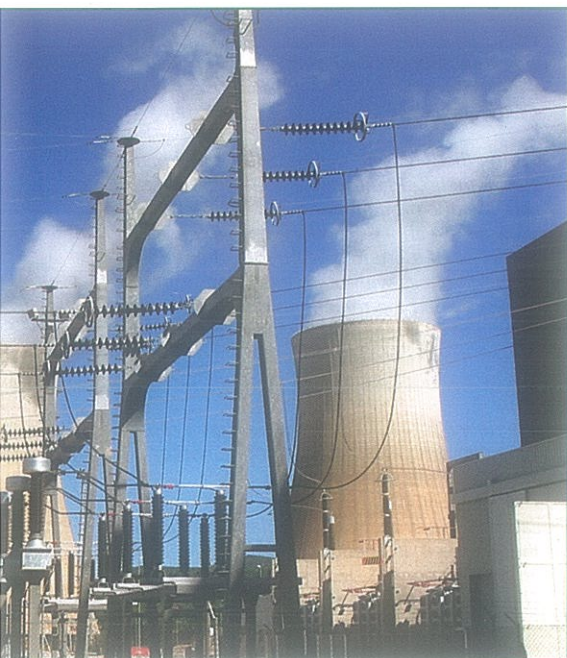
Objetivo/Objective R13		Comentario/Comments
Accidentes Laborales (Índice de frecuencia por 10 ⁶ h trabajadas) <i>Industrial Accidents (rate of frequency per 10⁶ h worked)</i>	10,2	Es un 25% menos que el valor medio de las últimas recargas. <i>25% lower than the mean value of the latest refuelings.</i>
Índice de Severidad (h) <i>Severity Index (h)</i>	217	Se mide en horas ponderadas, aumentan exponencialmente cuando menores son los medios disponibles para asegurar una función de seguridad. <i>Measured in weighted hours, increases exponentially when there are less available means to ensure a safety function.</i>
Dosis Colectiva (mSv.p) <i>Collective Dose (mSv.p)</i>	1750	Se fija el objetivo para mantener una tendencia descendente en media trienal. <i>An objective is set to maintain a downward trend of the triennial mean.</i>
Volumen de Residuos (bid.) <i>Waste Volume (drums)</i>	220	5% menos que la media de las últimas recargas (sin contar 60 bidones por la descontaminación). <i>5% less than the mean of the last few refuelings (without counting 60 drums from decontamination).</i>
Cumplimiento del Programa (d) <i>Program Fulfillment (d)</i>	0	Cumplir sin retrasos con el programa establecido de 28 días. <i>Complete the established 28-day program without delays.</i>
Calidad del trabajo contratado (media eval. Contratistas) <i>Quality of contracted work (Contractor eval. average)</i>	6,75	Continuar con la tendencia de mejora del indicador. <i>Continue the upward trend of the indicator.</i>
Pérdidas de Energía por mala calidad trabajos (GWh) <i>Energy Losses from poor job quality (GWh)</i>	0	Se contabilizan las bajadas de carga durante los 15 días posteriores a la R13. <i>The load reductions during the 15 days after R13 are counted.</i>
Cumplimiento del presupuesto de horas extras (h) <i>Observance of extra hour estimate (h)</i>	14430	Número de horas extras. <i>Number of extra hours.</i>
Desviaciones Económicas (%) <i>Economic Overruns (%)</i>	0%	Desviaciones con respecto al presupuesto de Servicios Exteriores. <i>Overruns with respect to the Outside Service budget.</i>

T 1.

organizational changes, both at the corporate and work center levels. These changes, coinciding with the changes implemented for the power uprate and increased competitiveness, form a whole in which the personnel has been and is a first-hand participant, assuming as their own the company's goals and the Plant objectives.

	Objetivo/Target	Real/Real
Cumplimiento de programa <i>Program completion</i>	28 días	29 días 18 h
Accidentes laborales (Índice de frecuencia por 10 ⁶ h trabajadas) <i>Industrial accidents (rate of frequency per 10⁶ h worked)</i>	10,2	20,1

T 2.



forma que cualquier acción tendiente a aumentar un lado, aumenta el área y con ello la seguridad.

La Recarga 13 además ha venido acompañada de profundos cambios organizativos, tanto a nivel de empresa como de centro de trabajo. Estos cambios, coincidentes con los cambios iniciados para el aumento de potencia y la competitividad, forman un todo del cual el personal ha sido y es partícipe de primera mano, haciendo suyos los objetivos de empresa y los objetivos de Central.

VALORACIÓN DE LA 13 RECARGA

La Recarga 13 se ha realizado durante el periodo comprendido entre el 24 de febrero y el 25 marzo de 2002 con una duración (*brake to brake*) de 29 días y 18 horas.

Como actividades más significativas se han realizado:

- Modificación y pruebas para el licenciamiento del 110% de Potencia Térmica.
- Descarga total del núcleo.
- Descontaminación de Recirculación (B33) y Sistema de limpieza de agua del Reactor (G33).
- Desmontaje e inspección de los cuerpos de Baja Presión de la Turbina Principal.
- Modificación de diafragmas del cuerpo de Alta Presión de la Turbina Principal.
- Sustitución de los motores y bombas del Sistema de Agua de Servicios Esenciales (P40).
- Instalación de medidores de caudal de agua de alimentación intrusivo.
- Intercambio de las SRV.
- Ejecución de 70 Cambios de Diseño.

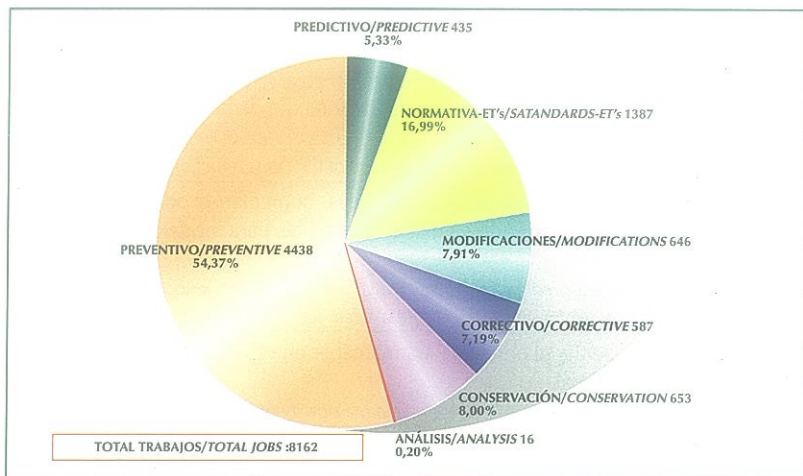


Fig.1. 13ª Recarga. Trabajos realizados. N° de trabajos por tipo de actividad/ Refueling 13. Jobs completed. Number of jobs per type of activity.

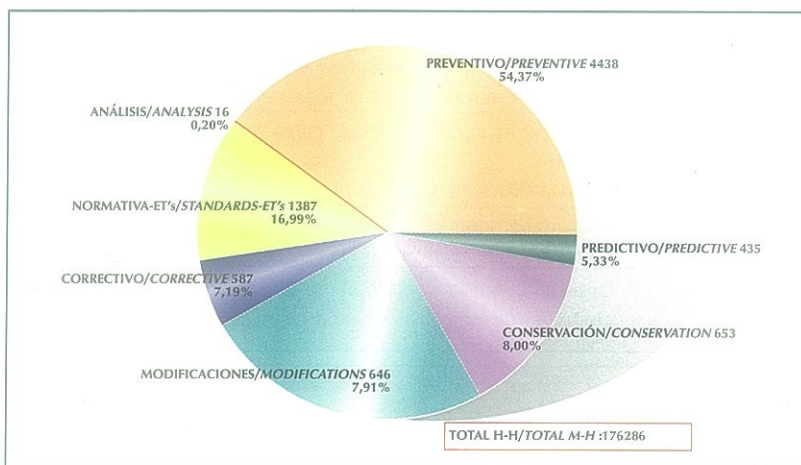


Fig. 2. 13ª Recarga. Horas-Hombre en trabajos realizados. Horas-Hombre por tipo de actividad/ 13 Refueling. Man-Hours in jobs completed. Man-Hours per type of activity.

Así mismo los trabajos realizados fueron 8.162, con un total de 176.286 HH frente a los 7.336 trabajos programados. Por lo tanto, hubo 826 trabajos emergentes.

Los objetivos establecidos se presentan en la Tabla 1.

Para la ejecución de estas actividades y cumplimiento de los objetivos se contrataron a 1.098 personas, pertenecientes a 33 empresas.

Se realizaron programas específicos y hubo seguimiento puntual para las actividades de:

- Planta de Recarga.
- Descontaminación de Recirculación y Sistema de agua de limpieza del Reactor.
- Sustitución de los Motores-Bomba del P40.
- Intercambio de SRV's.

El camino crítico estuvo durante toda la Recarga en los trabajos de Planta de Recarga.

Esta programación específica y seguimiento hora a hora para los trabajos antes dicho, fue determinante por ser todos ellos de larga duración, con interferencias con otros trabajos que podrían alargar la recarga, de hecho así fue, por problemas acontecidos durante el proceso de descontaminación.

Los únicos objetivos no alcanzados se presentan en la Tabla 2.

El retraso en la ejecución fue consecuencia de problemas con la descontaminación, ya que se presentaron imprevistos en los tapones.

El incumplimiento en el índice de frecuencia hay que relacionarlo con los criterios aplicados a la determinación de incidentes, ya que el número de accidentes con baja, todos ellos leves, fueron 8.

En cuanto al volumen de trabajo y distribución de los mismos atendiendo a secciones o tipo de trabajo, se muestran en las figuras 1 y 2.

“ Safety can be considered as the area of a triangle whose sides are formed by profitability, reliability and availability, so that any action that tends to increase one side will increase the area and thus safety. ”

ASSESSMENT OF REFUELING 13

Refueling 13 was carried out between February 24 and March 25, 2002, with a duration (brake to brake) of 29 days and 18 hours.

The most significant activities include the following:

- Modification and testing for 110% Thermal Power licensing.
- Complete unloading of the core.
- Recirculation (B33) and Reactor water flushing system (G33) decontamination.
- Disassembly and inspection of the Main Turbine Low Pressure heads.
- Modification of Main Turbine High Pressure head diaphragms.
- Replacement of Essential Service Water System (P40) motors and pumps.
- Installation of intrusive feedwater flow meters.
- Replacement of the SRV.
- Execution of 70 Design Changes.

A total of 8,162 jobs were performed with a total of 176,286 man-hours versus the 7,336 jobs programmed. Therefore, there were 826 emergent jobs.

The established objectives are in Table 1.

To execute these activities and achieve the objectives, 1,098 people belonging to 33 companies were contracted.

Specific programs were carried out and the following activities were individually tracked:

- Refueling Plant.
- Recirculation and Reactor Water Flushing System decontamination.
- Replacement of P40 Motor-Pumps.
- Exchange of SRV's.

During the whole Refueling, the critical path was in Refueling Plant work.

This specific programming and hour-to-hour tracking of the above mentioned work were decisive, as all these jobs were long duration with interferences with other work that could have lengthened the refueling. In fact this was the case, due to problems that occurred during the decontamination process.

The only objectives that were not achieved are in Table 2.

The delay in program execution was a result of unexpected problems with decontamination related to the plugs.

The accident frequency rate was not met because of the criteria used to classify incidents, as there were 8 accidents with sick leave, all of them minor.

The volume of work and distribution of jobs according to sections or type of work are shown in the figures 1&2.