

Servicios de Recarga en Westinghouse. Productos y servicios tradicionales y nuevas tendencias

X. Coll

El panorama nuclear vuelve a revitalizarse con el programa de construcción de nuevas plantas. Habrá muchas similitudes con aquellas décadas pasadas donde hubo una importante actividad de construcción y puesta en marcha, pero también, nuevas e importantes dificultades. Ahora, además de construir, debemos seguir centrados en mantener y explotar las actuales. Es ahora, por tanto, cuando debemos y necesitamos aprovechar los servicios de recarga, por la inmejorable oportunidad que nos brindan, para mejorar y seguir operando las plantas con éxito. El presente artículo presenta las capacidades generales de Westinghouse en el ámbito de las recargas y su desarrollo.

The Nuclear Panorama returns to revitalize itself with the program of building new plants. There will be many similarities with those decades where there was an important activity in construction and commissioning, but also there will be new and serious challenges. Now, in addition to construction, we must remain focused on maintaining and operating existing plants. It is now, therefore, when we should and need to use plant refueling outage services, with the exceptional opportunity that they provide, to improve and successfully continue operating plants. This article presents the overall capabilities of Westinghouse in the area of Refueling Outage Services and its development.



XAVIER COLL SUGRAÑES

es ingeniero industrial esp. Materiales (UPC), Durante su vida profesional ha trabajado en Programas de Fiabilidad de Equipos así como en responsabilidades diversas en empresas de Mantenimiento de CCNN. Actualmente director de servicios "Field Services" de Westinghouse para España.

INTRODUCCIÓN

El segmento de Servicios Nucleares de Westinghouse tiene como objetivo ofrecer productos y servicios que ayuden a los explotadores de centrales nucleares a mantener y operar las plantas de un modo seguro y competitivo.

Westinghouse proporciona productos y servicios al cliente, principalmente en las centrales de tipo PWR pero también en las BWR, en las siguientes áreas:

- Servicios de Campo "Field Services". Apoyo durante las recargas, productos avanzados, servicios en componentes específicos de las plantas, formación, etc... En esta área encajan los servicios de recarga y, por tanto, será el área donde centraremos y desarrollaremos el presente artículo.
- Servicios de Ingeniería. Ayuda a las plantas en la mejora de su fiabilidad y mantenimiento de los requisitos del regulador a través de análisis varios y programas de gestión.
- Servicios de modificaciones e instalación. Incluye la ingeniería de planta e instalación, procesos de soldadu-

ra-mecanizado y desmantelamientos.

- Suministro de equipos, componentes y repuestos. Proporciona recambios originales (OEM) y otros, dedicaciones comerciales, etc.

Para facilitar a los clientes el conocimiento de sus capacidades, Westinghouse, por diferentes medios (web, catálogos, etc.), divulga aquella información que pueda ayudar al cliente a optimizar y mejorar el funcionamiento y rendimiento de sus plantas.

(http://www.westinghousenuclear.com/Products_&_Services/nuclear_services/index.shtml)

SERVICIOS DE CAMPO "FIELD SERVICES"

Su principal objetivo es ofrecer apoyo completo en las paradas de recarga de combustible. Westinghouse es tecnológicamente líder en robótica y herramientas operadas remotamente, ensayos no destructivos, inspecciones, mantenimiento y reparación. En colaboración con nuestros clientes ayudamos a reducir la duración de la recarga y sus costes. Los numerosos centros de servicios en

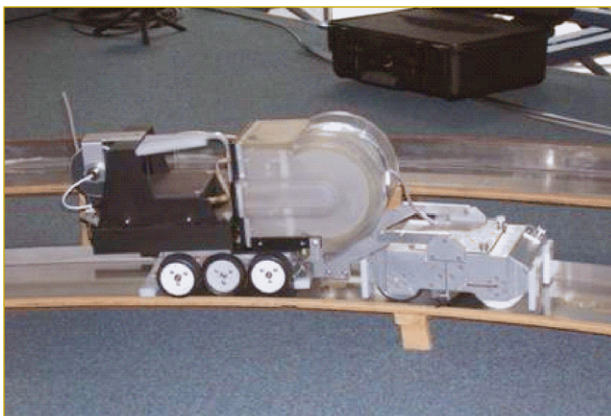


Figura 1. Calificación del ROS. Flangebot en maqueta.

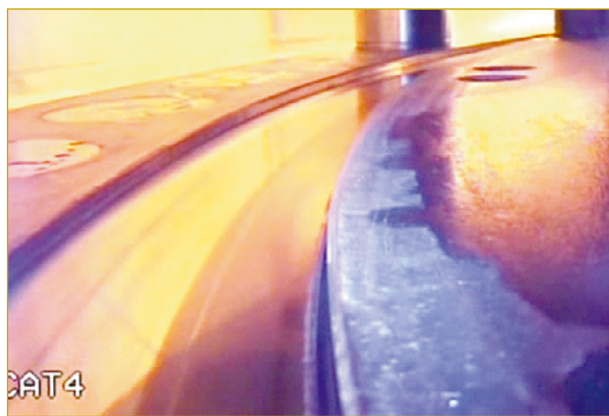


Figura 2. Visión desde el ROS Flangebot durante una inspección.

EEUU y Europa ofrecen también reparaciones, recalificaciones, pruebas y calibraciones.

Las distintas actuaciones se agrupan según los siguientes productos: equipos rotativos (turbinas, bombas y motores), generadores de vapor, reactor, mantenimiento y modificaciones de diseño de grúas (PAR Nuclear) y ensayos no destructivos e inspecciones (Wesdyne Internacional).

Servicios de recarga, alcance completo de productos y servicios "tradicionales"

El alcance completo de servicios de recarga puede y debe ser personalizado a la medida y necesidad de cada cliente.

Cuando hablamos de servicios "tradicionales" nos referimos a aquellos repetitivos y en la mayoría de casos de obligada ejecución para la normal operación de las plantas. No por ello, Westinghouse ha dejado de desarrollar metodología, herramientas y procedimientos que permiten mejorar la técnica y ejecución de estos trabajos. Las herramientas han mejorado y siguen siendo objeto de desarrollo, pero también las áreas de calificación del personal (IS-12, "Human Performance"), ALARA, seguridad, acceso, etc. han sido evaluadas y efectivamente trabajadas.

El hecho de su repetitividad y "relativamente buen conocimiento" no debe producir relajación o sensación de rutina sino una oportunidad más de mejora y desafío para nuevos desarrollos y/o procesos. No hay dos recargas idénticas y la planificación, extensa formación y entrenamiento, así como la mejora en útiles debe ayudarnos a resolver eficazmente las dificultades emergentes y/o distintas.

Las actuaciones siguientes son el alcance estándar de Westinghouse en aquellas recargas que participa:

- Revisión previa de procedimientos,

órdenes de trabajo y programa de recarga con recomendaciones para implementar durante los trabajos.

- Desmontaje y montaje del reactor.
- Verificación de equipos.
- Movimiento de combustible e internos.
- Verificación del mapa núcleo y carga.
- Recepción del combustible nuevo, corrientes inducidas y des/conexiones eléctricas
- Mantenimiento de grúas manipuladoras, canal transferencia, etc...
- Mantenimiento y mejoras en ordenador de la planta, SCDR, y otros sistemas, ej. control de turbina, basados en la plataforma ovation.
- Mantenimiento y calibración de las tarjetas del sistema de accionamiento y posición de barras de control así como otros sistemas de I&C.
- Mantenimiento de bombas principales y motores.
- Trabajos varios en presionador y generadores de vapor como reparaciones y taponados.
- Coordinación de las recargas.

Generalmente se proporcionan todas las herramientas necesarias, quizás con la salvedad de España donde el cliente en la mayoría de casos es propietario

de ellas, así como procedimientos, *planning*, coordinación, dirección técnica y personal cualificado.

Hay otras actuaciones como, trabajos en bombas y motores auxiliares, mantenimiento del turbo grupo, válvulas, etc... donde Westinghouse ya realiza servicios con buena experiencia y que pretende que formen parte, de nuevo, de su alcance estándar. En el caso de equipos, y a modo de ejemplo de ese continuo desarrollo, ya está cualificado el ROS Flangebot, sistema operado remotamente para limpieza y secado de brida de la cabeza del reactor y zona apoyo junta tórica (ver fotos adjuntas, figuras 1 y 2), nuevo sistema cono-seal cualificado para columnas de termopares ligeramente inclinadas, etc.

Otras áreas con fuerte crecimiento por la demanda del mercado son: trabajos de limpieza y reparación de generadores de vapor (se ha desarrollado un nuevo sistema de "Sludge Lancing", de limpieza química "Hard and Soft Chemical cleaning", de extracción de tubos en generadores de vapor, etc.) y en desmantelamientos e instalaciones varias. Westinghouse ha tenido y mantiene una amplia experiencia en desmantelamientos e instalaciones relacionadas con la

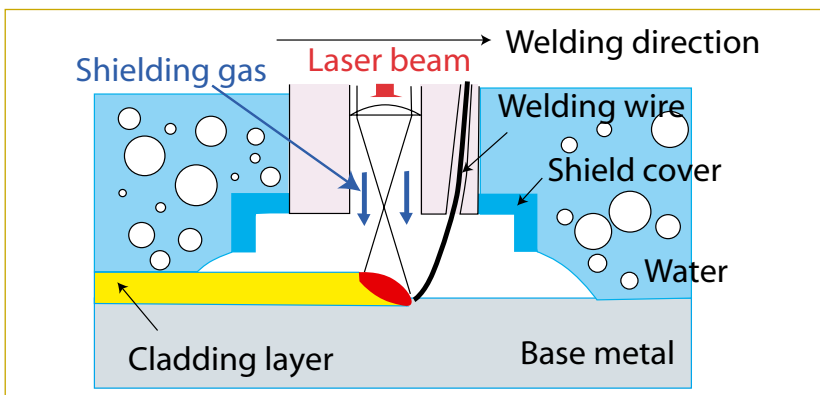


Figura 3. Principio de funcionamiento Underwater Laser Beam Welding, ULBW.

Outage Windows (PWR Owners Group)

Window -1 Unit off line to Mode -5
 Window -2 Mode -5 to Mode -6 (Reactor Disassembly)
 Window -3 Mode -6 to Start Core Off -load
 Window -4 Core Off -load (Start to finish)
 Window -5 Reactor Vessel Empty (Off -load Window)
 Window -6 Core Reload including Verification
 Window -7 Reactor Reassembly to Mode -5
 Window -8 Mode -5 to Mode -4 (Recovery)
 Window -9 Start Mode -4 to Unit on Line
 Window -10 Unit on -line to 100% Power

Decile / Window	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th
1	7	9	10	12	13	15	16	18	22	98
2	53	64	69	75	81	87	96	108	130	271
3	51	57	62	68	73	78	85	98	117	227
4	35	39	41	45	48	53	57	66	87	239
5	69	97	134	161	207	244	296	390	633	1435
6	37	41	45	47	50	55	59	73	95	218
7	51	60	67	70	76	83	96	109	125	383
8	72	92	103	117	130	143	176	215	292	663
9	56	63	73	88	99	113	132	160	222	609
10	48	61	69	76	83	92	108	143	189	844
bkr - bkr (days)	22	27	30	34	37	40	43	49	58	112
100% (days)	25	31	34	38	41	44	47	53	62	119

Tabla 1. Análisis de tiempos de recarga.

Review Of Process Improvement Goal:

Achieve TOP DECILE performance

	WINDOW 9*	WINDOW 10*	WINDOW 9 & 10 TOTAL
CPSES -1 AVG *	130.70	168.00	298.70
CPSES -2 AVG	121.60	160.40	282.00
2RF08 Actual perf.	60	147	207
2RF11 Actual Perf.	122	79	201
CPSES Backbone	67.00	137.00	204.00
TOP DECILE	58.28	61.00	141.60
Goal was to achieve at least a 30% Improvement in Window 9&10 Performance from backbone AND 100% Improvement from averages			

Tabla 2. Resultados mejora de tiempos en recarga.

seguridad. Trabajos como el reciente adjudicado en la central nuclear de José Cabrera nos permiten seguir invirtiendo y desarrollando equipos avanzados de corte y soldadura (ver foto adjunta, figura 3, *Underwater laser beam welding process*).

El SIR (Servicio Integral de Recargas) es un ejemplo de la personalización a medida de servicios de recarga que comentábamos anteriormente imprescindible. Este servicio engloba bajo una misma UTE todos los trabajos de recarga de Westinghouse, Tecnatom y Enusa. Actividades que afectan la mayor parte del camino crítico de una recarga y cuya óptima coordinación y gestión inciden muy notablemente en el resultado final.

Nuevas tendencias en productos y servicios de recarga

En los últimos años está habiendo, no sólo en España sino también a nivel global, con ciertas excepciones, un cierto incremento en la duración de las recargas, programadas inicialmente más largas que antaño y/o con retrasos importantes sobre lo previsto. Las causas y

motivos pueden ser numerosos: relevo generacional, nuevos requisitos y expectativas tanto del regulador como de los propietarios, envejecimiento que obliga a nuevos servicios y diagnósticos poco experimentados hasta la fecha, situación política para definir el modelo energético (extensión o no, desmantelamientos, "mix" energético que dificultan un programa de inversiones), etc.

Toda esta problemática ha recuperado productos y servicios que parecían olvidados y exclusivos de los inicios, como optimización de recargas, gestión del activo, etc... y generado la necesidad para el desarrollo de otros como centro de control de recargas (OCC), programas de gestión de incidencias, etc. Todos, especialmente los recuperados, se han rediseñado según las expectativas y necesidades actuales.

A continuación comentaremos algunos de ellos:

• Optimización de recargas:

Es muy importante que dicho proceso considere de forma prioritaria la mejora de la seguridad con objeto de no generar desconfianza ni en el regulador ni en el propietario. De manera que

asegure:

- Que la prioridad es la seguridad y la operación a largo plazo.
 - Cultura de seguridad y apoyo total a las operaciones y recargas seguras.
 - Procesos y programas robustos para prevenir incidentes.
 - Completar todo el programa de inspecciones y mantenimiento necesario y previsto.
 - Identificación de los programas de mantenimiento e inspección desde una perspectiva de gestión de vida.
- El proceso genérico de un estudio de optimización de recarga para una planta dada sería:
- Proceso DMAIC (Define, Mide, Analiza, Mejora, Controla).
 - Mapa de los procesos actuales (no sólo pero básicamente programas de recarga) para clasificar el valor añadido de las actividades (LEAN).
 - Utilizar el proceso six-sigma para identificar las principales fuentes de variación.
 - Estudiar los tiempos y movimientos capturando datos de los procesos actuales.
 - Realizar comparativas "benchmarking" con otras plantas (ver tabla 1).
 - Identificar áreas de mejora u optimización.
 - Realizar análisis de coste/beneficio.
 - Desarrollar futuros mapas y programas de proceso.
 - Ejecutar modo de fallos según nuevos mapas (qué puede fallar, probabilidades, contingencias) y análisis de causa-efecto.
 - Implementar mejoras verificando su efectividad.
 - Establecer planes de control e institucionalización de las mejoras.
- Como ejemplo del apartado "Realizar Benchmarking con otras plantas" en

latabla 1 podemos ver la duración media de recargas de las PWR pertenecientes al Owners Group desglosada en ventanas de tiempos adecuadas para su análisis. Así por ejemplo, el 10% mejor de las plantas (1^{er} decile) cubren la ventana 2 que va desde Modo 5 hasta Modo 6 en 53 horas o menos.

Fruto de este análisis puede verse el caso real para una planta donde su objetivo era mejorar un 30% en las ventanas 9 (desde inicio Modo 4 hasta sincronización) y 10 (desde sincronización hasta 100% de potencia) (tabla 1 y resultados en tabla 2).

Centro de control de recargas, OCC (Outage Control Center):

Básicamente consiste en centrar en una ubicación determinada todos los recursos de personal y medios para la óptima gestión de recarga en toda su amplitud, toma de decisiones, resolución de problemas emergentes, profundización en el análisis de una incidencia, etc. Debe tener todo el apoyo y autorización de la dirección. A diferencia de otras reuniones específicas de recarga habituales en planta donde también se encuentra el personal necesario, el OCC garantiza 24 horas de cobertura y trabajo específico según prioridades para la exclusiva optimización de la recarga siempre desde una perspectiva de coste, seguridad y fiabilidad.

Básicos:

- El director de recarga y su "staff" dirigen y controlan la ejecución de la recarga.
- Actividades específicas de recarga son ejecutadas por diversos grupos (prevención, químicos, mantenimiento, suministradores, etc.).
- Las actividades de recarga se manejan mejor desde un centro localizado con todos los recursos y apoyos, llamado centro OCC.
- Muchas plantas han establecido un reglamento de funcionamiento para manejar y controlar la recarga llamado reglamento OCC.
- La mayoría del "staff" del OCC tiene una función temporal de recarga (es decir, es captado de otras funciones que le ocupan el resto del año).
- Se realiza una intensa formación en OCC antes de recarga.

Responsabilidades:

- El OCC contiene un número estándar de posiciones mínimas.
- La responsabilidad principal es dirigir los grupos de gestión de la recarga para conseguir los objetivos establecidos por la planta.
- Los miembros del OCC serán especí-

ficamente evaluados al finalizar la recarga por haber mantenido la seguridad como una prioridad absoluta, su permanente implicación en las tareas diarias, responsabilidad en los resultados y haber mantenido un ambiente profesional y constructivo.

- Deberán tomar decisiones en representación de la planta y organización.
- Adelantarse 48 horas al trabajo y asegurar que todos los grupos están preparados y apoyando el programa de actividades.
- Revisar y aprobar, si procede, los cambios de alcance.
- Revisar y aprobar, si procede, los cambios de programa.
- Determinar que actividades necesitan Pre-job, turnos cerrados, etc.
- Resolver conflictos que afecten al camino de recarga o puedan hacerlo.
- Proporcionar informe y estado de actividades por turno.
- Finalmente el staff se compone de unas 10-15 personas, que junto al director de recarga tienen poder de decisión en sus diversas áreas de jefatura.

Gestión del activo. Gestión de equipos de movimiento de combustible y de recarga en general

Como se ha indicado anteriormente la gestión del activo es un producto propio del segmento de ingeniería y, por tanto, se alejaría de lo que podríamos considerar servicios de recarga. Sin embargo, hay ciertas interferencias o áreas de interés común donde es necesario un trabajo conjunto.

Los programas de gestión, básicamente, tienen un marco de regulación, (extensión de vida según su CFR específico, revisiones periódicas de seguridad, etc.) se basan en experiencia, como el estudio del alloy 600 y se centran en maximizar el valor actual de la planta optimizando las inversiones. En este sentido ya hay una amplia experiencia en programas de gestión del activo en un marco legal administrativo, de fiabilidad de equipos como AP-913, etc. Actualmente se quiere aprovechar esta experiencia, conocimiento y, sobre todo, sistemática de estos procesos o programas regulados para mejorar las recargas. Todo pasa por hacerlos más específicos y jugar con su alcance. Es aquí donde aparecen los programas o procesos específicos de fiabilidad de equipos de recarga, de movimiento de combustible, etc.

Por proceso de fiabilidad de equipos de recarga entenderemos aquel estudio que nos permita el análisis y evaluación de todos aquellos equipos que pueden

afectar positiva pero sobre todo negativamente en el desarrollo de la recargas (se incluyen también las herramientas). Mejorando en estos equipos, gestionando su óptimo mantenimiento e inversiones de mejora, directamente incidiremos en la ejecución real de los trabajos de recarga.

Muchas plantas ya han utilizado aplicaciones específicas y guías de mantenimiento exclusivas para los equipos de movimiento de combustible (manipuladoras, canal de transferencia, polar, etc.) por considerarlos su *talón de Aquiles*. Fruto de estos estudios de fiabilidad y guía han llegado las correspondientes modernizaciones o reemplazo.

CONCLUSIÓN

Westinghouse y sus clientes han adquirido una amplia experiencia y conocimiento en las múltiples recargas y servicios realizados en distintos países y entornos. A pesar de la evidente, en términos generales, mejoría desde los inicios, siguen existiendo dificultades y problemas emergentes que impiden, en algunos casos, cumplir las planificaciones previstas. Al mantenimiento y explotación de las plantas existentes, donde hasta hace poco centrábamos casi exclusivamente todos nuestros esfuerzos, hay que sumarle ya la construcción de nuevas plantas (con la particularidad de su atractivo para nuevas generaciones, gente altamente especializada, suministradores, etc.), relevo generacional, desmantelamiento de algunas y expectativas de funcionamiento y tendencias más restrictivas. Es por todo ello que se precisa, no sólo para los servicios de recarga, sino también para el resto de actividades, un fuerte impulso desde todas las áreas. Debemos invertir firmemente para mantener lo que tenemos, pero también y sobre todo, animados por el margen de mejora existente y la nueva situación nuclear y sus expectativas. En el ámbito de servicios de recarga que nos ocupa, debemos evitar la asociación recarga-rutina "otra más" y pensar en aprovechar esa oportunidad para "tocar" (ó "dejar") la planta de la mejor forma posible. Los equipos responden o rinden según quien "les toque", cómo lo haga, con qué medios y aportando qué. En este sentido, parece fundamental maximizar y tener presente esta realidad como un principio vital dentro de la enorme maquinaria de gestión de una nuclear. Desde Westinghouse seguiremos apostando por la intensiva formación y calificación de nuestros empleados así como para seguir siendo líderes tecnológicos como estrategia hacia la excelencia en nuestras operaciones. ■