



MEJORAS EN LA GESTIÓN DE TRABAJOS DE C.N. VANDELLÓS II

La central nuclear Vandellós II ha trabajado, durante los últimos años, en la mejora del proceso de Gestión de Trabajos contribuyendo de forma significativa al refuerzo de la seguridad nuclear y radiológica, al enfoque operativo, a la fiabilidad de equipos y a la eficiencia.

Los esfuerzos realizados por el conjunto de la planta se han focalizado fundamentalmente en minimizar las indisponibilidades de equipos y mejorar la gestión del riesgo nuclear. De esta manera, se han reducido de forma significativa las deficiencias, correctivos y preventivos pendientes en componentes críticos, mejorando la adherencia al Plan de mantenimiento, el control de trabajos y reforzando el proceso de fiabilidad de equipos.

Por su parte, se han implementado medidas de eficiencia como la reducción de la carga administrativa para trabajos sencillos a través

del mantenimiento menor o la simplificación de la preparación de trabajos muy repetitivos y de baja complejidad. También se han reducido los trabajos emergentes de forma significativa gracias a la decisión colegiada y trabajo conjunto de los servicios de Operación, Ingeniería, Mantenimiento y Gestión de Trabajos.

IMPLANTACIÓN DE UN PROCESO DE GESTIÓN DE TRABAJOS ESTANDARIZADO

En 2013, la central nuclear Vandellós II inició la adaptación de un proceso de Gestión de Trabajos basado en el estándar **INPO AP-928**, que se rige por los siguientes principios:

- Programar y coordinar los trabajos de la central, así como apoyar la identificación, cribado, preparación y ejecución de trabajos para garantizar la seguridad nuclear maximizando la disponibilidad y fiabilidad de los equipos y sistemas.



ANTONIO MARTINAVARRO ARTERO

Jefe de Gestión de Trabajos



ISRAEL FERNÁNDEZ MENÉNDEZ

Jefe de Recargas de C.N. Ascó y líder del Grupo de Proceso de Gestión de Trabajos en ANAV (2013-2016)



JAVIER GARCÉS VIVAS

Jefe de Trabajos de Ciclo



- Gestionar el riesgo nuclear, radiológico e industrial asociado a cada trabajo.
- Identificar las repercusiones que tienen los trabajos tanto en la central como en las personas afectadas y proteger la central de transitorios no programados.
- Optimizar la eficiencia y la eficacia de las personas y los recursos materiales disponibles.

Para ello, el proceso consiste en **identificar, preparar, programar, ejecutar y cerrar** los trabajos contribuyendo a garantizar niveles altos de seguridad y fiabilidad en la operación de la planta, optimizar los recursos y mejorar la condición de los equipos.

REDUCCIÓN DE INDISPONIBILIDADES

Los primeros beneficios de la implantación del Proceso de Gestión de Trabajos según el INPO AP-928 surgieron de la reducción de indisponibilidades de equipos y, por tanto, del refuerzo de la seguridad nuclear. Sirva de ejemplo la reducción del tiempo de indisponibilidad de los sistemas de ventilación del Edificio de Combustible (GG) y la Sala de Control (GK). Tal como se observa en la Figura 1, las intervenciones en las unidades de ventilación pasaron de cuatro días en operación a potencia a 10 horas y 1,5 días, respectivamente. Se establecieron secuencias de trabajo a turno cerrado y cambio de tareas de ciclo a recarga. Todo ello supuso una reducción del tiempo de exposición al riesgo de entrada en las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento (ETF 3.03) del 35% y 85%, respectivamente.

Los análisis de los trabajos también

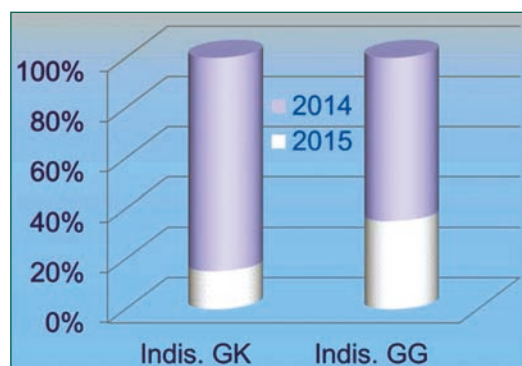


Figura 1. Reducción del tiempo de Indisponibilidad de los Sistemas de Ventilación GK y GG en C.N. Vandellós II.

han propiciado el cambio de tareas de recarga a ciclo optimizando el alcance de trabajos en recargas. Algunos ejemplos son los trabajos en los sistemas de agua de refrigeración de servicios esenciales, agua de circulación, etc.

El trabajo conjunto del proceso de Gestión de Trabajos con el proceso de fiabilidad de equipos está optimizando indisponibilidades, así como el Plan de Mantenimiento de la central a través de la evaluación de la necesidad y/o periodicidad del mantenimiento.

PROGRAMA DE CICLO

La entrada al proceso de Gestión de Trabajos se realiza a través de la identificación de trabajos. En esta fase se identifican los trabajos preventivos, predictivos, procedimientos de vigilancia, modificaciones de diseño, así como los trabajos generados para la resolución de las deficiencias de planta identificadas. El volumen de trabajo más significativo ejecutado en Vandellós II procede del Plan de Mantenimiento de la central y de los procedimientos de vigilancia (más de un 80% de los trabajos).

Estos trabajos se gestionan a través del Programa de Ciclo, que proporciona una programación a largo plazo (más de 18 meses), verificando las cargas de trabajo, gestionando el riesgo nuclear, reforzando la fiabilidad de equipos y optimizando los recursos de la central como se recomienda en el *NEI Efficiency Bulletin 17-20: "Further Streamline the Work Management Process. October 2017"*.

PRIORIZACIÓN DE TRABAJOS

Las deficiencias de planta identificadas entran en el proceso de Gestión de Trabajos a través de un sistema de priorización que debe reforzar las necesidades de planta al mismo tiempo que permite gestionar los recursos de forma eficiente. Con este fin se implantó el Comité de Priorización de Trabajos (CPT) que, de forma eficiente (aprox. 15 min/día), prioriza las deficiencias identificadas en planta basándose en los criterios establecidos por la matriz del INPO AP-928 Rev. 5

Los criterios de priorización de trabajos contemplan el riesgo de las deficiencias identificadas, las inoperabilidades de equipos, afectación a ETF's, afectación al Manual de Cálculo de Dosis al Exterior (MCDE), gestión de la reactividad, protección contra incendios, etc. y establece los siguientes niveles de prioridad: P1 (inmediata < 24h), P2 (la deficiencia debe quedar resuelta entre 0 y 3 semanas), P3 (deficiencia resuelta antes de 7 semanas), P4 (según proceso a 13 Semanas, procurando respetar los alcances ya congelados) y P5 (cuando haya disponibilidad de recursos).

En la Tabla 1 se representa la evolución de las priorizaciones de trabajos con la central a potencia durante los últimos tres ciclos de operación. Puede observarse una reducción significativa de las P1, P2, P3 resultando en un menor número de trabajos emergentes. En el último ciclo se ha obtenido un 1,4% de las deficiencias en planta calificadas como prioritarias (P1, P2) que, para un promedio de 90 deficiencias/semana aproximadamente, supone

	P1	P2	P3	P4	P5	MM	TOTAL
18.12.16 A 12.05.18 CICLO 22	28 0.4%	70 1.0%	190 2.7%	1094 16%	406 6%	5246 75%	7034
PROMEDIO SEMANAL	0.4	0.9	2.4	13.7	5.1	65.6	87.9
21.06.15 A 29.10.16 CICLO 21	97 1.4%	107 1.5%	190 2.7%	1094* 16%*		5246 75%	7088
PROMEDIO SEMANAL	1.4	1.5	4.1	16.3*		76.5	99.8
21.07.14 A 25. 04.15 CICLO 20	112 2.2%	107 2.1%	232 4.6%	784* 16%*		5246 76%	5048
PROMEDIO SEMANAL	2.8	2.7	5.8	19.6*		95.3	126.2

*En los ciclos 20 y 21 no existe diferenciación entre P4 y P5. Tras la emisión de la Rev. 5 del AP-298 y la trasposición en el PG-2.17 de ANAV se disocian ambas prioridades.

Tabla. 1. Priorización de Trabajos a Potencia (2014 – 2018). Total Trabajos.

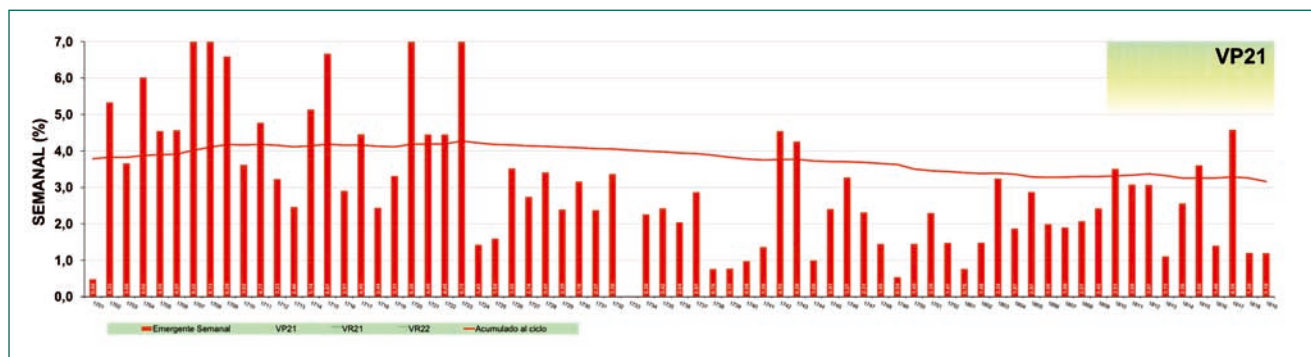


Figura 2. Evolución del trabajo emergente en el último ciclo de operación a potencia. C.N. Vandellós II.

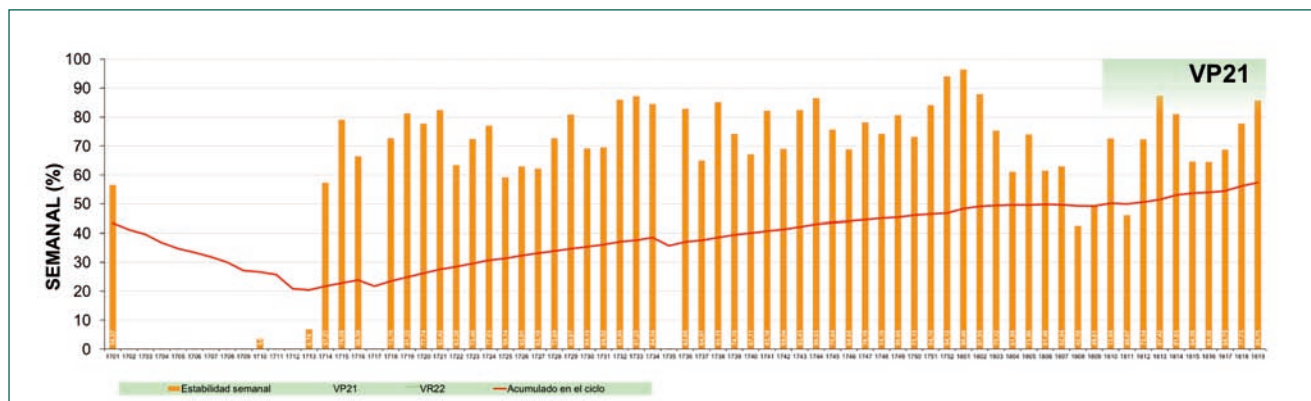


Figura 3. Evolución de la estabilidad del alcance en el último ciclo de operación a potencia en C.N. Vandellós II.

menos de dos deficiencias prioritarias/semana.

La priorización de trabajos permite, asimismo, simplificar la gestión de los trabajos sencillos y con bajo impacto generados desde deficiencias de planta. Estos trabajos se gestionan de forma directa como Mantenimiento menor reduciendo la carga administrativa y maximizando la eficiencia de ejecución. Como puede observarse en la Tabla 1 los trabajos que está gestionando Vandellós II bajo esta metodología son el 75% del total de deficiencias identificadas en "operación a potencia". Estos valores son acordes a los establecidos en los boletines de eficiencia del NEI (el EB 16-15b establece como criterio de eficiencia el conseguir gestionar como mantenimiento menor del orden del 60-65% de las deficiencias identificadas) alcanzando un promedio del 62,4% del ciclo, incluyendo operación a potencia y recarga.

El uso de criterios estandarizados en la priorización de trabajos, el **trabajo conjunto de Operación, Ingeniería, Mantenimiento y Gestión de Trabajos y la gestión del Mantenimiento menor** han permitido reducir de forma significativa el trabajo emergente de la

central desde valores del 15-20% en ciclos anteriores hasta valores inferiores al 3% en el último ciclo. La Figura 2 muestra la evolución de los trabajos emergentes en la C.N. Vandellós II en operación a potencia durante el último ciclo de operación por semanas. Los promedios de 18 meses muestran valores inferiores al 4% desde el inicio del ciclo.

PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE TRABAJOS

El Proceso de Gestión de Trabajos pretende una buena **preparación de trabajos** para garantizar una excelente ejecución de los mismos, así como una elevada fiabilidad de las programaciones. Durante los últimos dos ciclos de operación se ha incrementado de forma muy significativa la **revisión de tareas del Plan de Mantenimiento** y la capacidad de la organización de predecir los trabajos a ejecutar 7 semanas antes del inicio de los mismos (congelación del alcance en operación a potencia). Adicionalmente, se ha implantado el **paso directo a ejecución de trabajos repetitivos de alta frecuencia minimizando la carga burocrática sobre preparadores y ejecutores** e implementando acciones

de eficiencia, tal como proponen los **NEI Efficiency Bulletins** 16-01 y 16-22 y 17-20. Del mismo modo, se ha incrementado la calidad y fiabilidad de las programaciones garantizando el alcance definido con 7 semanas de anterioridad a la fecha de ejecución.

La estabilidad de alcance mide la capacidad de la organización de programar los trabajos a ejecutar en una determinada semana con una antelación de 7 semanas. La Figura 3 muestra la evolución de la estabilidad del alcance durante el pasado ciclo. En ella se puede observar una primera fase con estabilidades nulas debido a la falta de preparación y programación de trabajos previo a la recarga (Recarga 21). A partir de la semana 12 del ciclo, la estabilidad incrementa de forma significativa hasta alcanzar valores superiores al 90% a finales del año, alcanzando estándares internacionales.

EJECUCIÓN DE TRABAJOS Y SUPERVIVENCIA DEL ALCANCE

La implantación de los estándares internacionales en la gestión de los trabajos requiere la definición de programas de trabajos que incluyan en su alcance todos los requisitos definidos

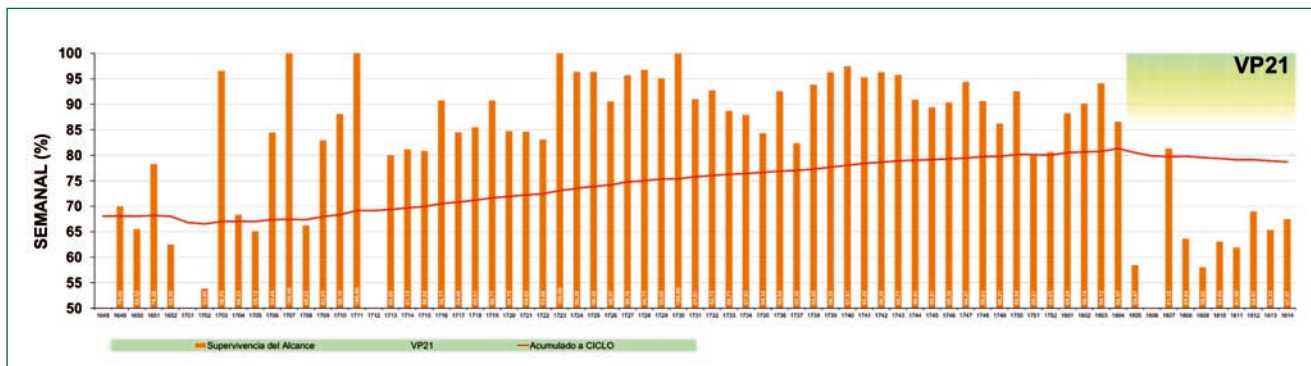


Figura 4. Evolución de la supervivencia del alcance en el último ciclo de operación a potencia. C.N. Vandellós II.

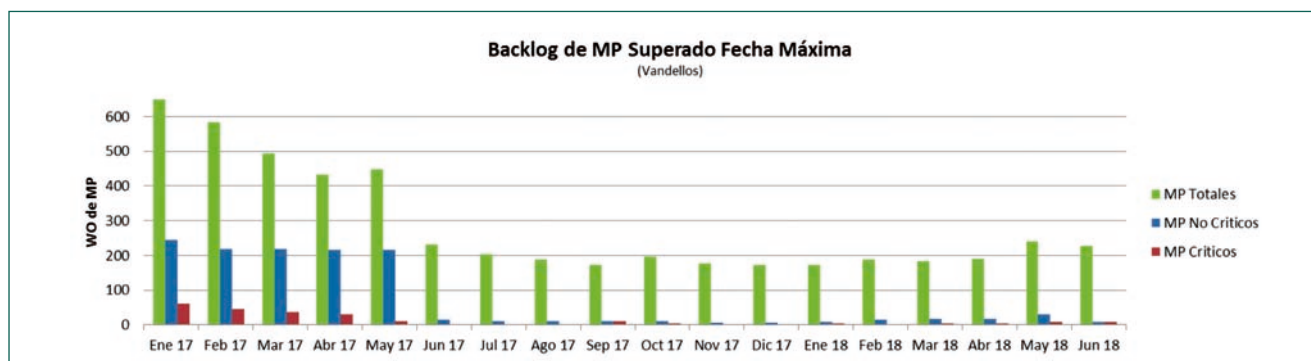


Figura 5. Backlog de mantenimiento preventivo a potencia. C.N. Vandellós II. Ciclo de combustible 22.

en el Plan de Mantenimiento de la central y una elevada adherencia a dichos programas.

Uno de los indicadores más relevantes que mide el cumplimiento de los requisitos del Plan de Mantenimiento de la central es la supervivencia del alcance sobre componentes críticos (capacidad de la organización de ejecutar los trabajos sobre componentes críticos incluidos en el alcance congelado 7 semanas antes del inicio de los mismos). Como puede observarse en la Figura 4, durante el último ciclo, C.N. Vandellós II ha pasado de conseguir valores de supervivencia del alcance promedios inferiores al 70 % a valores superiores al 90 % de forma continuada. La parada del 2 de marzo ha impactado en las últimas semanas del ciclo aunque se espera recuperar valores superiores al 90 % una vez arrancada la planta. Un contribuidor adicional a la supervivencia del alcance es el rigor en el reporte de la finalización de trabajos y confirmación de los mismos.

REDUCCIÓN DE BACKLOGS

Una forma de evaluar el nivel de consecución de los principios del Proceso de Gestión de Trabajos es la medición de los trabajos pendientes de

ejecución, tanto de mantenimiento preventivo, como correctivo (comúnmente denominados *backlogs*).

Los *backlogs* son una herramienta esencial de los procesos de fiabilidad de equipos y gestión de trabajos que permite identificar todos aquellos incumplimientos del Plan de Mantenimiento de la central y deficiencias no resueltas en sus equipos. El Plan de Mantenimiento se define para garantizar que los equipos estén permanentemente en condiciones de responder a las necesidades que les son requeridas y cumplir con las funciones para los que han sido diseñados.

Con el Plan de Actuación para la Mejora del Proceso de Gestión de Trabajos se detectaron carencias en los cálculos e identificación de los trabajos pendientes de ejecutar y en consecuencia, en la evaluación de los indicadores asociados. Se rediseñaron dichos cálculos y se revisaron los indicadores acordes al estándar establecido por INPO en su documento AP-928. Una vez validados y aprobados los cálculos e indicadores se identificaron más de 2400 trabajos pendientes de ejecutar. De todos ellos, 1400 eran trabajos de mantenimiento preventivo, de los cuales 150 aprox. eran sobre componentes

críticos. El resto de trabajos son atribuibles a mantenimientos correctivos y resolución de deficiencias, siendo la tercera parte de los mismos sobre componentes críticos.

La Figura 5 muestra la evolución del backlog de mantenimiento preventivo en el último ciclo operativo de Vandellós II. En él se puede observar que el backlog total en enero de 2017 superaba los 60 trabajos sobre componentes críticos, más de 200 sobre componentes no críticos y 600 trabajos pendientes sobre componentes con funcionamiento hasta el fallo (RTF) o fuera del alcance del Proceso de Fiabilidad de Equipos. La reducción de los trabajos pendientes de mantenimiento preventivo durante el último ciclo ha sido significativa. Se han eliminado prácticamente los trabajos pendientes sobre componentes críticos y no críticos y se ha reducido más de un 60 % los trabajos de mantenimiento preventivo pendientes sobre el resto de componentes. Previo a 2017 se había reducido el backlog histórico en más de 1000 trabajos.

En la Figura 6 puede observarse la evolución de los trabajos correctivos pendientes desde julio de 2017 en el que se incluyeron, adicionalmente, los correctivos a resolver a

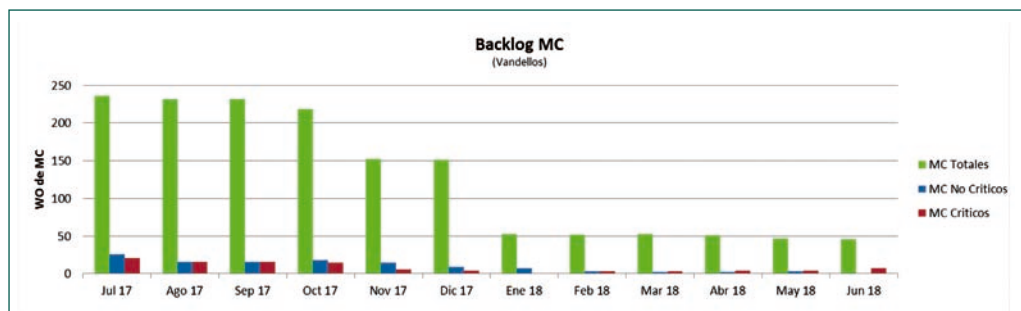


Figura 6. Backlog de mantenimiento correctivo a potencia. C.N. Vandellós II.

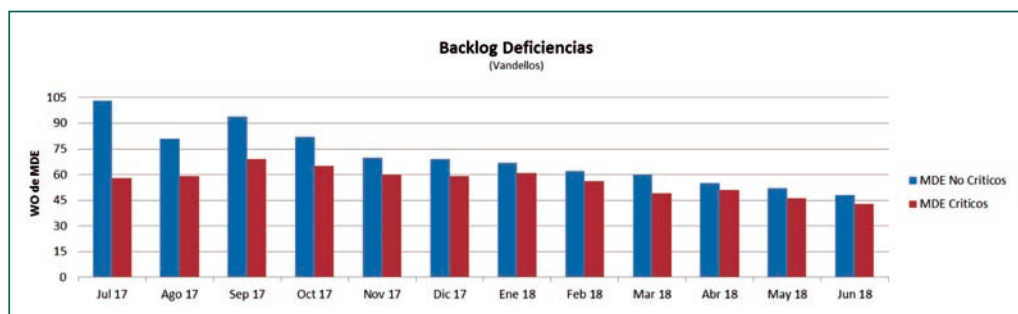


Figura 7. Backlog de deficiencias a potencia. C.N. Vandellós II.

través del mantenimiento menor. Los correctivos pendientes sobre componentes críticos y no críticos se han prácticamente resuelto. Se espera llegar a "Cero Pendientes" de forma recurrente. El backlog de correctivos sobre el resto de componentes se ha reducido en más de un 80% (menos de 50 trabajos pendientes).

En la Figura 7 puede observarse la evolución del backlog de deficiencias pendientes sobre componentes críticos y no críticos dentro del alcance del Proceso de Fiabilidad de Equipos (ER) desde Julio de 2017, donde se incluyó en el indicador el backlog de Mantenimiento Menor. Se prevé reducir este backlog por debajo del objetivo de 30 deficiencias sobre componentes críticos y menos de 50 sobre componentes no críticos este mismo año. El objetivo de backlog de deficiencias sobre componentes con funcionamiento hasta el fallo (RTF) y fuera del alcance del ER se alcanzó a final del 2017 con menos de 350 deficiencias totales. Existe un compromiso de continuar reduciendo el número de deficiencias más allá de los objetivos inicialmente establecidos.

Una casuística dentro de los backlogs son aquellos trabajos que no pueden ejecutarse por la disponibilidad de repuestos, bien porque no se disponga del material o bien porque no cumpla con los requisitos de cali-

dad necesarios. Conjuntamente con la implantación de las mejoras al proceso de Gestión de Trabajos se han implementado mejoras en el proceso de Materiales y Servicios. Con ello, se han conseguido reducir los trabajos pendientes de ejecución por incidencias de materiales en más de un 60%.

Un registro adicional que se monitoriza y gestiona con menos trámites son los trabajos calificados como Otros Mantenimientos. Estos trabajos son menos relevantes que el resto en relación al impacto en la fiabilidad de la central pero contribuyen a la condición material de la misma. La cantidad de estos trabajos pendientes es de 1.700 en Junio de 2018.

EFICIENCIA OPERATIVA

Desde 2016 se han lanzado varias iniciativas desde instituciones como el NEI (Nuclear Energy Institute) con el objetivo de incrementar la eficiencia de las centrales nucleares de forma que puedan mejorar su posición competitiva respecto a otro tipo de generación eléctrica (eólica, solar, gas,...) que, por diversos motivos, suponen un riesgo respecto a la viabilidad económica de las centrales nucleares para la generación eléctrica.

El Plan de Actuación para la mejora del proceso de Gestión de Trabajos en Vandellós II ha incorporado acciones asociadas a la mejora de la eficiencia basadas en los *Efficien-*

cy *Bulletins* del NEI siguientes:

- EB 16-01. "Eliminate Administrative Changes to PM Work Orders". Minimización de la carga administrativa para revisar o preparar tareas repetitivas de mantenimiento preventivo y un proceso de Gestión de Trabajos más simplificado. Se ha automatizado la preparación de trabajos para tareas muy repetitivas con el fin de focalizar los recursos en la preparación de trabajos sobre correctivos y preventivos más complejos aportando mayor valor añadido y sin comprometer la calidad de las tareas de preventivo y sus detalles técnicos.

También se ha automatizado el paso directo a "trabajo listo para ejecución" para aquellos trabajos rutinarios, sencillos y muy repetitivos.

- EB 16-15a y 16-15b. "Work Screening Process" y "Utilizing Minor Maintenance". Permite focalizar la organización en aquellos trabajos de alta prioridad y mejorar la fiabilidad de los equipos. También aporta un proceso con menos requisitos administrativos para trabajos sencillos y de baja complejidad, o con un impacto muy bajo en los sistemas de la central. Mejora la capacidad de ejecución de trabajos de la organización.
- EB 16-22. "Work Management T-Week Process". Se ha implementado un proceso más simplificado que el originalmente establecido por INPO en el AP-928 en sus revisiones iniciales y, finalmente capturado en su Revisión 5. Se han minimizado el número de reuniones y acercado los hitos más significativos del proceso a la semana de ejecución. Se ha potenciado el mantenimiento menor. Queda pendiente establecer un mayor énfasis sobre los recursos.
- EB 17-20. "Further Streamline the Work Management Process". Se han tomado acciones adicionales de estandarización del proceso de programación a través del Programa de Ciclo. ■