

NUEVO EQUIPO DE REPARACIÓN DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES

A. BUIZA

La Empresa ENUSA-ENWESA, A.I.E., dedicada a la reparación de Elementos Combustibles tipo PWR en Centrales Nucleares, ha adquirido un nuevo Equipo para Reparación de Elementos por el Cabezal Superior.

Este nuevo Equipo aprovecha los nuevos modelos de Combustible con cabezal superior desmontable "RTN", (Removable Top Nozzle), para efectuar la extracción de barras por el lado superior, una vez desmontado el cabezal, y evitar así la rotación que es necesario efectuar al Elemento Combustible para su reparación por el cabezal inferior.

Con este nuevo Equipo, la empresa, formada por ENUSA, W.T.S., y ENWESA-Operaciones, dispone de dos equipos para poder reparar tanto por cabezal superior, como por cabezal inferior, en función de las necesidades y posibilidades de realización de cada Central.

ENUSA-ENWESA, A.I.E., a Company dedicated to PWR fuel assemblies repairing in Nuclear Power Plants, has recently acquired a new equipment to repair by the top nozzle.

This new equipment take advantage of the new fuel types with removable top nozzles to perform the fuel rod removal by the upper end, once the top nozzle has been removed. In this way it is not necessary to rotate the whole fuel assembly as it happened when the repair is made by the bottom nozzle side.

With this new equipment, the company, formed by ENUSA, W.T.S., and ENWESA-Operaciones, has two equipments in operation to be able to repair by the bottom nozzle side as well as by the top nozzle side, according with the needs and facilities of the Power Plant.

INTRODUCCIÓN

La empresa ENUSA-ENWESA, A.I.E. lleva cinco años dedicada a la Reparación de Elementos Combustibles tipo PWR en Centrales Nucleares. En 1995 inició sus actividades de reparación de combustible en las centrales nucleares de Ascó I y II y Vandellós II, mediante la utilización del equipo MFRS (Multipurpose Fuel Repair System) que repara los elementos combustibles mediante desmontaje del cabezal inferior, extracción de las barras (varillas) defectuosas e inserción de las barras de sustitución. Una des-

cripción más detallada de este equipo fue realizada en una ponencia de la Reunión Anual de la SNE de 1995, titulada "Reparación de Elementos Combustibles".

Posteriormente, entre 1996 y 1998, se han seguido realizando servicios de reparación en las centrales de Ascó y Vandellós, así como en Almaraz I y II.

ESTUDIO DE NUEVOS EQUIPOS

Al objeto de poder atender la necesidad de reparación en centrales europeas cuyo combustible estuviera siendo suministrado por el EFG (European Fuel Group), así como aumentar la capacidad de reparación en las nacionales, se estuvo valorando la adquisición de otros equipos que cumplieran este doble objetivo. El equipo debería cumplir la envolvente de las condiciones de utilización en todas las posibles centrales, y esto dio como resultado la elección de un equipo que aprovechara elementos móviles de la piscina, como los elevadores de combustible, y cuya reparación se efectuara por el cabezal superior ya que no se disponía de la posibilidad de volteo de la que dispone el equipo anterior (MFRS).

A este planteamiento favorecía el último cambio de diseño de los elementos combustibles, que suponía disponer de un cabezal superior desmontable RTN (Removable Top Nozzle).

A la vista de todas estas condiciones se decidió la adquisición de un equipo nuevo del mismo tipo del que ya disponía Westinghouse para reparar ele-

mentos combustibles por el cabezal superior, designado como RRTN (Repair Removable Top Nozzle).

A este equipo se le ha dotado tanto de las herramientas específicas de desmontaje de cabezales superiores tipo XL (extralargos) de utilización en centrales francesas y belgas, como para cabezales estándares de elementos de 12 pies de longitud que son los que se utilizan en centrales españolas.

TÉCNICAS DE REPARACIÓN

La reparación consiste generalmente en la sustitución de componentes defectuosos en el elemento, que suelen ser varillas de combustible en las que se ha roto la integridad del tubo (vaina de contención de la pastilla), permitiendo la salida al refrigerante de productos de fisión. También se pueden sustituir cabezales superiores que tengan cualquier tipo de defecto.

Antes de proceder a la reparación, es necesario realizar una inspección que identifique la varilla o varillas defectuosas. Esta inspección se realiza bajo agua con técnica de ultrasonidos que detecta la presencia de agua en el interior de la varilla de combustible, lo que indica que el tubo se ha perforado, permitiendo la entrada del refrigerante.

Así mismo, en el caso de sustitución de cabezales se realizan inspecciones previas, mediante cámaras de vídeo subacuáticas, que determinan el componente defectuoso y la necesidad de sustitución de los mismos.

La reparación se lleva a cabo en la piscina de combustible transportando

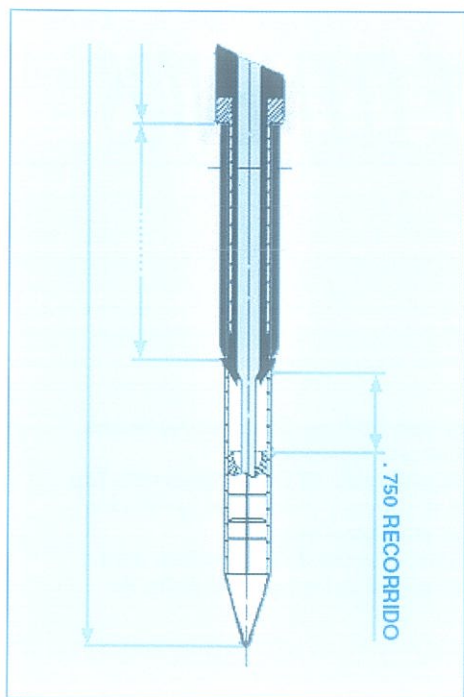


Figura 1. Útil de casquillos y conjunto de inserción

el elemento a reparar al elevador de combustible o a otro equipo o sistema que permita la sujeción y fijación segura del elemento (también puede utilizarse el otro equipo, MFRS, como sistema auxiliar para su fijación).

Una vez fijado el elemento combustible, la primera operación consiste en extraer los casquillos de bloqueo, uno a uno, lo que se realiza con una herra-

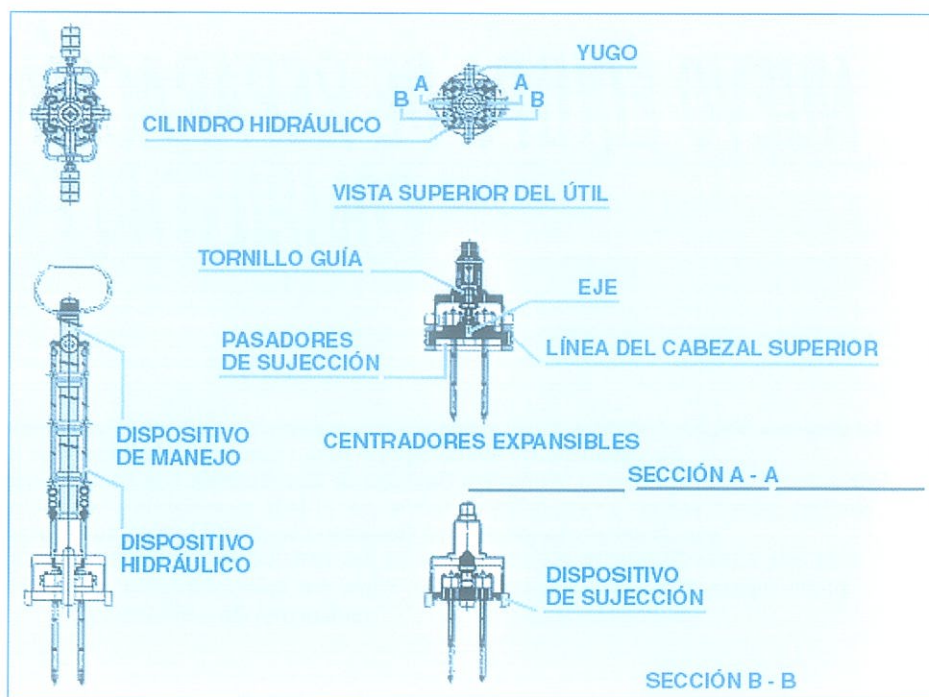


Figura 2. Útil de extracción y montaje del cabezal superior

mienta manual larga (Fig. 1), diseñada para manipular los casquillos de bloqueo tanto para retirarlos como para almacenarlos o instalarlos. La herramienta dispone de un conjunto de dedos de agarre, situados en la parte inferior, que se expanden en el interior del tubo guía, por debajo del casquillo de bloqueo, haciéndolo de esta forma solidario con la herramienta y permitien-

do su inserción o extracción. Tras la extracción de los casquillos, bien se guardan en una placa de almacenamiento para su reutilización o bien en un cestillo de residuos en el caso de no reutilizarse.

A continuación se procede a situar la herramienta de extracción del cabezal superior. Esta herramienta (Fig. 2), es una de las más complejas e importantes

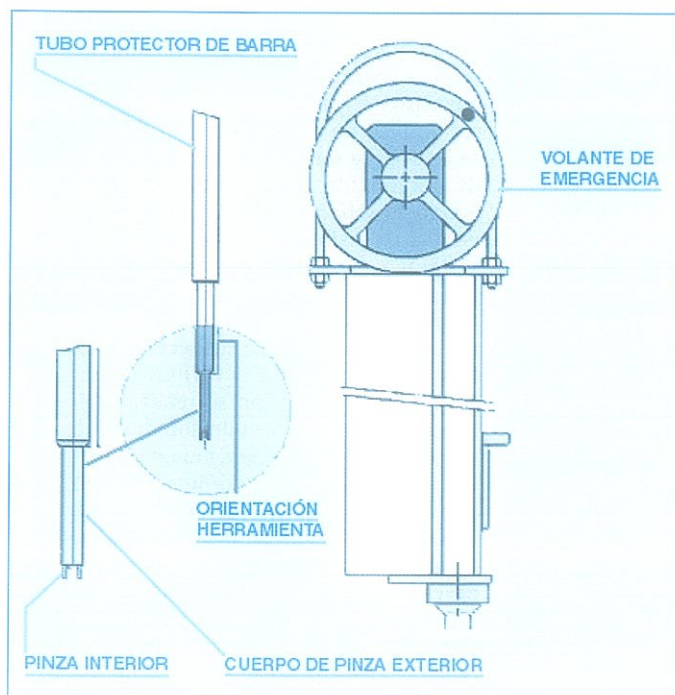


Figura 3. Herramienta de manejo de barras

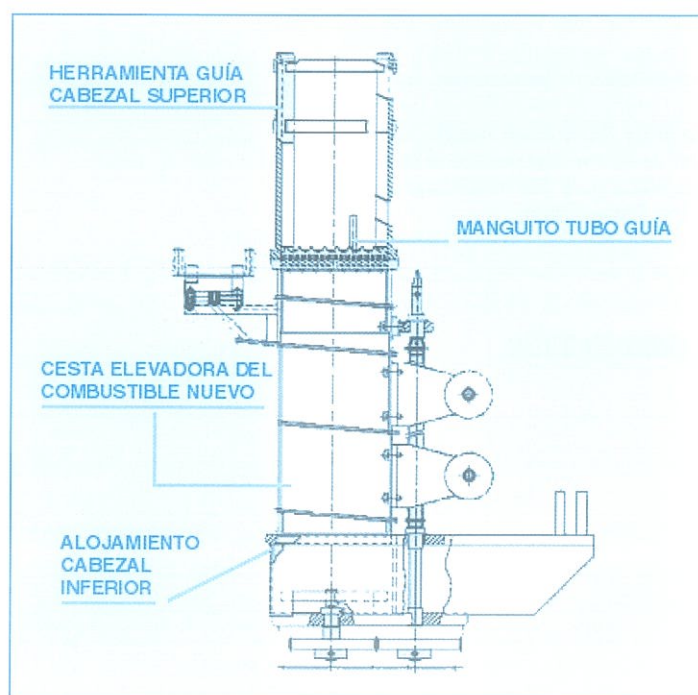


Figura 4. Cesta elevadora comb. nuevo y herramienta sustitución cabezal superior

Tabla a

Reparación de combustible por cabezal superior (RRTN)

Experiencia de ENUSA, ENWESA y WTS

Planta	RRTN en N.F.E.	RRTN en MFRS
BELLEVILLE (EDF)	SI	NO
ASCÓI	NO	SI
ALMARAZ II	NO	SI
VANDELLÓS II	NO	SI
ALMARAZ I	SI	SI
ASCÓII	NO	SI

de la reparación. Está formada por un conjunto inferior con 4 pasadores expansibles que se introducen en los tubos guía del elemento combustible. Estos pasadores, actuados hidráulicamente, permiten fijar la herramienta al elemento combustible. Un yugo, mediante un sistema mecánico seguro, sujeta con un giro de 45°, el interior de la tobera. un mecanismo de rosca sirve para retirar (o introducir) la tobera de los tubos guía del elemento combustible. Todo este conjunto está unido a un

mástil prolongador, que termina en un soporte de izado.

Una vez extraído el cabezal superior y depositado en la correspondiente bandeja se procede a la extracción de varillas mediante la correspondiente herramienta motorizada, (Fig. 3), formada por 2 conjuntos (superior e inferior). El conjunto superior está formado por una estructura con un motor eléctrico en su parte superior; por el interior de la estructura y por medio de una cadena, se desliza el cilindro neumático, con un sistema de ruedas que lo guían en todo su recorrido. El émbolo del cilindro está prolongado por un tubo externo, dentro del cual se encuentra un eje que en su extremo interior tiene fijadas las pinzas de enganche de las varillas. El suministro de aire acciona el émbolo del cilindro haciendo que venza la fuerza de un muelle interno que sujeta las pinzas y así las libere. El conjunto inferior está formado por un tubo que se conecta a la parte superior por medio de una brida atornillada. Se emplea para apoyar la herramienta de manejo de varillas sobre las placas guía. Durante la extracción, la varilla queda protegida por este tubo, al mismo tiempo protege las

Tabla b

Experiencia de WESTINGHOUSE (USA)

Planta	RRTN en N.F.E.	RRTN en MFRS
BRAIDWOOD 2	SI	NO
SURRY 1	SI	NO
V.C. SUMMER	SI	NO
SALEM 1 y 2	SI	NO
SOUTH TEXAS 1	SI	NO
BEAVER VALLEY 2	SI	NO
VOGTLE 2	SI	NO
INDIAN POINT 2	SI	NO
FARLEY	SI	NO
DIABLO CANYON 2	SI	NO
NORTH ANNA	SI	NO
WOLF CREEK	SI	NO
SEA BROOK	SI	NO
SIZEWELL B	NO	SI
TURKEY POINT 3	NO	SI
BYRON	NO	SI
MAANSHAN	NO	SI

RRTN en N.F.E.: Significa utilización del Equipo RRTN en Elevador de Combustible Nuevo.

RRTN en MFRS: Significa utilización del Equipo RRTN en el Equipo MFRS como apoyo-soporte.

Nota: En la mayoría de estas Plantas se han utilizado varias veces.

Tabla c

EQUIPO DE REPARACIÓN RRTN

CENTRALES / CAMPAÑAS	BELLEVILLE y CATTENOM	ASCÓ I	ALMARAZ II	VANDELLÓS II	ALMARAZ I	ASCÓ II	JOSÉ CABRERA	TOTAL
FECHA DE INICIO	18/06/98 11/11/98 17/04/01	15/09/98 01/03/00	14/10/98	16/03/99 12/09/00	31/05/99 10/10/00	14/09/99 26/02/01	27/11/00	
FECHA DE FINALIZACIÓN	29/06/98 28/01/99 27/04/01	30/10/98 05/04/00	07/11/98	10/04/99 04/10/00	23/06/99 24/10/00	03/10/99 15/03/01	01/12/00	
RECARGA/ CICLO	(F.R.) =	13/14 14/15	11/12	10/11 11/12	13/14 14/15	12/13 13/14	(F.R.)	
CAMPAÑA	REPARACIÓN	CABEZALES	CABEZALES	CABEZALES	CABEZALES	CABEZALES	INSPECCIÓN	
TIPO DE ELEMENTO COMBUSTIBLE	AEF-17x17-XL	AEF-17x17 MAEF-17x17	AEF-17x17	AEF-17x17 MAEF-17x17	MAEF-17x17	MAEF-17x17	LOLOPAR-14x14	
Nº DE ELEMENTOS INSPECCIONADOS	5 5 1	180 157	126	0 157	157 29	140 28	15	1.000
Nº DE ELEMENTOS RECONSTITUIDOS	1 3 1	0 0	0	0 2	0 0	0 0	0	7
Nº DE CABEZALES DEFECTUOSOS	0 0 0	30 24	52	23 29	18 29	28 28	0	261
Nº DE BARRAS REPARADAS	3 20 7	0 0	0	0 13	0 0	0 0	0	43
Nº DE CABEZALES REPARADOS	0 0	30 24	52	23 29	18 29	28 28	0	261

pinzas durante todo su recorrido. Una vez concluida la extracción, la parte inferior de este tubo queda obturada, evitando de este modo la caída accidental de la varilla. Esta herramienta se dirige desde una consola que se conecta a la herramienta a través de los correspondientes cables eléctricos (motor y encoder) y tubo mecánico.

Una vez depositada la barra de combustible defectuosa en la correspondiente cesta, se procede a introducir la barra de sustitución con la misma herramienta. Cuando se han completado las barras necesarias del elemento, se procede a instalar de nuevo el cabezal superior utilizando la misma herramienta que en la extracción del mismo, que dispone para esta operación de una pieza auxiliar (Fig. 4), de guiado del cabezal.

Finalmente se procede a la instalación de los casquillos de bloqueo con la herramienta de manipulación de los mismos, y, una vez inspeccionado y documentado el proceso, se procede a retirar el elemento combustible para realizar otra reparación si fuera precisa.

CONCLUSIONES

Con este nuevo equipo, ENUSA-ENWESA A.I.E., empresa formada por ENUSA, W.T.S. y ENWESA-Operaciones, dispone de dos equipos completos para reparar elementos combustibles PWR de 12 pies y de 14 pies. Estos equipos tienen la particularidad de que su ejecución es, en un caso, por el cabezal inferior (MFRS) y, en el otro caso, por el cabezal superior (RRTN), con lo que, en función del tipo de reparación que sea necesaria reali-

zar y en función de las características de la central en la que se ha de realizar dicha operación, se puede hacer ésta con un equipo u otro.

En las tablas a, b y c se indican la experiencia de la A.I.E. y Westinghouse con los equipos de reparación y las intervenciones realizadas en centrales francesas y españolas durante el tiempo de utilización del nuevo equipo RRTN que ha comenzado a ser utilizado a principio de 1998 en una central de EdF.



Alfredo BUIZA CORTÉS es Ingeniero aeronáutico por la E.T.S.I.A. de Madrid. Actualmente jefe de Servicios Comerciales de Combustible de ENUSA Industrias Avanzadas S.A., y gerente de la filial de la misma ENUSA-ENWESA, A.I.E., dedicada a la reparación de elementos combustibles. Ha desempeñado diversos puestos en ENUSA desde 1975 incluyendo la Jefatura del Departamento de Control de Calidad y del Departamento de Programación y Control en la Fábrica de Juzbado (Salamanca); posteriormente en las oficinas centrales de ENUSA ha desempeñado varios trabajos en las áreas de gestión económica y comercial desempeñando actualmente la Jefatura de Proyecto para la Central Nuclear José Cabrera.

28 Reunión Anual de la SNE

Salamanca 11 a 13 de Septiembre de 2002

**Salamanca, Capital Cultural en 2002,
será la ciudad anfitriona de la 28 Reunión Anual
de la Sociedad Nuclear Española.**

Reserve estos días en su agenda