



Alberto BIETE COT es Ingeniero Industrial desde 1970. Ha prestado sus servicios en el Proyecto Ascó desde finales de 1971 hasta finales de 1976, en los departamentos de Diseño, Instrumentación y Control, y Jefatura de Puesta en Marcha para Ascó II. Desde finales de 1976 hasta finales de 1986 ha desarrollado funciones en Vandellós II, en Jefatura de Compras, y en Dirección Adjunta y Dirección de Aprovisionamientos. A finales de 1986 fue nombrado director de Central, cargo que ocupa actualmente.

PLANIFICACION DE LAS PRUEBAS NUCLEARES

A. BIETE COT - J. CARRASCO MONTERO (*)

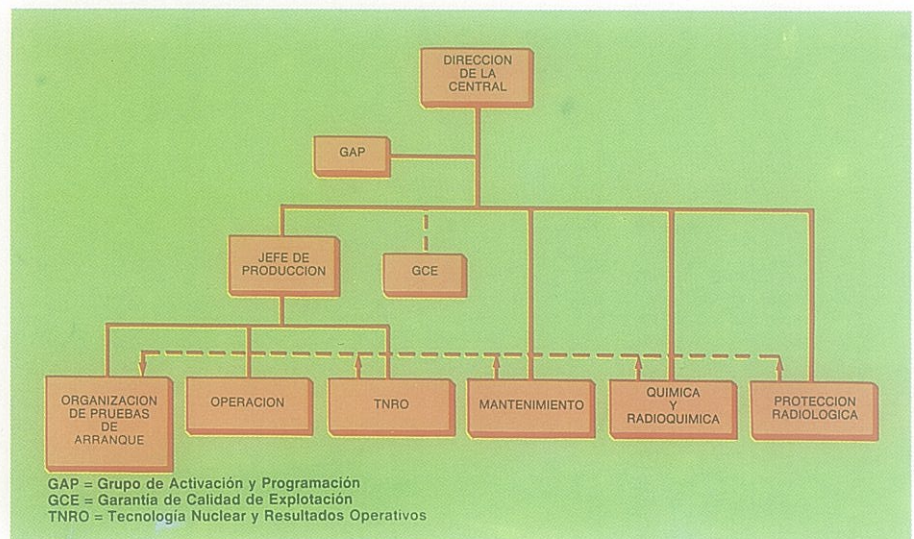
INTRODUCCION

El punto de partida para la planificación de las Pruebas Nucleares de la Central Nuclear Vandellós II fue la elaboración del MOPA (Manual de Organización de Pruebas de Arranque), en el que se definía la organización, responsabili-

des y los procedimientos específicos a seguir durante la realización de las mismas, de tal forma que dichos procedimientos estuvieran vigentes desde el momento de su aprobación hasta la finalización.

En los sucesivos apartados de este artículo se desarrolla la organización y

FI Organigrama de Explotación durante el arranque



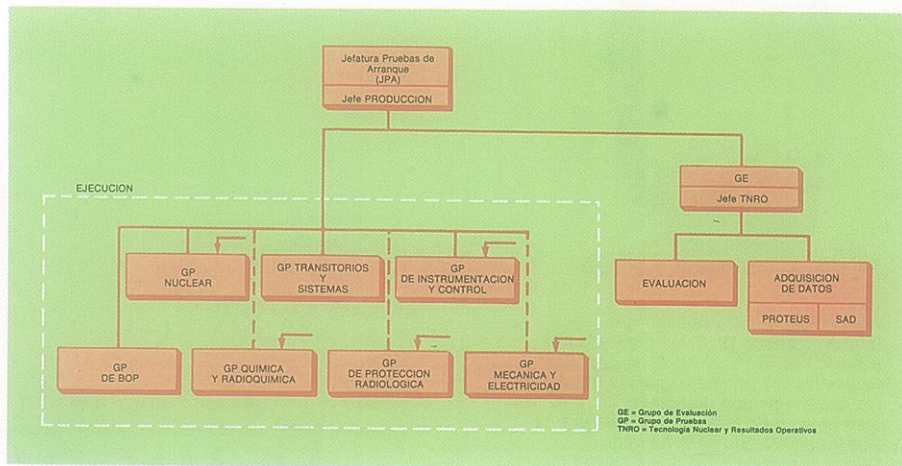
(*) El currículum de J. Carrasco Montero se publica en la página 49.

programación de las Pruebas de Arranque Nucleares (PAN).

ORGANIZACION

Se estableció una organización que aprovechaba los recursos de la futura Explotación, respetando las estructuras ya existentes e incluyendo dos grupos más de pruebas que se denominaron GP de Transitorios y Pruebas Funcionales de Sistemas y GP del BOP (que ejecutaría todas aquellas pruebas relacionadas con el secundario), tal como se representa en las figuras I, II y III.

La finalidad de esta organización fue poder realizar unas pruebas seguras y eficientes. Para la seguridad, se estableció que todas las maniobras de elementos de control y establecimiento de condiciones operativas requeridas por las pruebas, fueran realizadas por personal con licencia y cumpliendo las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento y el Permiso de Explotación Provisional. En cuanto a la eficiencia,



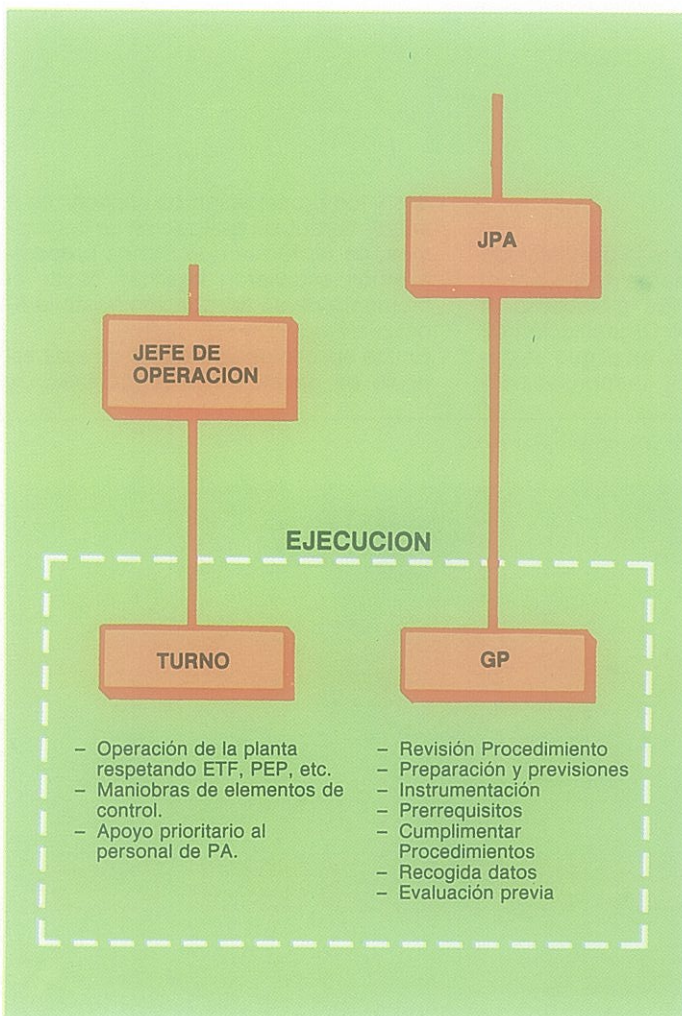
F II Organigrama de la Organización de Pruebas de Arranque

se establecieron unas estructuras de apoyo para la preparación de la prueba, su ejecución y evaluación posterior, al objeto de descargar de trabajo al turno, evitándose así retrasos y permitien-

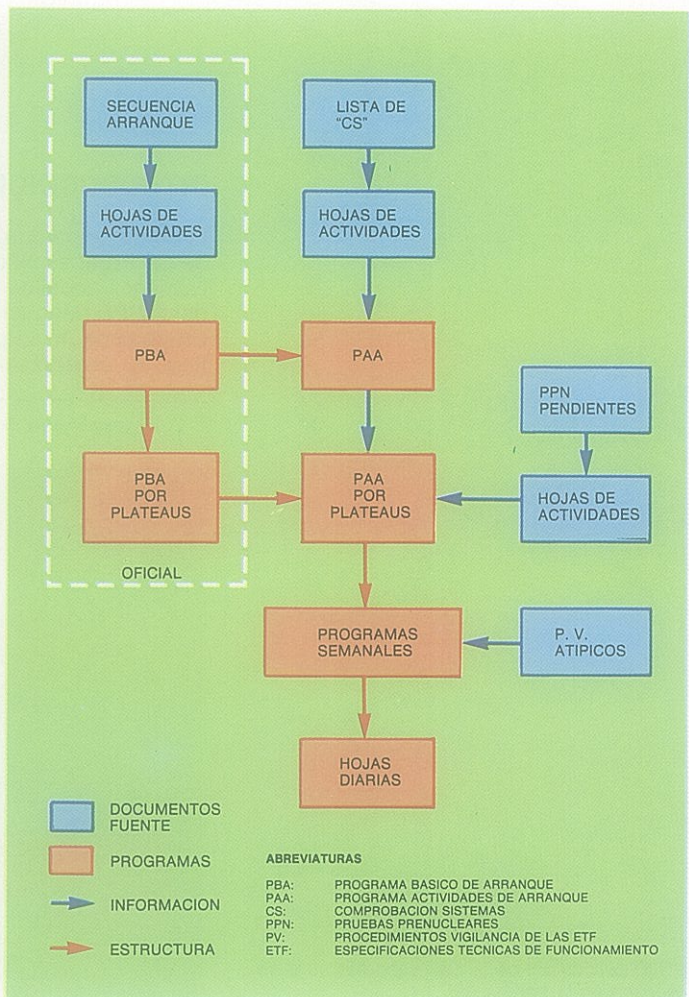
do al personal con licencia una dedicación plena a la Operación general de la Central.

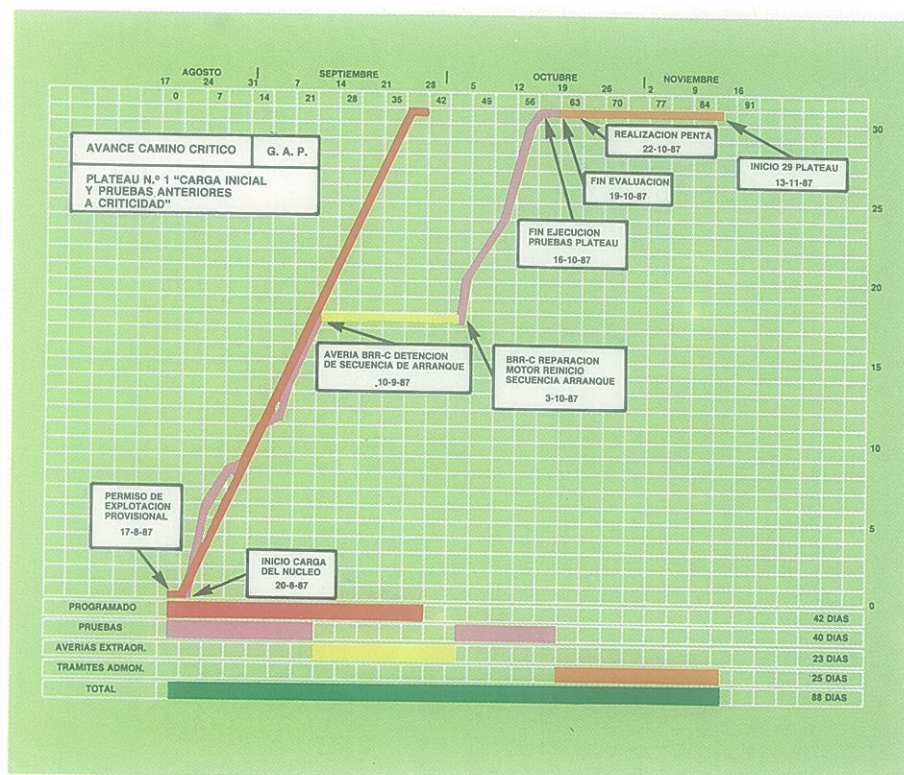
De esta forma se planteó la ejecución de las pruebas con una responsabili-

F III Delimitación de responsabilidades durante la ejecución de las pruebas



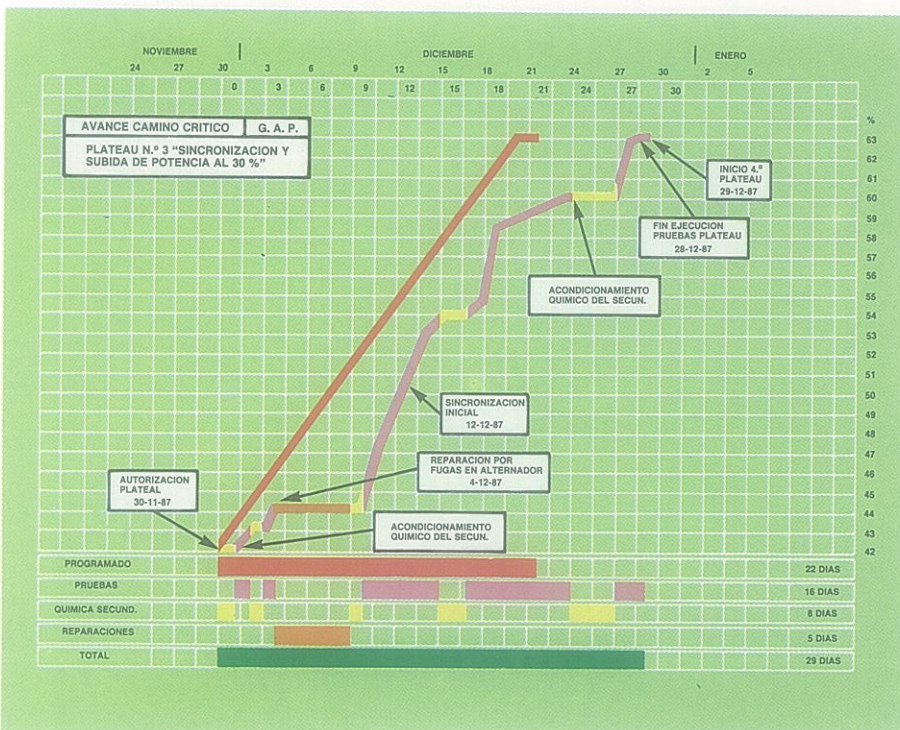
F IV Estructura de los Programas de las Pruebas de Arranque





F VI Avance programado y real del Plateau número 1 (Carga de Combustible y Pruebas anteriores a la Criticidad)

F VII Avance programado y real del Plateau número 3 (Sincronización y Subida de Potencia al 30 %)



dad compartida: el personal con licencia fue responsable de la operación segura de la Central y de las maniobras de elementos de control y el personal de pruebas lo fue de la preparación documental, de la instrumentación y equipo temporal, de la coordinación de los

recursos y de la evaluación previa de las pruebas.

Como se observa en la figura II, del Jefe de Pruebas de Arranque (JPA) dependían el Grupo de Evaluación (GE) y los diferentes Grupos de Pruebas (GP), siendo la dependencia de estos últi-

mos, en algunos casos, jerárquica (cuando la dedicación del GP era plena durante todas las Pruebas Nucleares) y en otras funcional (cuando la dedicación del GP era ocasional o rutinaria).

Cada Grupo de Pruebas estaba formado por un equipo especializado en determinado tipo de pruebas y con capacidad para desarrollar su trabajo a turnos. Esto permitió que cada una de ellas fuese conocida por más de un técnico, de forma que, en aquellos casos en que surgieron imprevistos que retrasaron su inicio o duración, el personal técnico pudo trabajar a turnos el tiempo necesario y con total intercambiabilidad.

Las funciones del Grupo de Evaluación (GE) consistían en apoyar a los diferentes GP en la toma de datos mediante el Proteus (ordenador de Proceso de la Central) o el Sistema de Adquisición de Datos (SAD), y en realizar la evaluación preliminar de los resultados de todas las pruebas para su posterior tramitación al Comité de Pruebas de Arranque. Este Comité era un órgano específico para las Pruebas Nucleares que tenía como función principal la evaluación y aceptación de cada prueba, remitiendo los resultados al Comité de Seguridad Nuclear de la Central para la posterior aceptación de los mismos por parte del Director de la Central.

Durante todo este período se estableció una reunión diaria, en la que se trataban los temas relativos a las pruebas a realizar durante las siguientes veinticuatro horas (condicionantes de operación, equipo de prueba, etc.), así como los diferentes problemas planteados por los diversos Grupos de Pruebas y que requerían una solución a corto plazo.

PROGRAMACION

El objetivo de realizar unas pruebas técnicamente correctas, dentro de un programa eficiente, pasaba, entre otras cosas, por disponer de una estructura de programas diseñada en tres niveles; General, por "Plateau" y Semanal, que, respetando las relaciones de prerequisites entre pruebas, permitiesen el mayor número posible de caminos paralelos, aumentando en detalle y adaptándose al calendario a medida que se bajase de nivel.

Como primer paso para la elaboración del programa de las pruebas nucleares, denominado Programa Básico de Arranque (PBA), se realizó un análisis detallado de la Guía Reguladora 1.68 Rev. 2 "Initial test programs form water-cooled nuclear power plants", comprobando que la "Secuencia de Arran-

que" (lista oficial de Pruebas de Arranque de la Central y documento básico de referencia) cumplía con los objetivos de dicha guía y que era coherente con los requisitos establecidos por el CSN, tras la revisión definitiva de la misma.

Al objeto de poder determinar todas las relaciones condicionantes entre pruebas se realizó, para cada paso de la "Secuencia de Arranque", un análisis que se reflejó posteriormente en "Hojas de Actividades", donde se indicaban los prerrequisitos, medios técnicos y humanos, el valor de parámetros importantes, el estado de equipos durante la ejecución de una prueba que permitieran la planificación de otras en paralelo, etc., es decir, toda la información que ayudase a realizar los trabajos programados de la forma más correcta.

Una vez definidas las Hojas de Actividades, se procedió a la elaboración del PBA, en el que se incluyeron todas las pruebas de la Secuencia de Arranque, en una estructura de nodos que tuviera en cuenta las duraciones previstas de cada una de las actividades, así como las condiciones de la planta y los prerrequisitos, ya fueran operativos o motivados por la secuencia de las propias pruebas.

Asimismo, se definió una serie de comprobaciones de sistemas "CS", no relacionados con la Seguridad, pero de los que se consideraba útil su verificación, dando lugar a la integración de las mismas en el PBA, constituyendo así el denominado Programa de Actividades de Arranque (PAA).

Se editó un Programa Básico de Arranque General y un Programa de Actividades de Arranque, también general, así como un programa parcial de cada uno de los siete "Plateaus" de que constaba el conjunto, es decir:

PLATEAU N.º 1 "Carga Inicial y Pruebas anteriores a Criticidad".

PLATEAU N.º 2 "Criticidad Inicial y Pruebas Físicas a Baja Potencia".

PLATEAU N.º 3 "Sincronización y subida de Potencia al 30 % PTN".

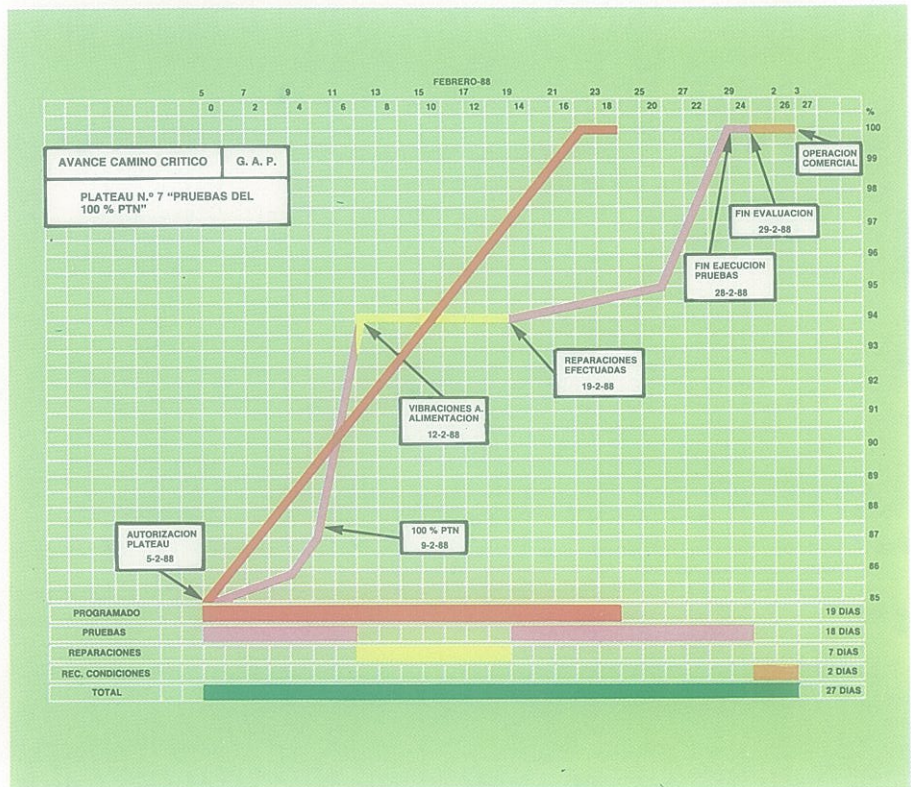
PLATEAU N.º 4 "Pruebas del 50 % PTN".

PLATEAU N.º 5 "Pruebas del 75 % PTN".

PLATEAU N.º 6 "Pruebas del 90 % PTN".

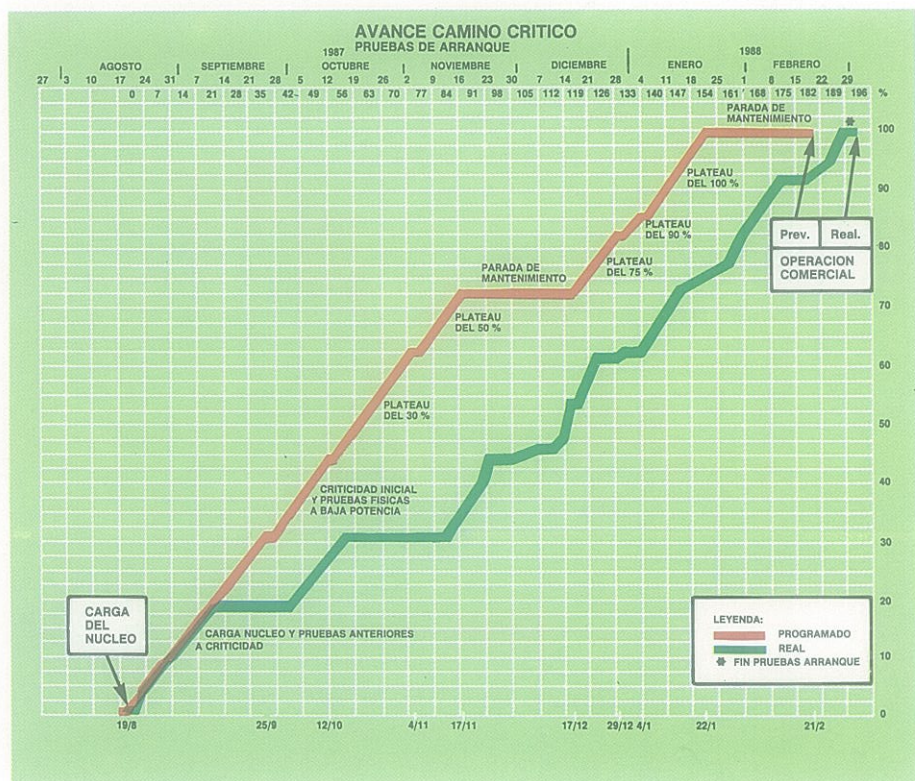
PLATEAU N.º 7 "Pruebas del 100 % PTN".
En estos programas parciales se refle-

jaron aquellos pendientes de pruebas prenucleares que, para su ejecución, necesitaban condiciones operativas



F VIII Avance programado y real del Plateau número 7 (Pruebas del 100 % de PTN)

F IX Avance programado y real del camino crítico para el conjunto de las Pruebas de Arranque



HITOS IMPORTANTES		FECHA
PERMISO EXPLOTACION PROVISIONAL		17. 8.87
INICIO CARGA NUCLEO		20. 8.87
CRITICIDAD INICIAL		14.11.87
SINCRONIZACION INICIAL		12.12.87
ALCANCE 100 % PTN		09.02.88
INICIO OPERACION COMERCIAL		03.03.88

PERIODOS DESTACABLES				
DESDE	HASTA	CRITICIDAD INICIAL	SINCRONIZ. INICIAL	100 % PTN
INICIO CARGA COMBUSTIBLE		86	114	173
CRITICIDAD INICIAL			28	87
SINCRONIZACION INICIAL				59
100 % POTENCIA TERMICA NOMINAL				23

AUTORIZACIONES INCLUIDAS EN EL PROGRAMA DE ARRANQUE		
CRITICIDAD	CSN	12.11.87
PLATEAU DEL 30 %	CSN	30.11.87
SINCRONIZACION	DGE	02.12.87

F X Cuadro resumen de los hitos más importantes y de la duración de los periodos más significativos de las Pruebas de Arranque

F XII Histograma de potencia térmica y potencia eléctrica bruta producidas durante el periodo de Pruebas Nucleares

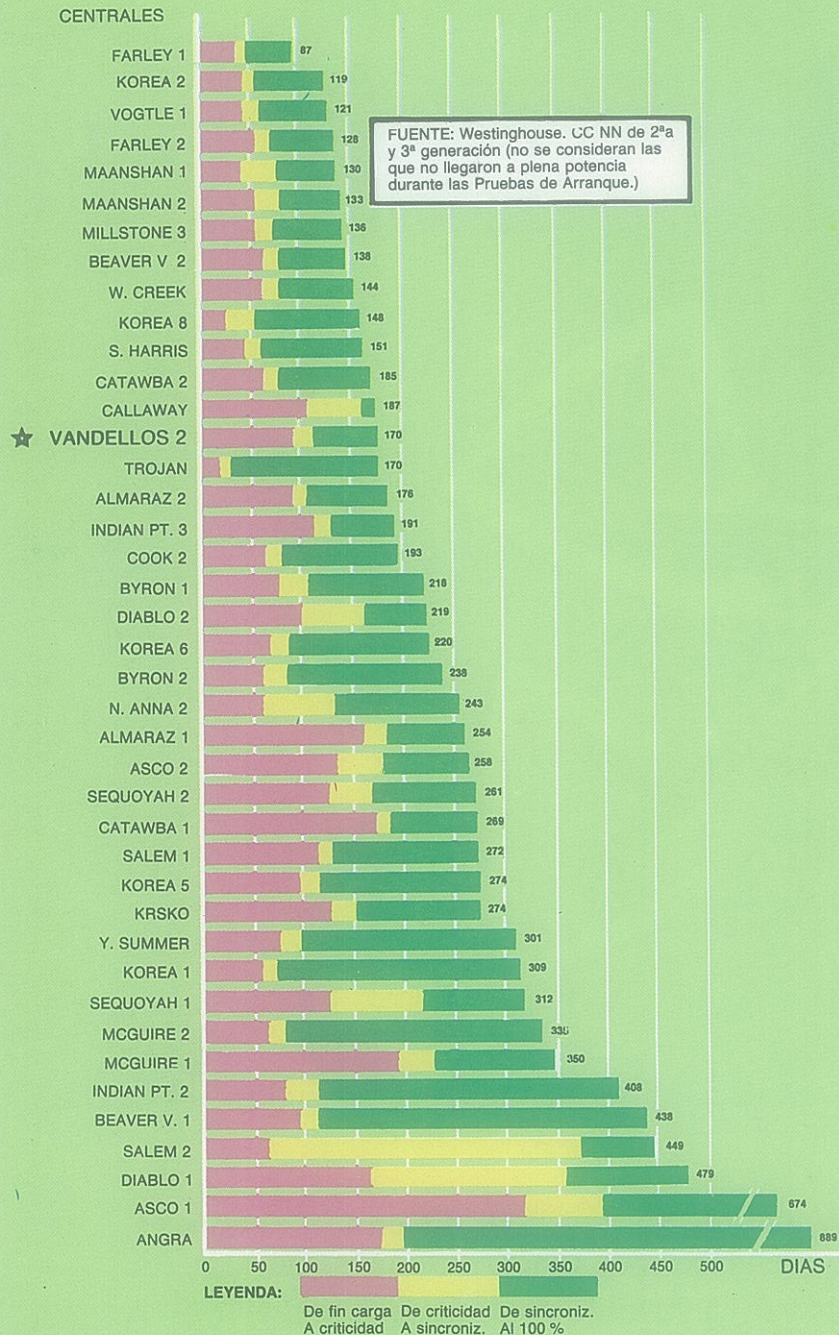


NOTA: LA POTENCIA TERMICA Y ELECTRICA REPRESENTADAS SON LAS MEDIAS DIARIAS

concretas de la planta y que impactaban directamente en la evolución del Programa de Pruebas.

Por último, se editaban los Programas Semanales de Detalle, en los que se reflejaban las pruebas y actividades a realizar en la semana, en base a los PAA de los Plateaus ya definidos, a los objetivos marcados por la Dirección y a la información suministrada por los diferentes Grupos de Pruebas. Asimismo, se incluían los Requisitos de Vigilancia atípicos de las ETF que se ejecutaban con la planta en condiciones particulares de operación y que se correspondían con los de ejecución de determinadas pruebas.

En la figura IV se indica toda esta estructura de programas y su interrelación. A título de ejemplo, en la figura V se muestra un Programa Semanal de Detalle, correspondiente a la semana del 3 al 10 de octubre de 1987 durante el desarrollo del Plateau número 1 (Pruebas anteriores a la criticidad).



F XI Gráfico comparativo de la duración de las Pruebas de Arranque en diversas centrales nucleares PWR en el mundo

Cabe mencionar también que, con dos meses de antelación a la fecha prevista para la Carga de Combustible, se preparó un programa en el que se indicaban los procedimientos, documentos, requisitos de vigilancia (según las ETF), sistemas, equipos, procesos y organizaciones que debían estar preparados para dicha Carga de Combustible y su Secuencia de Actividades asociada. A este programa se le denominó "Progra-

ma de Prerrequisitos para la Carga de Combustible".

Evidentemente, la forma de valorar un programa de este tipo, al objeto de poder efectuar un estrecho seguimiento de su grado de cumplimiento, resulta bastante difícil, dado que existen bastantes actividades en paralelo, muchas de ellas difíciles de ponderar. Por todo ello, dado que la importancia de una prueba concreta no depende tanto de

los medios humanos y técnicos como de su duración y su dificultad, se procedió a establecer un camino crítico que representase el avance global del programa. Así, en cada Plateau se eligió entre cada grupo de actividades en paralelo aquella que, por su duración prevista, su dificultad operativa o su dependencia de las condiciones de la planta, presentaba, "a priori", una mayor duración real.

Una vez elaborado el camino crítico para todo el PBA, desde el inicio de la Carga de Combustible hasta la Operación Comercial, incluyendo períodos para posibles averías y mantenimiento, se determinó su duración total y se le asignó el 100 % de avance.

De esta forma se establecía una relación directa entre el avance, en días, del camino crítico y el avance porcentual del PBA, si bien sólo se asignó avance a las actividades de pruebas, dando avance cero a las evaluaciones, reparaciones y paradas de mantenimientos.

RESULTADOS

En las figuras VI, VII y VIII se representan, a título de ejemplo, el avance programado y el avance real conseguido en los Plateaus número 1 (Carga de Combustible y Pruebas anteriores a la Criticidad), número 3 (Sincronización y Subida de Potencia al 30 %) y número 7 (Pruebas del 100 % de PTN) respectivamente, indicándose, en cada caso, la duración real de las pruebas y la duración de los sucesos imprevistos (averías, reparaciones, trámites administrativos, etc.). En la figura IX se da la representación gráfica del avance programado y real del camino crítico para el conjunto de las Pruebas de Arranque Nucleares y en la figura X un cuadro resumen de los hitos más importantes y de la duración de los períodos más destacables de las mismas.

Toda esta estructura organizativa y de programación dio como resultado la ejecución de las Pruebas Nucleares en el tiempo programado de seis meses, lo que representa un éxito indudable por parte de toda la organización de la Asociación Nuclear de Vandellós, tal como queda reflejado en la figura XI, en la que se indica, de forma comparativa, la duración de este tipo de pruebas en 41 centrales nucleares PWR existentes en el mundo.

Finalmente, como dato también de interés, en la figura XII se proporciona la representación gráfica del histograma de potencia térmica y eléctrica bruta producidas durante todo el período de Pruebas Nucleares.