

CENTRALES NUCLEARES ALMARAZ-TRILLO

COMBUSTIBLE NACIONAL, BASE DE UNA OPERACIÓN EXCELENTE

Enusa es el suministrador habitual de recargas para central nuclear de Almaraz y ha suministrado 4 elementos combustibles de demostración para la central nuclear de Trillo.

El comportamiento del combustible en la central de Almaraz viene siendo excelente desde hace varios ciclos y a esto contribuye de manera decisiva la calidad de la fabricación en Juzbado.

Además, las relaciones entre Enusa y CNAT han alcanzado un equilibrio de mutua confianza técnica, que facilita mucho todas las complejas tareas asociadas a cada proyecto de suministro.

En los últimos años y fruto de esta magnífica relación, CNAT ha ampliado el alcance del soporte de Enusa a las áreas de manejo del combustible en la central y a otras actividades relacionadas con la segunda parte del ciclo de combustible.

CNAT aprecia como un valor muy importante el disponer de un suministrador tan fiable como Enusa en España

y especialmente, la fábrica de Juzbado, que aporta un destacado valor en la seguridad del suministro.

En este momento Almaraz se encuentra en proceso de aumento de potencia de las dos unidades. En este proyecto Enusa ha jugado un papel muy importante tanto en la fase de preparación, con en los estudios de viabilidad que se desarrollaron durante dos años, como en la de implantación.

Basta decir que este proyecto de aumento de potencia no se hubiese realizado si el comportamiento del combustible no hubiese sido de la fiabilidad adecuada y que el trabajo en colaboración entre Enusa y Almaraz hizo posible aflorar los márgenes necesarios para el aumento de potencia.

Hay que destacar también el esfuerzo de desarrollo que Enusa está realizando en colaboración con CNAT y ANAV tanto en inspección del combustible gastado, como en la influencia de la química



MANUEL NOVO

Jefe de Combustible de CNAT.

en el comportamiento del combustible y otras áreas relacionadas. Estos desarrollos permiten a Enusa situarse en una buena posición competitiva también en el mercado exterior.

En el futuro Enusa seguirá siendo un colaborador muy importante en la operación de las centrales de CNAT, con objetivos compartidos a medio plazo entre los que podríamos citar:

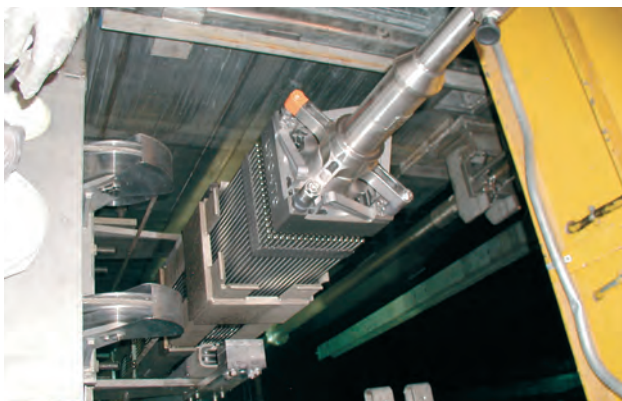
- Mejora de la flexibilidad de la operación con desarrollo o adaptación de nuevas metodologías de diseño.
- Mejora continua de la seguridad del suministro con estudios y acciones concretas de toda la cadena de suministro.
- Mejora de la caracterización del combustible irradiado como base para la planificación de su gestión a largo plazo.
- Mejora de la fiabilidad y flexibilidad en todos los servicios de manejo en inspección del combustible en central.
- Mejora de métodos y herramientas de seguimiento de la operación del reactor.

Este simple e incompleto listado revela la importancia futura de las actividades con Enusa que, podemos asegurar, irá en aumento.

En resumen, el soporte de Enusa a la operación de las centrales de Almaraz ha sido excelente y la tendencia futura es ampliar y consolidar la colaboración entre Enusa y CNAT en todas las áreas de gestión de combustible. ■



Central nuclear de Almaraz.



CENTRAL NUCLEAR DE COFRENTES

ENUSA Y CN COFRENTES: 25 AÑOS SIGUIENDO EL MISMO CAMINO

Hace unos pocos meses, la central nuclear de Cofrentes celebraba sus primeros 25 años de operación: la primera criticidad del combustible cargado en el reactor se alcanzó en agosto de 1984. Pocos meses después nos corresponde celebrar los 25 años de la fabricación del primer elemento combustible en la fábrica de Juzbado. Como no puede ser de otra forma en este sector nuclear, en el que todos los actores que participamos nos sentimos parte de una misma obra, las alegrías y celebraciones de uno de nosotros son compartidas por todos los demás. Y esto es especialmente cierto en el mundo del combustible nuclear en el que las relaciones que mantenemos con nuestro principal proveedor de combustible, con nuestras ingenierías, y entre las propias centrales, e incluso con el organismo regulador son realmente estrechas y dentro de un marco de colaboración excepcional.

La historia de los ya 26 años de operación de CN Cofrentes está estrechamente e inseparablemente ligada a la de la propia Enusa, a la de su fábrica de combustible y a la de todos los profesionales que han desarrollado su labor durante los 25 años de andadura que ahora celebramos. La relación establecida desde el inicio de los proyectos de Enusa y CN Cofrentes se materializó de

forma concreta con la primera recarga de combustible fabricada directamente por Enusa en su fábrica de Juzbado que fue, además, la primera recarga de tecnología BWR suministrada por Enusa. Dicha recarga consistió en 140 elementos (se realizan dos envíos: 68 EE CC el 18 de noviembre de 1985 y 72 EE CC el 9 de enero de 1986) del diseño GE-6B (elemento combustible con una matriz 8x8 que únicamente incorporaba 62 barras de combustible).

Desde esa primera recarga hasta el ciclo de operación actual se han producido grandes cambios en el entorno en el que nos movemos, tanto a nivel técnico como empresarial que han determinado la evolución de la forma en la que las dos empresas nos hemos relacionado en todos estos años.

Por un lado, la gestión integral de CN Cofrentes por Iberdrola Generación ha llevado a la optimización de la operación de la central implementando aumentos de potencia hasta el 11,9% del valor de la potencia original de la central, y alargando los ciclos de operación hasta los 24 meses. Para conseguir estos retos, sin disminuir los márgenes de seguridad de operación y manteniendo la fiabilidad del combustible, ha sido fundamental el esfuerzo, el apoyo y los desarrollos realizados por Enusa en estos 25 años que se han plasmado en la disponibili-



PEDRO MATA ALONSO

Jefe de Ciclo de Combustible Nuclear perteneciente a la Dirección de Generación Nuclear de Iberdrola Generación, S.A.

dad de los diseños de combustible más avanzados, mejoras de los procesos de fabricación y el aumento de las capacidades de la ingeniería de combustible. Así, desde el primer diseño BWR fabricado por Enusa para CN Cofrentes (el ya mencionado GE6B), Enusa ha ido realizando mejoras continuas en sus siguientes diseños de combustible: los diseños GE-7 y GE-10 que seguían manteniendo la matriz de 8x8, diseño GE-11 (ya con una matriz de 9x9 y 74 barras de combustible y que incorporaba barras de longitud parcial), y los más recientes diseños GE-12, GE-14 y, finalmente, GNF2 (todos ellos con matriz 10x10 y 92 barras de combustible, barras de longitud parcial y filtros antipartículas avanzados).

Junto a la necesidad de diseños avanzados de combustible que ha requerido CN Cofrentes, el otro factor que ha llevado a que la relación entre Enusa y CN Cofrentes sea única y esté basada en la confianza, calidad y garantía de los productos y servicios de Enusa, es la capacidad propia e independiente desarrollada por CN Cofrentes para el diseño nuclear y el licenciamiento de recarga siguiendo la estrategia establecida por Iberdrola Generación dentro de su política de gestión de sus activos nucleares. Como resultado de esta estrategia, CN Cofrentes desarrolló la *Metodología Giralda* que ha permitido la incorporación de nuevos suministradores y la liberación del mercado del combustible nuclear para CN Cofrentes.

Esta nueva situación de igualdad y competencia entre los suministradores de combustible obligó a buscar y establecer nuevas formas de relación entre



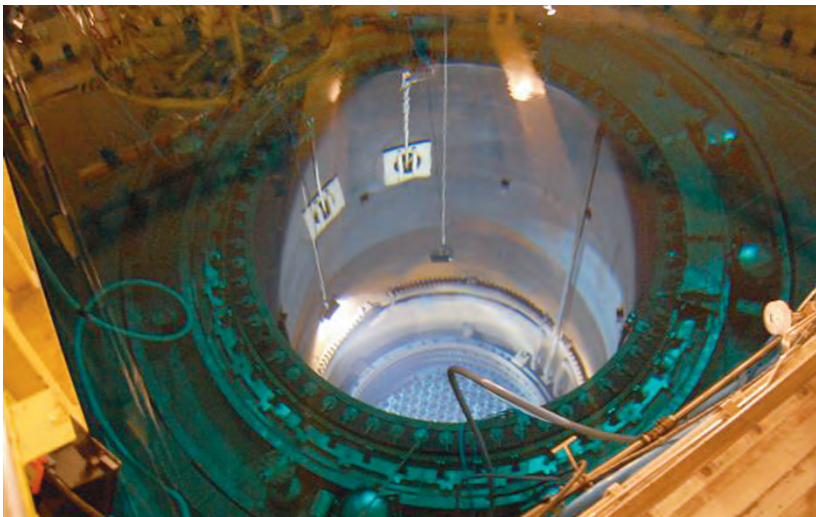
Central nuclear de Cofrentes.



Almacenamiento de un elemento de combustible nuevo en bóveda seca.



Planta de recarga.



Núcleo del reactor de CN Cofrentes.

Enusa y CN Cofrentes con roles y responsabilidades diferentes entre las dos empresas. Estos cambios, una vez superado el lógico proceso de adaptación de las dos empresas a las nuevas reglas de juego, han llevado a un significativo

fortalecimiento de las relaciones entre Enusa y CN Cofrentes, que ahora están sólidamente basadas en la confianza, calidad y garantía de los productos y servicios proporcionados por Enusa. De esta forma, desde el año 1999 en el que inició

la apertura del mercado de combustible para el ciclo 12 de CN Cofrentes, y salvo para una única primera recarga, CN Cofrentes ha depositado su confianza en los diseños combustibles de Enusa para todas las recargas de combustible posteriores. Valga de muestra indicar que, de los 4092 elementos combustibles que se han cargado en el reactor de CN Cofrentes, más de 2400 han sido fabricados por Enusa.

Uno de los cambios más relevantes que se han producido en estos 25 años de operación de la fábrica de combustible de Juzbado, es el aumento de las exigencias y responsabilidades que la sociedad demanda a la industria nuclear que se han reflejado en el aumento de la fiabilidad y seguridad de las instalaciones nucleares. Esta mejora operativa de las centrales, y del combustible cargado en sus reactores, no habría sido posible conseguirla sin las mejoras implementadas por Enusa en sus procesos de fabricación (automatización, controles de calidad, desarrollo de equipos,...) y diseños de combustible (filtros antipartículas, liner de vaina, reglas de operación,...). Fruto de estas mejoras y acciones adicionales realizadas en la central ha sido la disminución significativa del número de fallos de combustible de CN Cofrentes a lo que ha contribuido especialmente la baja tasa de fallo del combustible suministrado por Enusa.

Adicionalmente a la fabricación de combustible, Enusa ha venido apoyando de forma continua a CN Cofrentes en el diseño del combustible nuclear y la gestión de la operación de los ciclos de combustible, y en la última recarga realizada en septiembre de 2009, Enusa ha proporcionado los servicios asociados al manejo de combustible fresco en la central. Esto es una muestra del reconocimiento de CN Cofrentes de la capacidad de Enusa como suministrador referente de servicios integrales para la central.

Como reflejo del compromiso y relación a largo plazo establecida entre CN Cofrentes y Enusa basta indicar que en el último proceso de evaluación de ofertas de combustible para CN Cofrentes para las recargas de los años 2011, 2013 y 2015, y en directa competencia con Westinghouse y Areva, Enusa ha sido confirmado como el suministrador principal de referencia para el combustible nuclear de CN Cofrentes, lo que garantiza una relación estable a futuro entre las dos empresas que permitirá volver a celebrar al menos otros 25 años de andadura conjunta entre Enusa y CN Cofrentes.■

CENTRAL NUCLEAR SANTA MARÍA DE GAROÑA

TESTIGO DE LA EVOLUCIÓN DE UN PROYECTO EMPRESARIAL

Cuando Enusa comenzó su actividad comercial, la central de Garoña llevaba más de una década de operación. Por esta razón las primeras recargas de combustible para la planta del Valle de Tobalina de adquirieron directamente al General Electric, suministrador tecnológico principal de Nuclenor.

No obstante, podemos decir que la relación de Nuclenor y Enusa se remonta a los mismos orígenes de la empresa ya que desde 1979 Enusa participó en el diseño de las recargas de combustible y desde noviembre de 1986 la división de combustible de Enusa ha sido el suministrador del combustible de la central de Garoña.

Nuclenor y Enusa ha recorrido juntos el camino de la mejora y la adaptación a las nuevas exigencias de la gestión del combustible nuclear. Juntos también hemos avanzado en el diseño e implantación de notables mejoras que han permitido a Santa María de Garoña ser pionera en la implantación de los ciclos operativos de 18 meses –ya desde el año 1982 con combustible GE6 y GE7b)- desde 1990 con ciclos de 24 meses. Esto supuso una novedad en la industria nuclear española y un nuevo esfuerzo de adaptación para nuestros técnicos y también para los de Enusa. Con el paso de los años se ha demostrado lo acertado de aquella decisión, así como la evolución de la estrategia operativa incorporando los nuevos desarrollos tec-

nológicos introducidos en los elementos combustibles que han permitido aumentar los márgenes de seguridad y las prestaciones operativas de la central.

Una consecuencia lógica del cambio de la estrategia de operación de la central de Garoña fue la variación en la frecuencia de las paradas de recarga con ciclos de dos años. Un segundo escalón en esta evolución ha sido la progresiva reducción de los tiempos de parada de la planta, lo que supuso una notable mejora en la disponibilidad de la central y una mayor competitividad, tanto en energía producida como en el coste del kilovatio. La evolución fue muy significativa; Se pasó de duraciones de 90-95 días hasta los comienzos de los años 90 a paradas de alrededor de 35 días en los últimos años. Además del notable esfuerzo de planificación, organización de trabajos y mantenimiento en operación, la fiabilidad del combustible nuclear ha sido también un factor determinante en la mejora de los indicadores de funcionamiento de Garoña.

En este éxito han estado muy presentes los técnicos de Enusa que han trabajado desde el comienzo con nosotros. Podemos citar singularmente a Juan José Peña en el pasado y Manuel Espino en la actualidad, quienes junto a otros técnicos altamente cualificados mantienen la tradición de profesionalidad, dedicación y bien hacer que ha caracterizado la trayectoria de Enusa



RENÉ FERNÁNDEZ
Director del Área
de Ingeniería de
Nuclenor

como empresa de servicios.

Posiblemente cuando echamos la vista atrás con motivo de esta celebración, uno de los aspectos que más llama la atención en la evolución de Enusa es la transformación empresarial que ha experimentado en los últimos años.

Las formas de organizarse, la gestión y la capacidad de actuación han mejorado notablemente a la vista incluso de las personas que somos ajenas la organización. Este cambio ha venido motivado por la propia evolución de la gestión empresarial pero, singularmente, por el importante proceso de desarrollo y diversificación del negocio que Enusa emprendió en los años noventa y que, en algunos casos, ha sido muy exitoso y ejemplar, con una muy oportuna anticipación empresarial. Las diversas empresas que hoy forman en conglomerado de Enusa, Industrias Avanzadas, son ejemplo de especialización, desarrollo tecnológico y modernidad.

En todo este proceso de transformación –desde la minería del uranio hasta las nuevas aplicaciones de la medicina nuclear- Enusa ha sabido mantener de manera constante un sustrato que pervive al paso del tiempo y que podríamos decir que forma parte de su ADN empresarial: la profesionalidad, la disponibilidad, y una gran capacidad de dialogo e interlocución con sus clientes y suministradores.

Al recordar el aniversario de la creación de Enusa desde Nuclenor queremos recordar también la vigencia y la pujanza de un sector nuclear que, más allá de gestión de las centrales, tiene una creciente importancia en la cartera industrial de nuestro país y que esta llamado a ser, sin duda, uno de los ejes de la expansión industrial y tecnológica de España en los próximos años y en el que Enusa tendrá a buen seguro, una voz destacada.

Enhorabuena y felicidades.■



Central nuclear Santa María de Garoña.

CENTRAL NUCLEAR JOSÉ CABRERA

14 X 14 LOLOPAR, LA SATISFACCION DE GAS NATURAL FENOSA

La gestión del ciclo completo de combustible de la central nuclear José Cabrera siguió a lo largo de su vida operativa, desde la primera criticidad, en agosto de 1968, hasta el cierre, en abril de 2006, un devenir caracterizado por una estrategia sistemática y continuada de evolución tecnológica basada en la innovación y la estandarización del producto, orientando el esfuerzo conjunto del propietario, Gas Natural Fenosa, y el suministrador del combustible, Westinghouse seguido por Enusa, a minimizar el coste integral del combustible nuclear considerando

tanto la primera como la segunda parte del ciclo. En ambas partes resultó de interés fundamental la optimización del tamaño, enriquecimiento y quemado de descarga del combustible, en aras a minimizar la suma del coste inmediato de la electricidad generada y el coste diferido asociado a la gestión a largo plazo de los residuos radiactivos de alta actividad. Ello motivó la negociación con BNFL de la entrega para su reprocesamiento y gestión definitiva a largo plazo de todo el combustible quemado en la central desde su primera criticidad hasta la creación de Enresa en 1982.



LUIS REBOLLO

Jefe de Combustible Nuclear, Dirección de Generación Nuclear, Gas Natural Fenosa

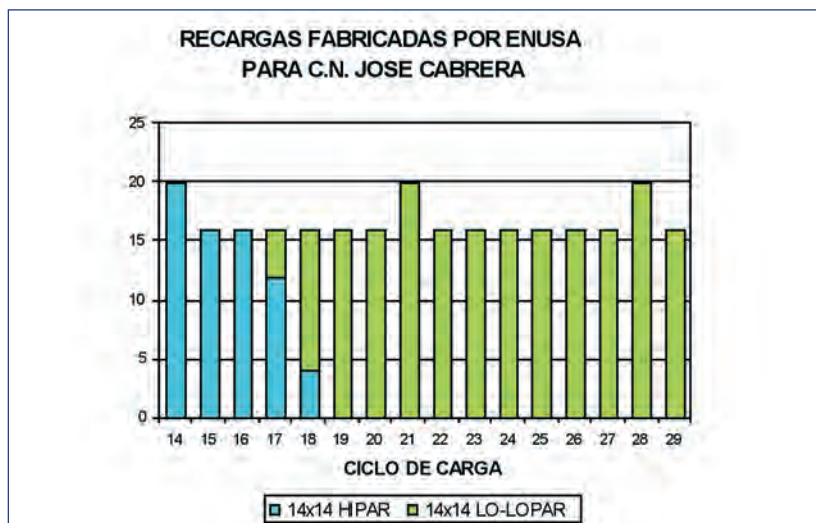
Dicha estrategia permitió a Gas Natural Fenosa garantizar la generación segura y económica de electricidad a la par que mejorar progresivamente los índices de calidad del combustible en cuanto a su comportamiento en explotación, alcanzando el nivel de excelencia máxima en los diez últimos ciclos de operación, diseñados por Enusa con recargas fabricadas en Juzbado, en los que se logró alcanzar el criterio operativo ideal de "cero fallos".

Esta singladura histórica del combustible nuclear fue posible gracias a la continuada colaboración entre los especialistas de Gas Natural Fenosa y los del suministrador de combustible, Westinghouse, desde el arranque inicial hasta 1979 en ingeniería del núcleo y hasta 1987 en fabricación de recargas, que tuvo su continuación natural con Enusa, como proveedor de uranio enriquecido y responsable de la ingeniería y la fabricación de recargas de combustible, y servicios complementarios, empresa que asumió y desempeñó con éxito el liderazgo tecnológico necesario para ofrecer a su cliente explotador de CN José Cabrera un producto de máxima calidad, desarrollando y mejorando el diseño de un nuevo tipo de combustible (14x14 LOLOPAR), único en su género, a fabricar en Juzbado, que evitase la previsible obsolescencia en diseño y materiales del combustible inicial (14x14 HIPAR) y garantizase su competitividad y rentabilidad, superando todos los retos de ingeniería, fabricación, licenciamiento, caracterización, operación e inspección que ello implicaba.

En este contexto el reactor de CN José Cabrera, operando ciclos de equilibrio de 12 meses, se benefició, de forma combinada, del espíritu de innovación y optimización en la gestión nuclear, propio de Gas Natural Fenosa, y de la estrategia de innovación y excelencia en ingeniería y fabricación, propio de Enusa. Por ello, tras operar ciclos con esquemas simples de carga del núcleo



Central nuclear José Cabrera.



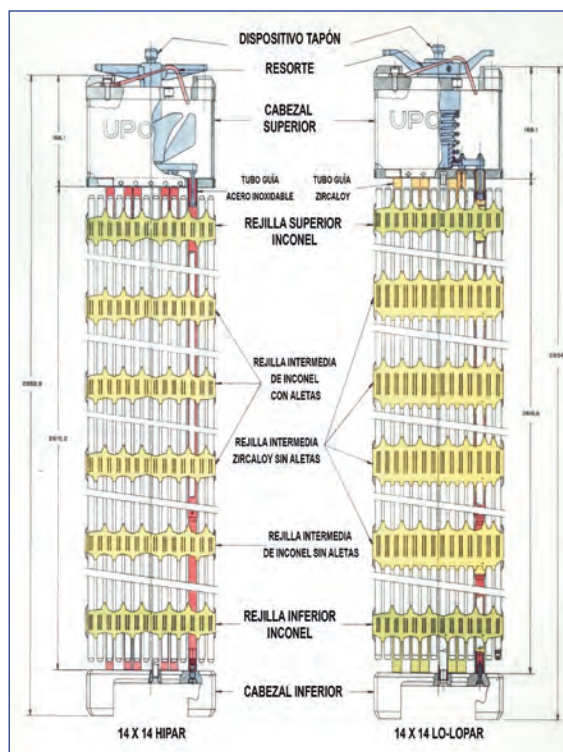
Recargas.

de tipo "out-in", con recargas de 24 elementos HIPAR de uranio enriquecido al 3,25%, la gestión integral del ciclo de combustible, planteada por Gas Natural Fenosa y desarrollada por Enusa, fue evolucionando hacia la configuración de recargas de menor tamaño y mayor enriquecimiento (20 elementos HIPAR al 3,40%) hasta alcanzar ciclos de equilibrio óptimos con recargas de 16 elementos HIPAR al 3,60%, mejorando así la economía neutrónica y, por tanto la competitividad y rentabilidad de la generación nuclear, y reduciendo el número de elementos combustibles irradiados a gestionar a largo plazo por Enresa como residuos radiactivos de alta actividad en la segunda parte del ciclo de combustible.

Posteriormente, para mejorar más aún la economía neutrónica y la eficacia y eficiencia del combustible, incrementando el quemado y descarga sin aumentar el enriquecimiento del uranio, se sustituyó el combustible original HIPAR de Westinghouse, de alta absorción neutrónica, por el nuevo diseño LOLOPAR de Enusa, fruto del esfuerzo conjunto de Gas Natural Fenosa y de Enusa que, de forma autónoma e independiente de Westinghouse, reemplazó por zircaloy el acero inoxidable de los tubos guía y de las rejillas espaciadoras, y recurrió a diseños más complejos del modelo de carga del núcleo, con bajas fugas neutrónicas radiales. Además, Gas Natural Fenosa y Enusa convinieron rediseñar el cabezal inferior del elemento combustible integrando en él un filtro antipartículas que mejorase su fiabilidad mecánica impidiendo daños en las vainas por fricción de eventuales partes sueltas.

Como resultado final, la explotación segura en el reactor de CN José Cabrera de las recargas de combustible así configuradas confirmó a Enusa como un excelente diseñador y fabricante de recargas innovadoras de combustible nuclear, quedando probada la calidad del producto fabricado en Juzbado mediante los óptimos resultados económicos y radio-químicos de su operación sin fallos en el núcleo del reactor.

Gas Natural Fenosa y Enusa, en un empeño industrial común que permitió modernizar y mantener actualizado el diseño nuclear y la fabricación de recargas para CN José Cabrera, valoraron siempre al combustible nuclear como el elemento crítico de la operación del reactor. Por ello, su gestión integral se realizó sistemáticamente y de mutuo



acuerdo primando y potenciando su seguridad, su fiabilidad y su flexibilidad operativa, por delante de su rentabilidad económica, cumpliendo fielmente los requisitos derivados de su licenciamiento, y manteniendo los márgenes del diseño neutrónico, termo-hidráulico, mecánico y de límite de quemado para garantizar así su estanqueidad mecánica y su integridad estructural. Estos objetivos, junto al principio de minimizar el número de elementos combustibles a descargar como residuos radiactivos de alta actividad, estaban orientados además a facilitar y simplificar la gestión a largo plazo de la segunda parte del ciclo de combustible, como así se ha podido comprobar al quedar almacenado en septiembre de 2009, en los doce contenedores de que consta el Almacén Temporal Individualizado (ATI) preparado al efecto en el emplazamiento, todo el combustible irradiado en el reactor desde la creación de Enresa.

De la buena experiencia operativa de las recargas suministradas por Enusa desde Juzbado se derivó la consolidación de las innovaciones tecnológicas aportadas en el diseño del nuevo elemento combustible, de forma que el producto 14x14 LOLOPAR quedó caracterizado como un nuevo estándar de combustible robusto para CN José Cabrera que mejoraba la calidad y prestaciones de su predecesor 14x14 HIPAR, garantizando las prestaciones económicas requeridas a partir de 1998 por el nuevo marco de desregulación y liberalización de la generación de electricidad en España.

La estandarización de la ingeniería, de la gestión del uranio enriquecido, de la fabricación del combustible nuclear y de la operación del reactor, se compaginaron con la innovación necesaria en tecnología, logística y gestión para garantizar flexibilidad en el diseño y operación del núcleo y optimizar tanto el coste del ciclo completo del combustible como el coste de operación y mantenimiento, todo ello en un entorno regulatorio evolutivo y en un marco legal cambiante a lo largo de la vida de la central.

Del análisis "a posteriori" de la experiencia compartida por Gas Natural Fenosa y Enusa se concluye que la innovación se empleó como una "herramienta de mejora", impulsora de la adaptación de avances en tecnología y en gestión nuclear, en tanto que la estandarización se implantó como una "herramienta de consolidación", de forma que el binomio "innovación-estandarización" quedó articulado y consolidado como la "estrategia de competitividad" compartida y potenciada por el suministrador y el explotador del combustible nuclear.

Complementariamente a las tareas mencionadas resulta obligado citar los servicios de apoyo prestados por Enusa a CN José Cabrera en las tareas de movimiento e inspección del combustible, durante la fase de explotación, así como en las que a continuación desarrolló para la caracterización y evaluación del combustible a transferir a Enresa tras su almacenamiento en el ATI.

Del balance histórico de la gestión del combustible de CN José Cabrera se puede extraer la conclusión principal de que la estrategia dual de innovación y estandarización seguida de forma conjunta por Gas Natural Fenosa y Enusa, junto a la prudencia nuclear de velar siempre por la seguridad del combustible más que por su rentabilidad económica, le reportó a Gas Natural Fenosa el reconocido prestigio de ser un explotador nuclear responsable y la satisfacción tecnológica y medioambiental de operar con "cero fallos" durante sus últimos diez ciclos de vida, lo cual redundó en la excelencia de la explotación global de la central y en la rentabilidad económica integral de su generación de electricidad, y a Enusa la reconocida solvencia, basada en el conocimiento y la experiencia probada, de ser un suministrador altamente cualificado de recargas de combustible nuclear, receptivo y fiel a los principios de seguridad nuclear y a los intereses de su cliente. ■