

MANEJO Y CARGA DE CONTENEDORES DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES GASTADOS EN LA CENTRAL NUCLEAR DE TRILLO 1

C. PÉREZ - F. GÓMEZ-CANO

INTRODUCCIÓN

Las especiales peculiaridades de la contención de este tipo de plantas, formada por una esfera metálica autoportante, en cuyo interior se ubica la piscina de almacenamiento de elementos combustibles gastados y el pozo para carga de contenedores con dichos elementos combustibles, hacen que tanto el diseño de los contenedores –dimensiones (longitud máxima y diámetro externo), peso máximo– como el proceso de manejo, carga y traslado, hasta el Almacén Temporal de estos contenedores, presente unas determinadas características.

En el presente artículo se describen de forma general las actividades a realizar para el manejo de los contenedores en la Central.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FUNCIONAMIENTO

Recepción inicial de un contenedor vacío.

Cuando el vehículo de transporte con un contenedor vacío llegue a la Central, se procederá a realizar una inspección visual inicial antes de su descarga con el fin de verificar que no ha sufrido daños durante el transporte, después de lo cual es volteado mediante la grúa del Almacén Temporal hasta dejarlo en posición vertical y trasladado a una posición de estacionamiento previo en dicho Almacén Temporal de Contenedores.

Preparación para la carga de combustible.

Cuando se requiera la utilización de un contenedor para la carga de combustible se llevarán a cabo las siguientes operaciones:

– Traslado del contenedor vacío desde su lugar de estacionamiento previo hasta posiciones debajo de la grúa semipórtico del Edificio de Contención. A continuación y como primera maniobra se enganchan los brazos del yugo de la grúa a los muñones de elevación del contenedor, después de lo cual el contenedor es elevado en posición vertical hasta que se sitúa encima del carro de transporte para ser depositado, al mismo tiempo que se voltea para situarlo en posición horizontal en él. Una vez soltado el yugo, el carro de transporte introduce el contenedor en el Edificio de Contención a través de la esclusa de entrada de equipos para que sea recogido por el yugo de la grúa polar, de forma similar a como lo hizo la grúa semipórtico del Edificio de Contención y lo deposita en el área de preparación y limpieza.

– El proceso de preparación del contenedor, necesario para efectuar la carga de elementos combustibles gastados, se inicia con la colocación de las guías que permitirán el desmontaje de la tapa exterior para posteriormente y una vez extraídas las guías, desmontar las tapas de las penetraciones de drenaje y venteo de la tapa interior, colocar las guías de desmontaje de la tapa interior y proceder a su extracción para

finalmente proceder al desmontaje de las tapas de las penetraciones de la forja superior.

– El desmontaje de las tapas permite realizar la inspección de la cavidad interna del contenedor verificando la ausencia de daños, estado de la limpieza, ausencia de elementos extraños en la cavidad y correcto estado del bastidor de elementos combustibles.

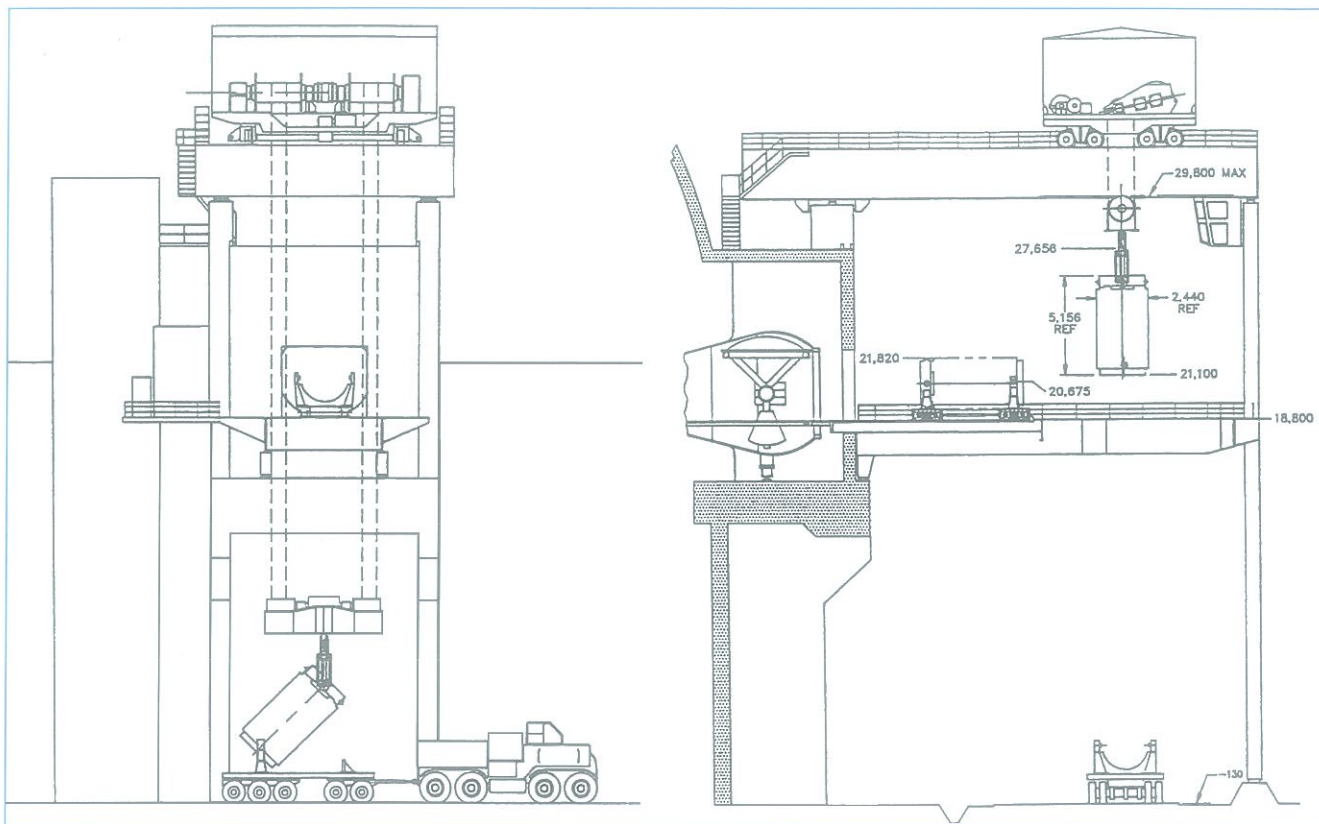
– Al finalizar la inspección del contenedor éste es trasladado, mediante el yugo de la grúa polar, al pozo de cofres en donde se procederá a la carga de elementos combustibles.

Carga del combustible en el contenedor.

La carga del contenedor con elementos combustibles requiere la realización de las siguientes actividades:

– Identificación de los elementos combustibles a cargar verificando y documentando que las características de cada elemento combustible que va a ser cargado cumplen con lo referente a enriquecimiento inicial, quemado y tiempo de enfriamiento desde su última descarga del reactor.

– La carga del contenedor requiere el empleo de la grúa polar y se realizará con los elementos combustibles identificados procurando que aquéllos con mayor fuente de calor ocupen las posiciones centrales del bastidor, anotando en el registro correspondiente la



Llegada y elevación del contenedor por la grúa semipórtico.

posición e identificación de cada elemento combustible cargado.

- Colocación de anillos metálicos (juntas) nuevos en la tapa interior y posicionado de la misma en la forja superior del contenedor mediante el uso de las guías de alineamiento. Esta operación de colocación de la tapa interior se realiza con el contenedor en el interior del pozo de cofres.

- Izado del contenedor mediante el yugo de izado acoplado al gancho principal de la grúa polar, hasta que la superficie superior quede ligeramente por encima del nivel de agua en el pozo de cofres.

- Colocación y apriete inicial de diez pernos de la tapa interior después de lo cual se continúa izando el contenedor lentamente al mismo tiempo que se le rocía con agua desmineralizada con el fin de reducir la contaminación exterior.

- Traslado, por medio de la grúa polar, a la zona de preparación y limpieza en donde se desacoplará el yugo y se efectuará el apriete final de los pernos de la tapa interior.

- Drenaje de la cavidad interior del contenedor, para lo cual se inyectará aire o helio mediante una línea conectada a la penetración de venteo, extra-yéndose el agua por la línea conectada en la penetración de drenaje.

- Secado de la cavidad mediante la conexión de una bomba de vacío en las penetraciones de la tapa interior. Una vez verificado que se mantiene la depresión de 150 mbar con una variación máxima de 12 mbar durante 10 minutos se considera alcanzado el secado de la cavidad y se procederá a inyectar helio a través de la penetración de venteo hasta alcanzar la presión requerida (1 atm.).

Estas operaciones de drenaje, secado y llenado con He, requiere que sean realizadas antes de proseguir con el cierre del contenedor.

- Ejecución de la prueba de fugas de los anillos (juntas) de la tapa interior y de las tapas de sus penetraciones.

- Montaje de la tapa exterior una vez se hayan sustituido sus anillos metálicos (juntas), procediéndose a continuación al apretado de pernos de la misma.

- Ejecución de la prueba de fugas de los anillos (juntas) de la tapa exterior.

- Montaje de las tapas de las penetraciones de la forja superior y del pre-sostato. Realización de sus correspondientes pruebas de fugas.

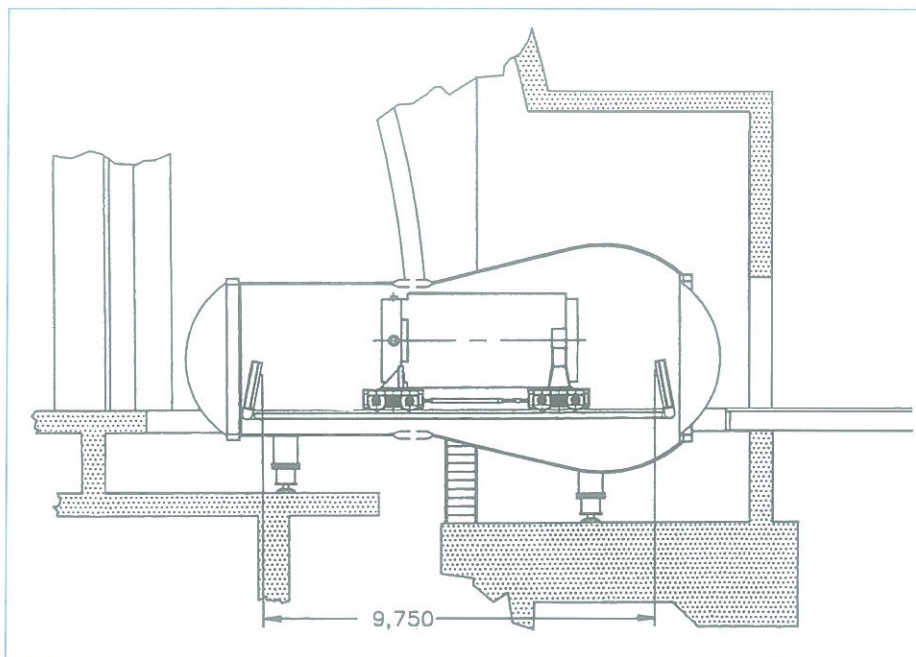
- Descontaminación de las superficies externas del contenedor hasta conseguir los niveles de contaminación requerida. Realización de las correspondientes medidas.

- Realización de las pruebas funcionales de blindaje y térmica del contenedor, al objeto de verificar que los requisitos de diseño del contenedor, se han cumplido.

- Colocación de la tapa superior de blindaje sobre la tapa exterior.

Salida del contenedor cargado del Edificio de Contención y Almacenamiento del mismo.

Las actividades que se han de realizar para sacar el Contenedor cargado del Edificio de Contención y su traslado desde la zona de preparación y limpieza de la cota de operación del



Paso del contenedor por la esclusa de equipos.

Edificio de Contención hasta su posición prefijada dentro del Almacén Temporal para Contenedores, se describen a continuación de forma breve.

Para su realización se precisa que los resultados de los ensayos de fugas, térmicos y de blindaje, indicados con anterioridad, así como los niveles de descontaminación, sean satisfactorios. De forma breve, el proceso a seguir es:

- Primeramente se enganchará el yugo para manejo de contenedores a los muñones de elevación del contenedor, después de lo cual éste es trasladado verticalmente hasta situarlo encima del carro de transporte.

- A continuación se desciende el contenedor y se posiciona, mediante la correspondiente maniobra de volteo, en el carro de transporte horizontal.

- La operación continúa con el desenganche del yugo y la salida del contenedor del Edificio de Contención a través de la esclusa de entrada de equipos para que sea recogido en el exterior del edificio por la grúa semipórtico del Edificio del Reactor.

Siguiendo una secuencia inversa a la de introducción:

- Descenso del contenedor en posición vertical, por medio de la grúa semipórtico del Edificio del Reactor y

volteo y colocación horizontal del mismo sobre el vehículo de traslado.

- Traslado del contenedor al Almacén Temporal para Contenedores de elementos combustibles gastados.

- En el Almacén Temporal se medirá de nuevo la contaminación externa y tasas de dosis con el fin de comprobar que cumplen con los límites de operación requeridos.

- Se engancha el yugo del puente grúa del Almacén Temporal a los muñones del contenedor y mediante una maniobra de volteo se posiciona verticalmente tras lo que se traslada, en dicha posición, desde la zona de recepción al lugar previamente fijado para su almacenamiento.

- La operación finaliza con la conexión del presostato para el control de presión entre tapas a los transductores y conexiones previstas en el Almacén Temporal.

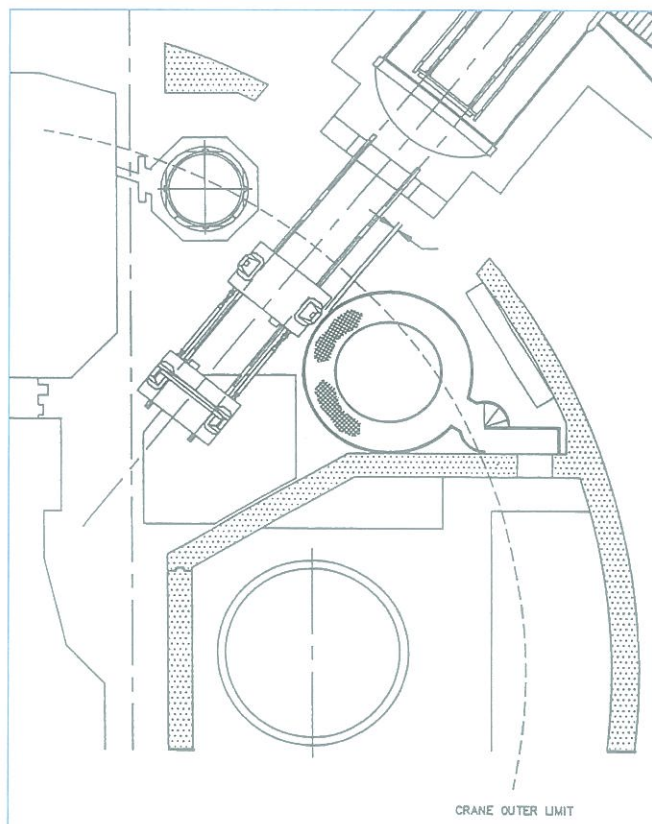
Nuevos equipos a utilizar. Consideraciones de diseño.

El manejo de contenedores tanto en el interior del Edificio de Contención como en el Almacén Temporal requiere la utilización de equipos y herramientas especiales que han sido diseñadas específicamente. Una breve descripción de dichos equipos se indica a continuación.

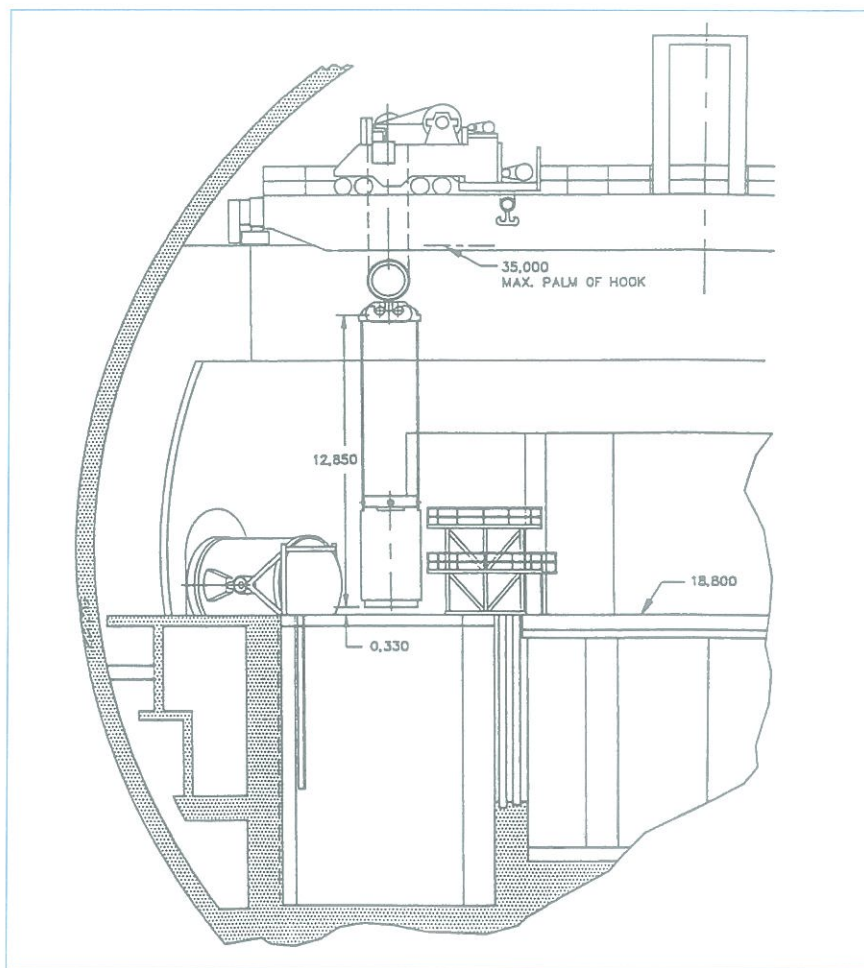
– Plataforma de mantenimiento

Este equipo, que se ubicará en la cota 18.800, tiene como finalidad facilitar las tareas de mantenimiento y verificaciones que se deben realizar en la superficie de los contenedores al permitir el acercamiento de los operarios a cualquier parte del mismo.

La plataforma, clasificada como de categoría sísmica II de acuerdo con el punto 3 de la KTA 2201.1, estará diseñada para ser almacenada fuera del Edificio de Contención por lo que se tendrá en cuenta la facilidad de descontaminación y dispondrá de los



Zona de preparación y limpieza en el edificio del reactor.



Izado del contenedor por la grúa Polar.

blindajes necesarios para la protección radiológica del personal que realiza trabajos en puntos próximos a los contenedores.

Con el fin de facilitar las operaciones de montaje y desmontaje, las conexiones eléctricas entre cuadro y plataforma son realizadas por medio de conectores.

– Yugos de manejo de contenedores

Se requieren dos yugos de manejo de contenedores los cuales se acoplarán a los ganchos de las grúas Polar y Gantry (semipórtico del Edificio del Reactor) respectivamente, y serán utilizados para realizar la carga/descarga de contenedores del carro de transporte de contenedores así como el desplazamiento y posicionado de los contenedores.

Los yugos están compuestos por el cabezal soporte que es el elemento que se une al gancho y los brazos que colgando del cabezal se enganchan a los muñones de los contenedores permitiendo su manejo.

El diseño de los yugos se realiza de acuerdo con lo indicado en las normas KTA 3902, KTA 3903 y ANSI N14.6. El material a utilizar en el yugo de la grúa Polar es el acero al carbono protegido por pintura descontaminante excepto los brazos que serán de acero inoxidable, mientras que para el yugo a utilizar en la grúa Gantry no se requieren materiales específicos. Dado que los yugos pueden ser almacenados fuera del Edificio de Contención., se deberá tener en cuenta durante la fase de diseño la facilidad de descontaminación.

– Equipos de montaje y desmontaje de tapas

La extracción y montaje de las tapas tanto exterior e interior de los contenedores como de las tapas y taponos de sus penetraciones, se realiza mediante el empleo de útiles especiales que se acoplarán bien a los ganchos de la grúa Polar.

Los nuevos equipos que hay que diseñar para poder realizar las operaciones de montaje y desmontaje de tapas

y sus principales características de diseño son:

- Equipos de apriete de pernos cuyo diseño tendrá en cuenta la minimización de la dosis que tenga que recibir el personal al ejecutar esta operación así como garantizar que el par de apriete aplicado no supera el requerido según las especificaciones.

- Vigas de elevación de tapas las cuales se acoplarán bien al gancho de 50 Tm de la grúa Polar.

El diseño de estas vigas se realiza de acuerdo con lo indicado en la norma KTA 3902 y facilita las operaciones de montaje/desmontaje de tapas y prevé su posible salida del Edificio de Contención para su almacenamiento temporal.

- Estructura para inspección de las tapas de los contenedores, cuyo fin es facilitar tanto las inspecciones que se deban realizar en las tapas como el cambio de las juntas tóricas de las mismas antes de proceder a su montaje. La estructura de inspección será de acero al carbono recubierta con pintura descontaminante con el fin de poder sacarla del Edificio de Contención para su almacenamiento temporal.

El montaje y desmontaje de tapas, además de los equipos de nuevo diseño anteriormente indicados, requiere otros equipos tales como llaves dinámicas, armarios de herramientas, etc., que no requieren ningún condicionante especial por lo que no son indicadas aquí.

– Equipo de drenaje, secado y llenado

El almacenamiento de elementos combustibles en contenedores exige una atmósfera inerte en la cavidad interna del contenedor una vez que éste ha sido cargado con elementos combustibles, para lo cual es necesario realizar un vaciado y posterior drenaje de la cavidad interna del contenedor seguida de secado del bastidor y elementos combustibles, lo que se consigue realizando el vacío adecuado en la cavidad interna del contenedor.

Una vez alcanzado el grado de secado requerido, el llenado con He permite que los elementos combustibles estén en contacto con una atmósfera inerte que evita futuros problemas de corrosión. Una posterior presurización con He del espacio entre tapas establece una barrera de presión que potencia la estanqueidad de la tapa interna del contenedor.

Las acciones anteriores son realizadas con el equipo de drenaje, secado y llenado con He el cual, al no precisar de requerimientos especiales, es un equipo comercial que se conectará durante las operaciones de vaciado y drenaje, mediante la correspondiente manguera, al sistema de aire comprimido de la Planta al mismo tiempo que mediante otra manguera los drenajes son conducidos a la Piscina de Combustible Gastado. Durante la fase de secado, la descarga de la bomba de vacío será conducida mediante otra manguera al sistema de evacuación y tratamiento de gases de la Planta.

– Equipo de detección de fugas

El sistema de medida de fugas se requerirá cada vez que se cargue un contenedor con el fin de determinar las fugas existentes en cada una de las juntas de estanqueidad de las tapas y taponeros del contenedor y consta fundamentalmente de un espectrometro de masas para la detección de He, vacuómetro, manómetro y la valvulería y conexiones necesarias, componentes que no precisan de ningún requerimiento especial, siendo un equipo comercial.

Adaptaciones requeridas en los equipos existentes para el manejo de contenedores. Consideraciones de diseño.

El manejo de contenedores en el Edificio de Contención requiere además de los tipos de nuevo diseño indicados en el punto, algunas adaptaciones en equipos existentes las cuales se describen de forma resumida a continuación.

– Grúa Gantry

El giro necesario para el correcto volteo del contenedor requiere la motorización al giro del gancho principal de la grúa.

– Carro de transporte de contenedores

El carro de transporte es capaz de realizar las operaciones de entrada y salida de contenedores del Edificio de Contención sin más que realizar un rediseño de los soportes de apoyo de los contenedores los cuales deberán tener las siguientes características:

- el soporte delantero tendrá forma de cuna y debe permitir el apoyo del contenedor en él cuando el yugo sujete a los muñones de elevación

- los soportes traseros tendrán un diseño de tipo muñón tal que permitirán ser insertados en los alojamientos inferiores de rotación del contenedor

– Plataforma de apoyo a carga

Con el fin de poder depositar los elementos combustibles en el contenedor de forma segura y dado que esta operación habrá de ser realizada por medio de la grúa Polar, es conveniente tener la mejor visión posible del pozo de cofres.

Para ello se utilizará una plataforma, especialmente concebida para este fin, que posicionada sobre el pozo de cofres permita la posición del operador en la vertical de carga.

Su diseño, de acuerdo con la KTA 2201.1, prevé su almacenamiento fuera de contención.

– Sistema de evacuación y tratamiento de gases

Una conexión a este sistema es requerida con el fin de recoger los gases que se produzcan durante las operaciones de secado y verificación de los contenedores cargados con elementos combustibles gastados.

CONCLUSIÓN

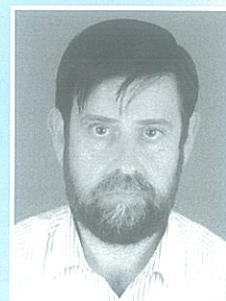
A lo largo del presente artículo se han resumido tanto el proceso y las actividades, como las herramientas necesarias para el manejo, carga y traslado de un contenedor de elementos combustibles gastados hasta su ubicación en el Almacén Temporal de la Central Nuclear de Trillo 1.

Finalmente, señalar que el proceso de carga de contenedores con combustible gastado se realiza durante la operación normal de la Planta y en épocas donde no esté previsto realizar trabajos preparatorios de recarga o cualquier otro trabajo previamente programado.

Por otro lado, ninguna de las operaciones relacionadas con la carga de contenedores que se han de realizar en el Edificio de Contención requieren el uso de equipos o sistemas de la Planta que estén relacionados con la seguridad, por lo que la indisponibilidad de ninguno de estos componentes es requerida y en caso de producirse no tienen por qué afectar de forma directa a las operaciones de carga de contenedores.



Carlos PÉREZ GARRIDO es Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos en la especialidad de Hidráulica y Energética por la Escuela T.S.I.C.C.P. de Madrid (1975). Comenzó su actividad en Unión Eléctrica como responsable del Proyecto Civil y del de Grúas de la Central Nuclear de Trillo 1 durante las fases de proyecto y construcción. Posteriormente se responsabiliza de la Oficina Técnica de la Subdirección Técnica. Desde 1993 es responsable del Proyecto del Almacén Temporal para Contenedores y, en la actualidad, como Jefe de Proyectos Especiales, lo es de la construcción del mismo.



Francisco GÓMEZ-CANO LÓPEZ es Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid. Su actividad profesional comenzó en la Organización de Explotación de C.N. Valdecaballeros, colaborando en la puesta en marcha de las Centrales de Almaraz y Vandellós II. En 1991 ingresó en UITESA como Consultor Técnico de Proyectos de Construcción y Montaje. En 1993 se incorpora al Proyecto del Almacén de Contenedores, como apoyo a la Dirección del proyecto en las tareas de ingeniería y construcción. En 1996 se incorpora a IBERINCO, donde trabaja actualmente como Jefe de Proyectos Especiales de Construcción.