



Francisco VERDERA ROSELL es Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona (1974) y Diplomado en Ingeniería Nuclear por el Instituto de Estudios Nucleares (1975). En 1974 ingresa en ENHER, siendo responsable del Grupo Nuclear y Combustible de la Jefatura Técnica en el proyecto CN Vandellós II, cargo que ocupó hasta septiembre de 1986, fecha en la que pasó a llevar la Jefatura de la Ingeniería de Apoyo a la Explotación.



Antonio BRUNET ICART es Ingeniero Industrial (promoción 1957) y diplomado en Tecnología de petróleo y petroquímica. De 1970 a 1972 colaboró en el diseño, montaje y puesta en marcha de la planta de fosfato bicalcico de Electroquímica Flix, incorporándose posteriormente a la ingeniería de S. A. Cros, donde estuvo muy involucrado con el departamento de Investigación de Desarrollo. En 1976 comenzó a trabajar en el proyecto de Vandellós II, en Bechtel (EE UU), en el desarrollo de Ingeniería Básica, pasando al año siguiente a ser jefe del Grupo Mecánico. Posteriormente, en 1985, pasó a la Jefatura de la Ingeniería de Apoyo en Obra a la Puesta en Marcha y Pruebas de Arranque de CN Vandellós II. En la actualidad es el jefe del Departamento de Sistemas de la Central.

LECCIONES APRENDIDAS CON RESPECTO AL DISEÑO EN LAS PRUEBAS PRENUCLEARES Y NUCLEARES

F. VERDERA ROSELL - A. BRUNET ICART

INTRODUCCION

En la Central Nuclear de Vandellós II, durante la etapa de construcción, la Ingeniería Principal estaba situada en Madrid, siendo la Ingeniería de Obra fundamentalmente de diseño físico. En las últimas fases de la construcción (acabados), Pruebas Prenucleares y Pruebas de Arranque, las necesidades de diseño en el Emplazamiento cambiaron radicalmente y ello originó una modificación significativa en la organización y objetivos de la Ingeniería de Obra.

En el presente artículo describiremos, en primer lugar, con un cierto grado de detalle, estos cambios organizativos y de orientación, pasando a analizar a continuación una serie de experiencias relativas al diseño surgidas durante estas etapas, para finalizar con las conclusiones que se pueden deducir de todo lo indicado anteriormente.

CREACION DEL GRUPO DE SISTEMAS

Vandellós II, al entrar en las etapas de Acabados de la Central, Pruebas Preoperacionales y Pruebas de Arranque, procedió a reorganizar la Ingeniería de Apoyo en Obra con los siguientes objetivos:

- Máxima agilidad de resolución al minimizar las interfases y conocer los problemas de primera mano.
- Disponer de capacidad de diseño conceptual.

Para cumplir con los anteriores criterios se organizó, en Obra, un Grupo de Sistemas, formado de manera integrada por personal procedente de la Ingeniería y de la Propiedad.

La selección de los componentes de este grupo se realizó siguiendo los siguientes criterios:

- Máxima experiencia en el diseño de los sistemas de Vandellós II.
- Elevada capacidad de resolución conceptual.

- Pluridisciplinariedad del grupo.

Una vez formado el Grupo de Sistemas, éste se organizó como un grupo pluridisciplinar, trabajando de forma matricial de manera que hubiese un coordinador para cada sistema de la Central, siendo éste apoyado de forma complementaria por otro de otra disciplina, de manera que los problemas pudiesen ser analizados de forma unitaria.

El análisis en detalle de las disfunciones de los sistemas o de las propuestas de modificación generadas por el Grupo de Puesta en Marcha, motivadas por la inherente revisión de los sistemas que se produce al realizarse los procedimientos de pruebas, se realizaba por el coordinador del sistema afectado.

El Grupo de Sistemas evaluaba la propuesta de solución presentada por el coordinador del sistema y, una vez tomada la decisión sobre la manera de resolver la disfunción o la propuesta de mejora, el diseño básico de la modificación (TEI, Lógicos, Lazos, Esquemas de Control y Cableado, etc.) era realizado por el propio coordinador, apoyado por los componentes del grupo de disciplinas complementarias. Asimismo, era responsable del seguimiento del diseño físico de la modificación y del cumplimiento de los plazos de ejecución del mismo. Para ello se ponía a su servicio toda la organización de la Ingeniería de Obra, constituida básicamente por especialidades de diseño físico.

En el supuesto de que la resolución del problema requiriese la colaboración de organizaciones externas a la Ingeniería de Obra (Ingeniería en Madrid, Propiedad, etc.) ésta era realizada por dichas organizaciones, pero siempre bajo la responsabilidad del coordinador del sistema afectado.

Con la anterior metodología se conseguía mantener una *unidad de responsabilidad que englobaba la concepción y realización de las modificaciones* y, asimismo, se logró, de una forma progresiva, que toda la organización de la Propiedad e Ingeniería se orientase hacia una concepción del diseño por Sistemas.

La formación de este Grupo de Sistemas se inició en febrero del 86 con ocho personas procedentes de la Ingeniería y siete personas de la Propiedad. La distribución por especialidades era de: cinco Mecánicos, cuatro Instrumentación, tres Eléctricos y tres Técnico-Administrativos.

El trabajo realizado por este grupo fue, lógicamente, un reflejo de la situación de la Central en cada momento, pudiéndose diferenciar tres etapas:

- Acabados de la Central.
Emisión de las Especificaciones por Diseño de las Pruebas.
Revisión de Procedimientos de Puesta en Marcha.
- Apoyo Puesta en Marcha (Pruebas preoperacionales).
- Apoyo Pruebas de Arranque.

La primera etapa fue muy intensiva en cuanto a la activación de los acabados del diseño de los sistemas, para poder ser entregados a Puesta en Marcha en condiciones de iniciar las Pruebas de Componentes. Durante aproximadamente el año 1986, esta actividad fue la dominante, siendo complementada por la emisión de las Especificaciones por Diseño de las Pruebas, y por la revisión de los procedimientos de pruebas preoperacionales, realizados por el grupo de Puesta en Marcha.

La metodología seguida para la activación y el cierre de los pendientes de diseño de los sistemas era la siguiente: consistió en crear en el emplazamiento un grupo de seguimiento de pendientes de sistemas (tanto de diseño como de realización), dependiente de la Dirección de Obra. Este grupo levantaba, mediante listados, todos los pendientes existentes en los sistemas o edificios. El seguimiento del cierre de estos pendientes era diario, realizándose una reunión semanal de síntesis y de resolución de interfases con el máximo nivel de decisión (Dirección de Obra).

Sobre una población de 11.000 pendientes, tratados por el Grupo de Seguimiento de Pendientes, 1.300 fueron de responsabilidad de solución del Grupo de Sistemas.

La segunda etapa, que duró desde finales del 86 hasta agosto de 1987, fue ya de plena puesta en marcha y en la misma los trabajos del grupo consistieron en analizar y solucionar, en plazo, las disfunciones que se presentaban en las pruebas preoperacionales de componentes y de sistemas.

Para dar agilidad a la solución de las disfunciones aparecidas durante las pruebas, se favoreció una perfecta compenetración entre los responsables de los sistemas de Puesta en Marcha y los responsables de los sistemas de Ingeniería, realizándose, al máximo posible, el análisis de los problemas en horizontal entre ellos. Para coordinar y marcar el plazo de ejecución de las modificaciones propuestas se realizaba una reunión semanal de coordinación entre el Gabinete Técnico de Puesta en Marcha y el Grupo de Sistemas.

Se puede afirmar que más del 90 % de los problemas surgidos durante esta etapa fueron completamente resueltos por la Ingeniería de Obra, y que no

hubo ningún retraso en el programa de Puesta en Marcha por demoras en la solución de los mismos.

Durante esta etapa se generaron 400 anomalías operacionales cuya solución obligó a generar, por el Grupo de Sistemas, 2.100 Avisos de Modificación de Diseño (AMD) y 1.300 Propuestas de Modificación de Diseño (PMD).

La tercera etapa, que fue la de apoyo a las Pruebas de Arranque, duró desde agosto de 1987 hasta el primer trimestre de 1988. Durante la misma el número de intervenciones debidas a problemas funcionales de los sistemas fue menor, pero siendo la criticidad de su solución mucho mayor.

Vandellós II ha sido un proyecto que durante la fase de diseño y construcción nunca ha abandonado el seguimiento de las tendencias de la industria en los diseños de las centrales, vía el análisis de los INPO, SOER, etc., los contactos con otras explotaciones, tales como EDF, CEGB, etc., y, asimismo, las experiencias operativas sintetizadas por Bechtel.

La anterior política ha tenido como consecuencia el hecho de que, siendo Vandellós II un diseño iniciado en junio de 1976, es hoy en día, posiblemente, una de las Centrales tecnológicamente más en punta, ya que, en cada fase del diseño, se planteó la incorporación de aquellas modificaciones que se consideraban necesarias y que representaban una ventaja en la fiabilidad o en la seguridad de la explotación. Durante estas últimas etapas del Proyecto no se quiso abandonar esta práctica, como lo demuestra el desarrollo e instalación en la Central de una serie de modificaciones diseñadas para prevenir los fenómenos de erosión-corrosión.

Estas modificaciones consistieron en la instalación de separadores de humedad, de alta eficacia, en el escape de la turbina de alta. Asimismo, se prepararon unas doscientas áreas del circuito del secundario (fase mixta y monofásica) para su inspección por ultrasonidos, tomándose, durante las pruebas de arranque, los datos base en estas zonas para determinar en el futuro la velocidad de erosión-corrosión en nuestros sistemas y su comparación con los márgenes de diseño, pudiendo de esta manera dictaminar, tanto la vida residual como la necesidad del cambio de materiales.

También se instaló con éxito, durante esta época, la protección catódica, por corriente impresa mediante ánodos de titanio platinado, de las placas tubulares del condensador, para protegerlos del acoplamiento galvánico de los tubos de titanio con el bronce-aluminio de la placa tubular.

ORGANIZACION DE LA INGENIERIA EN OBRA DURANTE ACABADOS DE SISTEMAS, PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS DE ARRANQUE

En la figura I, que describe el organigrama de la Ingeniería en Obra, se puede observar el hecho de que ésta, durante las etapas indicadas anteriormente (no en los momentos puros de construcción), estaba comandada por un gabinete técnico (Grupo de Sistemas) altamente cualificado y pluridisciplinario, con integración en el mismo de la Propiedad.

Esta organización permitió la realización *in situ* de todas las modificaciones ($\approx 90\%$) en los sistemas (provocadas por disfunciones detectadas durante las pruebas), lográndose con ello una gran agilidad en su resolución.

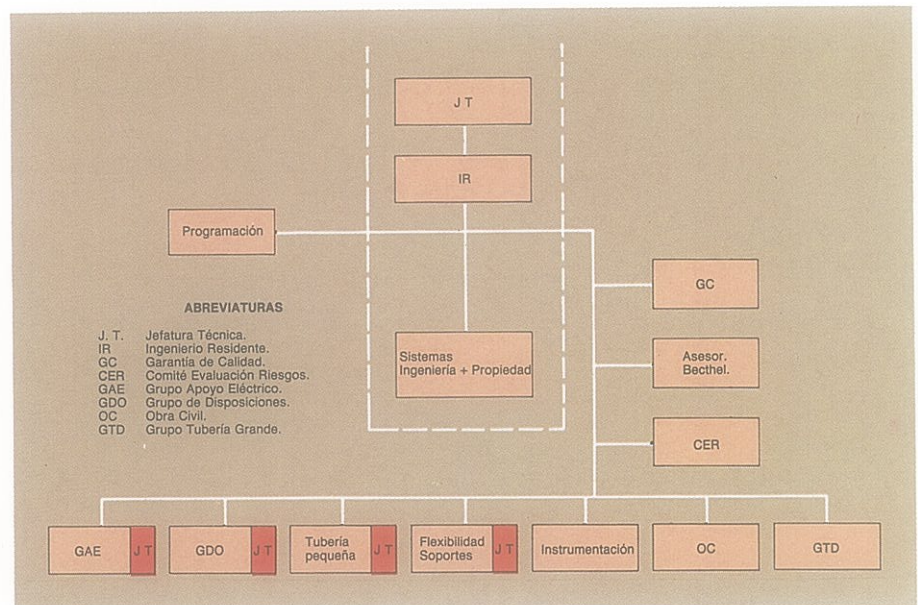
Al mismo tiempo que la Ingeniería en Obra daba prioridad absoluta a las urgencias indicadas por sistemas, también estaba procediendo a resolver los acabados de las colas de diseño. Para tener una idea del volumen de trabajo que ello representaba, basta observar la figura II, en la que se indica la producción de diseño de tubería pequeña realizada en Obra durante esta etapa. (Hay que tener en cuenta que en CN Vandellós II todo el diseño de la tubería pequeña, de diámetro igual o inferior a 2", se hizo en el emplazamiento.) Las cargas de personal de Ingeniería y de la Propiedad en los distintos grupos del organigrama se relacionan en las figuras III y IV, para los años 1986 y 1987 respectivamente.

EXPERIENCIAS DE DISEÑO

En este apartado se analiza el funcionamiento de aquellos sistemas cuyo diseño es diferente al de las otras Centrales PWR españolas. Asimismo, se destacan aquellas anomalías que hicieron peligrar el cumplimiento del programa de Puesta en Operación de la Central.

Los sistemas y/o características de diseño de Vandellós II, diferenciadas respecto de la mayoría de las Centrales PWR españolas, son básicamente:

- Purga de los Generadores de Vapor.
- Condensador.
- Sistema de agua de circulación.
- Tratamiento del agua desmineralizada.
- Planta desaladora integrada en el secundario.
- Separadores de alta eficacia en escape turbina de alta presión.



F I Organigrama de la Ingeniería en Obra durante la fase de acabados, Puesta en Marcha y Pruebas de Arranque

F II Producción de diseño de tubería pequeña por parte de la Ingeniería de Obra en la fase de pruebas

	1986	1987
Producción (m)	10.900 m	2.730 m
Reconciliación (m)	-	6.800 m

Sistemas	8 Ingeniería 7 Propiedad	Total 15
GAE	5 Ingeniería 2 Propiedad	Total 7
Flexibilización Soportes	10 Ingeniería 2 Propiedad	Total 12
Instrumentación	4 Ingeniería	Total 4
Obra Civil	10 Ingeniería	Total 10
Tubería Pequeña	64 Ingeniería 2 Propiedad	Total 66
GDO	15 Ingeniería 2 Propiedad	Total 17
GTD	12 Ingeniería	Total 12
CER	2 Ingeniería	Total 2
Programación	1 Ingeniería	Total 1
G. C.	1 Ingeniería	Total 1
Administración	3 Ingeniería	Total 3

F III Carga de personal de la Ingeniería de Obra en el año 1986

Sistemas	10 Ingeniería 7 Propiedad	Total 17
GAE	4 Ingeniería 1 Propiedad	Total 5
Flexibilización Soportes	8 Ingeniería 2 Propiedad	Total 10
Instrumentación	3 Ingeniería	Total 3
Obra Civil	8 Ingeniería	Total 8
Tubería Pequeña	36 Ingeniería 2 Propiedad	Total 38
GDO	9 Ingeniería 2 Propiedad	Total 11
GTD	12 Ingeniería	Total 12
CER	6 Ingeniería	Total 6
Administración	3 Ingeniería	Total 3
Programación	1 Ingeniería	Total 1
G. C.	1 Ingeniería	Total 1

F IV Carga de personal de la Ingeniería de Obra en el año 1987

- Indicador del nivel de vasija y subenfriamiento del núcleo.
 - Instalación Proteus y del Sistema de Adquisición de Datos (SAD).
 - Eliminación del tanque de inyección de boro.
 - Instalación de un "Miniflow" alternativo en las bombas de carga.
 - Capacidad de parada fría usando solamente sistemas relacionados con la seguridad.
 - Aplicación del criterio de "Leak-before break".
 - Aplicación de un programa exhaustivo de eliminación de Snubbers.
- A continuación vamos a describir cada uno de ellos.

PURGA DE LOS GENERADORES DE VAPOR

La capacidad de purga de los Generadores de Vapor es del 3,7 %, recuperándose la energía y el agua, eliminándose los sólidos mediante un filtro electromagnético y los iones mediante lechos separados de resinas catiónicas e iónicas.

Las conclusiones derivadas de su funcionamiento son:

- Muy buen comportamiento del filtro electromagnético, con una eficacia

que ronda el 99 %.

- La recuperación de la energía del agua nos permite trabajar a elevadas purgas, ya que la pérdida energética es mínima. En la actualidad se está trabajando a un nivel de purgas del 2,2 %.
- La capacidad de limpieza iónica de la purga es alta.
- En toda la etapa de Puesta en Marcha y Pruebas de Arranque sólo ha sido necesario cambiar las resinas una vez. Esperamos que en operación comercial la frecuencia de cambio sea superior a un año.
- La purga de Vandellós II tiene una buena capacidad de extracción de sólidos. En el Sludge-lancing efectuado a los Generadores de Vapor, después de todo el período de pruebas y un mes de operación comercial, sólo se extrajeron 40 kg de lodos.

CONDENSADOR

El condensador de Vandellós II es de tubos de titanio, con doble placa tubular y presurización de la zona intermedia mediante agua desmineralizada. Su comportamiento ha sido correcto, obteniéndose los siguientes resultados:

- Total estanqueidad.

- Gran capacidad de desgasificación
- Altos vacíos, lo que permite tener durante mayor parte del año, un beneficio energético, por este concepto, de 10 MWe.

La problemática que hemos tenido con respecto al condensador ha sido:

- Desaluminación de la placa tubular de bronce-aluminio (formación de
- Desaluminación de la placa tubular de bronce-aluminio (formación de cráteres importantes) por acoplamiento galvánico en los tubos de titanio. Este problema ha sido resuelto mediante la instalación de un sistema de protección por corriente impresa, con ánodos de titanio platinado.
- Debido a la gran superficie de intercambio se logran elevados vacíos, lo que conlleva el riesgo de vibraciones de los tubos periféricos de los haces tubulares, pudiendo ocasionar su ruptura por frotamiento mutuo. Para eliminar este riesgo, se ha especificado no bajar de los 500 mm cda de vacío, valor a partir del cual no se obtiene ganancia en potencia eléctrica (este condensador, en invierno, podría alcanzar los 350 mm cda de vacío). El vacío se controla utilizando la capacidad de variación de caudal que tiene el sistema de agua de circulación.

SISTEMA DE AGUA DE CIRCULACION

Este Sistema, en Vandellós II, está formado por seis bombas de unos 8 m³/seg cada una, interconectadas entre sí, permitiendo operar simultáneamente en un número de cuatro, cinco o seis bombas. Las bombas fueron especificadas para que su rango de operación les permitiese operar perfectamente en estas condiciones y para que el vacío alcanzado, con cuatro bombas, en los tubos del condensador y las cajas de agua fuese admisible (no cavitación).

El sistema funcionó correctamente durante las pruebas preoperacionales y las pruebas específicas de golpe de ariete. El único problema fue una entrada importante de aire a través de la chimenea de equilibrio de la descarga, ya que el nivel de la misma, en el modo de cuatro bombas, rondaba el nivel de la chimenea. Este problema se solventó instalando válvulas rompedoras de vacío (taradas a 1.000 mm cda) en dichas chimeneas.

TRATAMIENTO DE AGUA DESMINERALIZADA

El diseño se planteó como objetivo minimizar el consumo de agua en la Central. Entre otros cambios, se modificó

todo el tratamiento de agua desmineralizada, clasificándose ésta en desgasificada y sin desgasificar. Dicha desgasificación se realiza justo antes de la entrada a los tanques de condensado y de aporte al reactor, mediante un desgasificador térmico.

Con el anterior criterio sólo se utiliza agua desgasificada en aquellos sistemas que así lo requieren. Los tanques de condensado y de aporte al reactor son inertizados con nitrógeno, manteniéndose el nivel constante con aporte de agua, el cual se realiza mediante un sistema presurizado, a partir del tanque del desgasificador térmico.

Con el diseño sintetizado anteriormente se han obtenido los siguientes resultados:

- Consumo de agua de 700 m³/día de ellos, 300 m³/día de agua desmineralizada.
- Consumo de N₂ en la inertización de los tanques prácticamente nulo.

PLANTA DESALADORA INTEGRADA EN EL SECUNDARIO

En Vandellós II se han instalado tres plantas desaladoras (una por cada tren de calentadores de baja) de 33 m³/h de capacidad de producción. Estas plantas están integradas en el secundario y su condensador es un calentador más de la Central. El resultado operativo ha sido:

- Producción de 35 m³/h cada una.
- Concentración de iones de 1,5 ppm en el agua producida.
- Consumo de energía nulo.

SEPARADORES DE ALTA EFICACIA EN ESCAPE DE TURBINA DE ALTA

En Vandellós II se han instalado separadores de alta eficacia, con un 90 % de capacidad de eliminación de humedad garantizada. La eficacia especificada todavía no se ha comprobado, siendo su operación mecánica correcta.

INDICADOR DEL NIVEL DE LA VASIJA Y SUBENFRIAMIENTO DEL NUCLEO

Se presentaron muchos problemas para la calibración de este sistema, así como oscilaciones debidas a pequeñas fluctuaciones del caudal del primario, lo que va a requerir filtrar la señal.

INSTALACION PROTEUS Y DEL SAD

Vandellós II dispone de un ordenador de Proceso con pantallas interactivas en el que se integran el SPDS (Safety Parameters Display System) y el SVEL (Sistema Vigilancia Estados Inoperables), el cual ha sido de gran utilidad

en apoyo a los operadores, ya que proporciona una gran información de manera muy asequible y seleccionable mediante las pantallas.

A pesar de lo anterior, durante todo el período de pruebas nucleares se ha dispuesto de un sistema de adquisición de datos (SAD) que ha facilitado enormemente el análisis de disparos y transitorios. En estos momentos se está evaluando la conveniencia de instalar un SAD definitivo.

ELIMINACION DEL TANQUE DE INYECCION DE BORO

La eliminación de este tanque supone la eliminación del circuito del boro al 12 % con sus consiguientes traceados eléctricos, evitando posibles cristalizaciones en puntos fríos.

INSTALACION DE UN "MINIFLOW" ALTERNATIVO EN LAS BOMBAS DE CARGA

Esta línea de recirculación alternativa, que no se aísla en señal SIS, se instaló para evitar que las bombas de carga pudieran operar, con un caudal inferior al mínimo, en caso de SIS sin despresurización del primario. Esta modificación ha funcionado correctamente durante las pruebas.

CAPACIDAD DE PARADA FRIA CON SISTEMAS DE SEGURIDAD

En aplicación de la Guía Reguladora 1.139, Vandellós II dispone de la capacidad de ir a parada fría usando solamente equipos y sistemas de seguridad, lo cual se traduce fundamentalmente en añadir válvulas en los sistemas RHR, inyección de seguridad de alta presión, sistema de nitrógeno de los acumuladores y venteo de la vasija. Estas modificaciones no han provocado problemas durante las pruebas. Formando parte de las mismas, también se cambiaron por válvulas de solenoides las válvulas de alivio del presionador, así como se reclasificaron, con actuación por dos trenes, las válvulas de alivio del Generador de Vapor.

APLICACION DEL CRITERIO DE LEAK-BEFORE BREAK

La aplicación de este criterio ha permitido eliminar los soportes antilático de los lazos primarios con la consiguiente ganancia de espacio en la Contención.

PROGRAMA DE ELIMINACION DE AMORTIGUADORES (SNUBBERS)

El programa de eliminación de amortiguadores ha permitido quitar 220 amortiguadores de una población de 400.

PROBLEMAS CRITICOS DE DISEÑO Y LECCIONES APRENDIDAS

Los problemas que fueron críticos y que estaban identificados en las experiencias operativas de otras Centrales fueron:

- Mal funcionamiento de los indicadores de nivel del presionador, que obligó a cambiar trazado y tipo de válvulas de raíz.
- Vibraciones inadmisibles en las válvulas de control de los Generadores de Vapor a partir del 70 % del caudal nominal, que se solucionaron mediante la instalación de un bafle interno.
- Otros aspectos de diseño que fueron de solución difícil, pero no de la gravedad de los anteriores, ya que el tiempo disponible para su solución era mayor, fueron:
 - Defecto de refrigeración de la cavidad de la vasija del reactor lo que nos obligó a cambiar los ventiladores por otros de bastante mayor capacidad.
 - Entrada de aire y, en consecuencia, velocidades altas, en la tubería de descarga del Sistema de Servicios Esenciales. Se solucionó instalando válvulas multichorro justo a la salida de este sistema al canal de descarga.
 - Golpe de ariete en el sistema de dosificación de hidróxido sódico al sistema de aspersión de la Contención. Se solucionó con la instalación de amortiguadores hidráulicos.
 - Excesiva velocidad de apertura de las válvulas de alivio del presionador, lo que provocaba elevados esfuerzos en los soportes de las líneas de alivio. Esto indica que no sólo hay que fijar el tiempo máximo de apertura, sino también el mínimo (lo que implica una buena coordinación entre el diseñador y el responsable del análisis de flexibilidad).
 - Dependencia de las barras vitales de los onduladores, lo que puede y ha provocado disparos. En la actualidad se está mejorando el apoyo a dichas barras para que no dependan del funcionamiento de un único equipo.
 - Excesiva velocidad de cierre de las válvulas de aislamiento de agua de alimentación a los Generadores de Vapor (1,5 seg), lo que provoca apertura de las válvulas de alivio de los calentadores de alta, ya que, en operación normal, actúan los dos trenes. Se ha modificado el diseño

de forma que, al mismo tiempo de producirse el aislamiento, se disparan las turbobombas de agua de alimentación principal. Asimismo se estudia la posibilidad de retrasar al máximo el tiempo de cierre de estas válvulas.

- Durante las pruebas aparecieron problemas de obturación de los filtros de protección de las bombas de condensado, drenajes y agua de alimentación, por excesiva presencia de óxidos de hierro.

Los fallos de equipos que supusieron situaciones críticas fueron:

- Entrada de agua en el cilindro número 5 de un motor diesel que provocó rotura de bielas, etc., y que obligó a la práctica sustitución de dicho motor.

Para poder evitar un incidente parecido se ha instalado un sistema de detección de fugas, en el circuito de refrigeración del motor, de alta precisión.

- Calentamiento de la carcasa del motor de los RCP debido a tener embebido, en el deflector del aire de refrigeración, un anillo de refuerzo de material magnético. Se solucionó sustituyendo dicho anillo por acero inoxidable.

- Entrada, a través de las ventanas de refrigeración de un motor de las RCP, de un trozo de metal procedente de una reparación que se estaba realizando en el área del motor, mientras la bomba estaba funcionando. Este incidente obligó a sustituir este motor por otro de repuesto.

No hubo ningún otro incidente significativo en el resto de equipos de la Central, considerándose su funcionamiento de acuerdo con lo esperado en el diseño.

CONCLUSIONES

A modo de resumen, cabe destacar las siguientes:

- La creación del Grupo de Sistemas que permitió aplicar el criterio de responsabilidad única por coordinador (análisis, diseño y activaciones de la ejecución del diseño) fue muy efectiva. Con esta manera de enfocar los problemas se consiguió involucrar a todo el equipo de Ingeniería en Obra, incrementándose tanto la calidad del diseño como la rapidez en su ejecución.
- En general, los sistemas de la Central han funcionado correctamente,

obteniéndose unos resultados de las pruebas acordes con los esperados por el diseño.

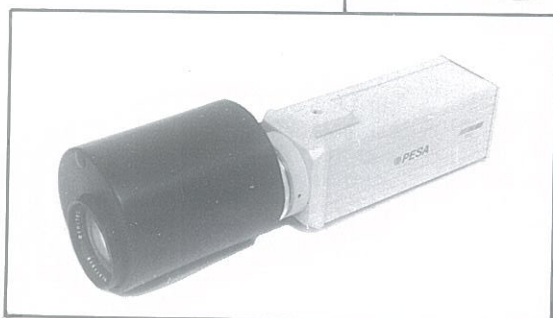
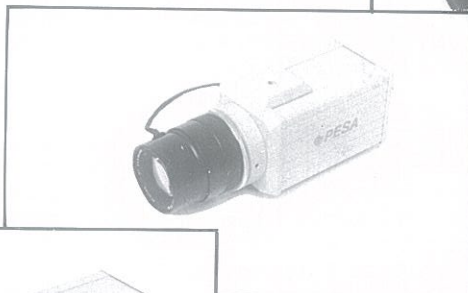
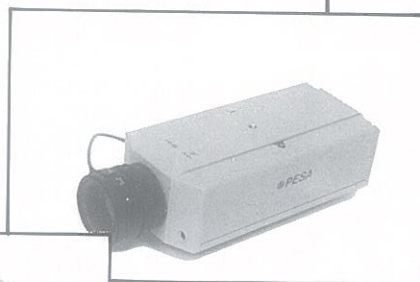
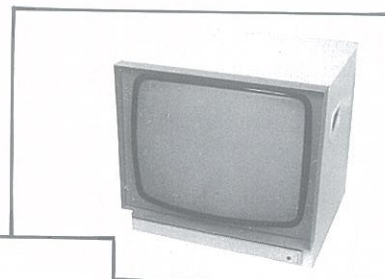
- Se ha evidenciado la buena calidad del diseño y del montaje, ya que las anomalías detectadas durante las pruebas de componentes fueron mínimas.
- Como consecuencia de los resultados obtenidos, conviene insistir en la importancia del análisis continuado de las experiencias ajenas (en las fases de diseño, construcción, pruebas y explotación).
- En Vandellós II, durante el diseño, se optó por la política de probar todos los equipos en las condiciones más próximas posibles a las de operación. Creemos que esta forma de proceder ha sido muy efectiva, ya que el número de problemas operacionales de equipos ha sido mínimo.
- Entendemos que la fuerte intervención de la Propiedad en el diseño ha sido efectiva, ya que con ello se logró una perfecta concordancia de los objetivos. Asimismo, se logró evitar problemas de transmisión de la experiencia del diseño, que la mayor movilidad de los ingenieros de una ingeniería pudiera haber provocado.

SOLUCIONES FACILES para los difíciles problemas de seguridad.

PESA ELECTRONICA se esfuerza en ofrecer a sus clientes equipos y sistemas que resuelvan de la manera más sencilla y práctica sus necesidades más complejas.

En el campo de la TVCC unimos a nuestra amplia experiencia, la más avanzada tecnología, para conseguir sistemas de eficacia y fiabilidad demostrada con la máxima sencillez de utilización y montaje.

**Recurra a nosotros
tenemos soluciones
que resolverán
fácilmente sus
problemas más
difíciles.**



PESA

Grupo INISEL

España

Pesa Electrónica, S.A.
Albalá, 12 28037 Madrid
Tel.: (91) 204 70 32. Fax: 7540945.
Télex: 48449 PESAE E

Central de Barcelona
Numancia, 91-93.
08029 Barcelona
Tel.: (93) 321 40 95

U.K.

Pesa Internacional Ltd.
The Paddocks, 347, Cherry Hinton Road
Cambridge CB1 4 DJ (U.K.)
Tel.: (223) 24 26 42. Télex: 81678 PESAI G

U.S.A.

Pesa America Inc.
60-73 NW 167 th. St. Unit c-4
Miami FL 33015, U.S.A.
Tel.: (305) 556 96 38. Télex: 671 24 35 PESAM