

PLANTA DE DESECADO DE CONCENTRADOS DE EVAPORADOR Y LODOS COMO INSTRUMENTO BÁSICO PARA LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS SÓLIDOS

C. PÉREZ

Con el objeto de preservar en lo posible y optimizar la utilización de la capacidad de almacenamiento de residuos radiactivos de El Cabril, ENRESA y el Sector Eléctrico iniciaron en 1994 una serie de actuaciones para la reducción y optimización del acondicionamiento de residuos radiactivos.

Fruto de esta estrategia se ha desarrollado con tecnología española por ENSA un sistema de desecación de residuos húmedos que se ha instalado en CN Trillo durante 2001 y ha operado satisfactoriamente durante el último año, obteniéndose una notable reducción de volumen de los residuos generados por los concentrados de evaporador.

En el presente artículo se describen los objetivos, el proyecto, la implantación y el sistema de desecado instalado en CN Trillo.

In order to maintain as well as possible and optimize use of the radioactive waste storage capacity of "El Cabril", ENRESA and the Electric Sector put a series of actions into motion in 1994 to reduce and optimize radioactive waste processing.

As a result of this strategy, a moist waste desiccation system has been developed with Spanish technology by ENSA. This system was installed in Trillo NPP in 2001 and has operated satisfactorily for the past year, having significantly reduced the volume of waste generated by evaporator concentrates.

This article describes the objectives, design and implementation of the desiccation system installed in Trillo NPP.

En la mitad de la pasada década ENRESA y el Sector Eléctrico establecieron una política activa con el objetivo de establecer metodologías de gestión y desarrollar e instalar modificaciones en las Instalaciones y nuevos sistemas más eficaces en el acondicionamiento de residuos que condujeran a la reducción del volumen final del residuo radiactivo acondicionado que se almacenara en El Cabril.

Fruto de esta política, en 1999 se acordó entre ENRESA y CN Trillo el desarrollo e instalación en la Central de un sistema que tratara los residuos ra-

diactivos concentrados de evaporador y lodos húmedos procedentes de la operación y mantenimiento de la Central, y que deshidrata y secase estos residuos de manera que se acondicionara exclusivamente la materia sólida desecada y cristalizada, que es la que contiene la actividad radiactiva de estos tipos de residuos.

Para el desarrollo, fabricación y montaje en CN Trillo de la Planta de Desecado, se contrató a ENSA, que, a partir de un prototipo del que ya disponía, desarrolló con tecnología totalmente española el sistema de desecado de estos residuos húmedos que cumpliera con los objetivos siguientes:

- Obtener un residuo final aceptable para ser almacenado en El Cabril.
- Alcanzar factores de reducción de volumen del residuo final acondicionado para su almacenamiento en El Cabril superiores a 5 (reducción del 80% del volumen de residuos acondicionado generado para este tipo de residuos).
- Disponer de un proceso automático de operación de la Planta, evitando intervenciones manuales por requisitos ALARA e interrupciones y pérdidas de rendimiento en su funcionamiento.
- Alta fiabilidad y facilidad de mantenimiento.

Una descripción del Sistema de Desecado instalado en CN Trillo se incluye al final de este artículo.

A partir de las Especificaciones Técnicas de detalle de la Planta de ENSA, CN Trillo desarrolló un proyecto de las modificaciones a realizar en la Central, que incluyeron el diseño, suministros, montaje, pruebas, puesta en servicio y actualización de la documentación de las adaptaciones requeridas para la instalación e interconexión del nuevo Sistema con los sistemas de residuos operativos en la Central, ventilación, conducción de drenajes, aire comprimido de servicios, alimentación eléctrica, etc., así como el acondicionamiento del recinto en el que se ha instalado el nuevo Sistema, orientado a la adecuada operabilidad y fácil mantenimiento de sus diferentes componentes.

Adicionalmente, durante el desarrollo del proyecto, desde septiembre de 1999 hasta octubre de 2001, se elaboró la documentación necesaria para la presentación y aprobación por ENRESA del Libro de Proceso de los bultos generados con este nuevo método de acondicionamiento de residuos que genera bultos tipificados del tipo 19.GO.

En octubre de 2001 se inició la operación de la Planta de Desecado en CN Trillo, operando sin interrupción hasta la fecha, excluyendo el periodo de parada de la Central para recarga y mantenimiento realizado en el año 2002.

Hasta finales de marzo de 2003 se han realizado 25 lotes de acondicionamiento con residuos concentrados de evaporador acondicionando un total

de 44,5 m³ de concentrado en 50 bultos de 220 l. del tipo 19. GO.

Si este volumen de residuo concentrado de evaporador se hubiera acondicionado siguiendo los requerimientos del Libro de Proceso aprobado para el acondicionamiento de concentrados de evaporador con ácido bórico tipificados, nivel 1, incorporado a matriz de CH en bidón de 220 litros, que establece que en cada bulto se pueden acondicionar un máximo de 115 l. de concentrados de evaporador, se hubieran generado 387 bultos de 220 litros, por lo que la reducción del volumen final de residuos a almacenar en El Cabril alcanzada hasta la fecha ha sido de 74,14 m³, equivalente a 337 bultos de 220 litros.

Estos resultados, junto con la alta automatización de la operación de la Planta, su alta fiabilidad y bajo mantenimiento hacen que la Planta de Desechado de concentrados de evaporador y lodos húmedos instalada en CN Trillo se sitúe a un nivel comparable al de sistemas de procesos similares de suministradores europeos de reconocido prestigio y experiencia en el tratamiento y acondicionamiento de residuos radiactivos.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE DESECADO DE CONCENTRADOS DE EVAPORADOR Y LODOS

La Planta fija semiautomática para Desechado de residuos líquidos deshidrata y seca en un bidón de residuos los residuos líquidos de media y baja actividad generados durante la operación de la Central:

El diseño de la Planta de Desechado se basa en los siguientes criterios:

- Operación semiautomática
- Eficacia
- Facilidad de mantenimiento

La operación semiautomática permite realizar el proceso con la mínima intervención posible de un operador. Exclusivamente la colocación y posicionamiento del bidón de 135 l vacío y su retirada una vez finalizado el proceso de desecado es realizado por el operador con un escaso tiempo de intervención.

Las operaciones subsiguientes de llenado y secado se realizan automáticamente hasta que se ha completado el proceso por la completa ocupación del bidón de 135 litros con cristal desecado.

La eficacia del proceso permite optimizar el rendimiento de la Planta con

una adecuada calidad del condensado extraído, que, normalmente, podrá ser vertido al exterior sin necesidad de tratamiento previo.

La facilidad de mantenimiento se ha establecido mediante el diseño e implantación modular del sistema de desecado, así como la disposición fuera de zonas de alta radiación de equipos y componentes sujetos a mantenimiento.

La Planta de Desechado de residuos líquidos concentrados y lodos está constituida por los siguientes subsistemas:

- Recepción del residuo
- Deseccación del residuo
- Sistema de vacío y condensados
- Equipo de refrigeración
- Equipo de inmovilización con cemento
- Panel de control

Los equipos de la Planta están localizados en la cota 0,0 de los edificios ZD y ZC en los recintos D0413 y C0411.

RECEPCIÓN DEL RESIDUO

Está constituida por el depósito TT50B001, de aproximadamente 2000 litros, dotado de agitador TT50D001 y bomba de recirculación TT50D002.

Este subsistema, cuyo croquis se incluye en la figura 1, tiene como misión recibir los residuos procedentes de los tanques de almacenamiento de concentrados y lodos TR71/2/3 B001, a través de la válvula TT50S001. Cuando se ha conseguido el nivel previamente seleccionado en el depósito TT50 B001, cierra la válvula de entrada y el proceso de trasvase se detiene automáticamente.

El depósito TT50-B001 dispone de la bomba TT50 D002 cuya función es la de recircular los concentrados en el propio tanque vía la válvula TT50S005 o bien retornarlas al depósito de almacenamiento a través de la válvula TT50S008.

La función de recirculación tiene como objeto homogeneizar el residuo en el interior del depósito, fundamentalmente antes de su trasiego, mediante vacío, a los bidones de proceso en cada una de las cámaras de desecación.

Para favorecer la homogeneización de los residuos, el depósito de concentrados dispone de un agitador TT50 D001, cuyo funcionamiento está secuenciado con el funcionamiento de la bomba de concentrados (recirculación).

Este subsistema dispone de traceado eléctrico, de tal forma que las líneas y el depósito de recepción de residuos se

mantienen a una temperatura entre 30 y 40° C. Este calentamiento introduce los residuos precalentados en los bidones de proceso a una temperatura muy próxima a la de operación del sistema de desecado, consiguiendo así aumentar el rendimiento del proceso al disminuir los tiempos muertos de calentamiento.

El depósito de recepción de residuos TT50 B001 dispone de boquilla de conexión de agua desmineralizada para limpieza mediante la válvula TT50 S010.

DESECACIÓN DEL RESIDUO

La Planta de Desechado dispone de dos cámaras TT51 B001 Y TT52 B002 en paralelo, donde se introducen sendos bidones de 135 litros y sobre los que se llevará a cabo el proceso de desecado del residuo.

Las cámaras de secado están formadas por un cubículo paralelepípedo dotado de puerta de acceso con sistema de apertura/cierre.

El calentamiento del bidón se realiza mediante resistencias eléctricas que están alojadas en el interior de la cámara situadas en el lateral y en el fondo de bidón.

Cada cámara dispone de un ventilador de recirculación de aire TT51D001 Y TT52D002 que homogeneiza y distribuye el aire en el interior de la cámara de desecación a la vez que favorece el efecto película sobre la superficie del bidón.

Cada cámara de desecación tiene un cabezal sobre el que se acopla la boca del bidón de 135 litros por elevación de éste. Dicho cabezal dispone de la instrumentación requerida para el control de nivel y temperatura de bidón durante el proceso de desecado.

Cada cabezal tiene las siguientes conexiones:

- Entrada del residuo a procesar
- Salida de vapores al sistema de vacío y condensados
- Instrumentación de nivel TT51/52 L001/2.
- Conexión de reserva

La introducción del bidón en la cámara de desecado se realiza colocando un bidón vacío de 135 litros sobre el carro de transporte, traslado hasta el interior de la cámara y elevación del bidón hasta acoplar la boca de éste con el cabezal de secado. Este proceso se realiza de forma semiautomática.

Antes de iniciar el proceso, y con el permisivo de bidón situado correctamente bajo el cabezal, se realiza una

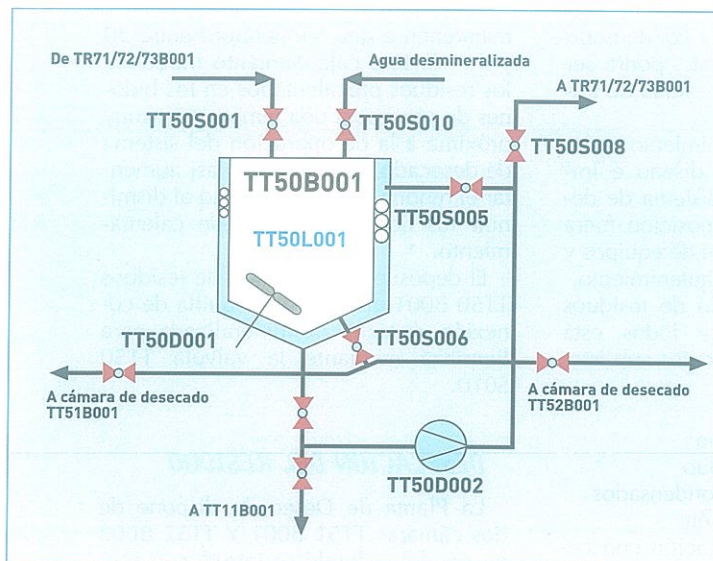


Figura 1. Recepción del residuo.

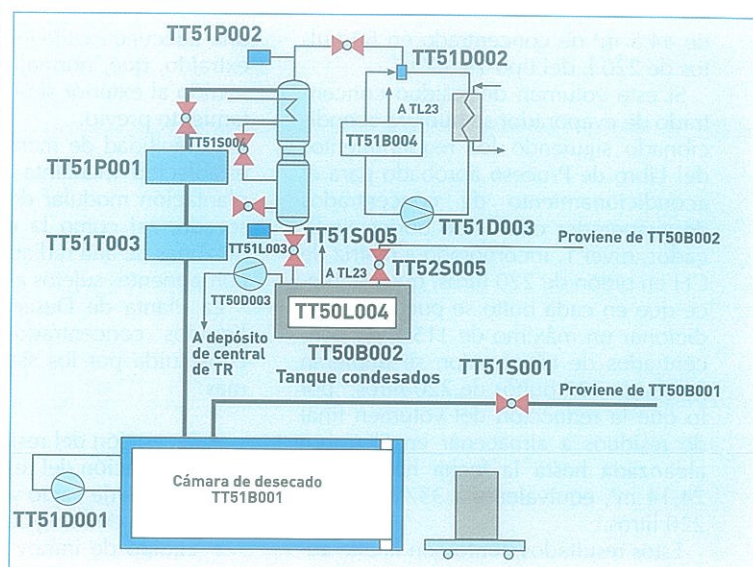


Figura 2. Proceso de desecación del residuo a vacío.

prueba de vacío del propio bidón y del sistema de desecado. Esta operación permite evitar paradas innecesarias por pérdida de vacío en el bidón (defectos de fabricación o falta de hermeticidad) o en los propios condensadores.

Finalizada la prueba de vacío, el operador está habilitado para comenzar el proceso de llenado/secado de bidón.

Por pulsación en el panel de control comienza la operación de tal forma que se realiza el vacío en el bidón, controlado dicho vacío mediante TT51/52P001.

Mediante apertura de las válvulas TT51/52 S001 el residuo se trasiega por vacío desde el depósito de recepción TT50 B001a los bidones de proceso.

El nivel de llenado del bidón se controla mediante los instrumentos de nivel incorporados en el interior del cabezal de la cámara (TT51/52 L001/2). Conseguido el nivel de operación, comienza el calentamiento de la cámara de desecación mediante las resistencias eléctricas controladas en todo momento por los sensores de temperatura situados en el interior de la cámara (5TT51/52T001) al valor de consigna de temperatura establecida.

Cuando el equipo de refrigeración está en marcha y todas las condiciones previas se cumplen, entonces se comienza a realizar el vacío.

Por el hecho de trabajar el sistema en vacío (40 - 130 mbar) se favorece la evaporación a una temperatura baja. La presión de trabajo se regula con los controladores de presión del Sistema, mediante entrada de aire exterior al circuito a través de las válvulas rompedoras de vacío.

El proceso se ha establecido como llenado continuado del bidón, a la vez

que se va evaporando (secado por concentración). De esta forma se consigue un alto nivel de llenado de producto seco en los bidones de proceso.

Finalizado el proceso de secado, el calentamiento eléctrico se desconecta y tiene lugar un enfriamiento paulatino de la cámara de desecación antes de extraer el bidón de 135 litros con los residuos desecados. El bidón desciende de su posición de trabajo (se desacopla del cabezal) y mediante el carro se extrae de la cámara de desecación. El carro se sitúa en la posición de tapado del bidón de 135 litros, procediendo a su tapado mediante un sistema automático de colocación de tapas.

El proceso finaliza con la colocación del bidón de 135 litros tapado, en el interior del bidón de 220 litros que dispone de pared lateral y fondo de hormigón de 5 cm de espesor. El bidón de 220 litros se transporta hasta el equipo de inmovilización con cemento.

SISTEMA DE VACÍO Y CONDENSADOS

El sistema de vacío, cuyo esquema se incluye en la figura 2, está constituido por dos trenes idénticos, uno para cada cámara de desecación.

El vacío del sistema se realiza mediante los eyectores hidráulicos TT51/52D002, que utilizan como fluido motriz agua fría, impulsada por las bombas de los eyectores TT51/52D003.

El agua procede de los tanques TT51/52B004, que sirven de reserva de agua a la vez que se produce en él una desgasificación. El agua de los tanques se mantiene fría gracias a los cambiadores de calor de condensado de los eyectores, que a su vez están alimenta-

dos por un equipo de refrigeración de agua glicolada. Para el llenado de los depósitos de alimentación a los eyectores se utiliza agua desmineralizada proveniente del sistema de Planta.

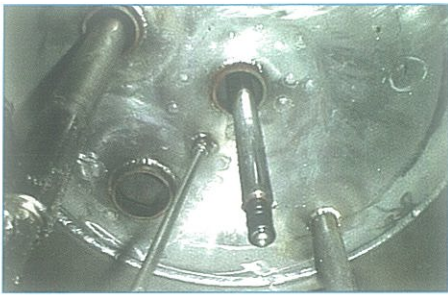
El máximo vacío conseguido por los eyectores está comprendido entre 30 - 50 mbar, si bien se pueden obtener pequeñas variaciones modificando ligeramente la temperatura del fluido primario, así como por la entrada de aire atmosférico.

Mediante el vacío conseguido, los vapores aspirados de las cámaras de desecación atraviesan unos filtros de vapores de baja pérdida de carga y de tipo cerámico que sirven de protección a elementos sensibles de medida como son los vacuómetros TT51/52P002. Los vapores a baja presión atraviesan los condensadores, donde cambian de fase y se cede el calor.

El condensador es alimentado por un sistema de agua fría glicolada producida en el equipo de refrigeración. Los vapores condensados en el condensador se almacenan en los tanques de medida de condensado, que son realmente un segundo cuerpo de los condensadores, pero que tienen la ventaja de no perder el vacío al realizarse las descargas de condensado.

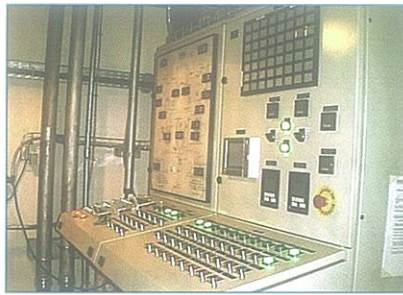
El aire e incondensables son aspirados por efecto "venturi" en los eyectores, siendo enviados a los depósitos de alimentación de los eyectores.

Las descargas de los tanques de medida de condensado se realizan de forma automática cuando se ha conseguido el nivel de consigna previamente establecido en dicho tanque, o bien en caso de establecer un tiempo de consigna desde la anterior descarga o por accionamiento del operador.

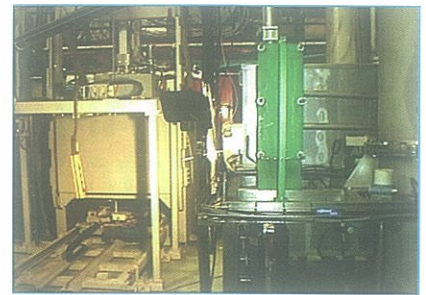


cabezal.

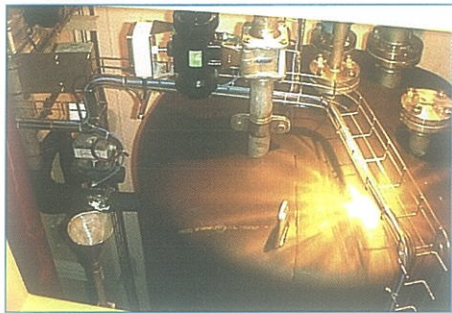
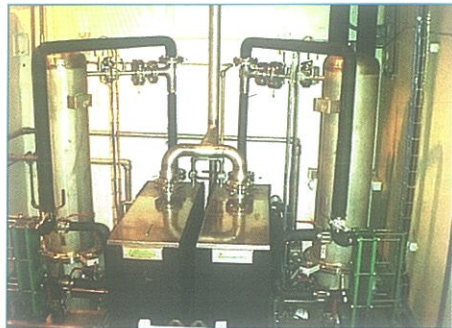
Condensadores.



Panel de control.



Planta general.



Tanque de residuos.

Vista panorámica.



Vibradora.

Las descargas de ambos tanques de medida de condensado se dirigen vía las válvulas TT51/52S005 al tanque de condensados TT50B002, común a ambos circuitos. Este tanque dispone de nivel operacional, con sus correspondientes valores de consigna, y de niveles de seguridad por alto y bajo nivel.

El condensado se dirigirá mediante la bomba de condensado TT50D003, vía filtro de condensado al tanque del sistema de tratamiento de residuos líquidos.

Los venteos de los depósitos de alimentación de los eyectores y del tanque de condensados, a través de un colector común, se conducen al sistema de Tratamiento de Purgas del Edificio Auxiliar.

EQUIPO DE REFRIGERACIÓN

Es un equipo auxiliar del proceso de secado instalado en exteriores. La función del equipo es evacuar el calor cedido en condensadores y cambiadores de calor, como consecuencia de la condensación de los vapores en los condensadores y el enfriamiento del agua de los depósitos de alimentación a los eyectores.

El equipo de refrigeración enfría agua glicolada a una temperatura entre 4 y 10° C, con un caudal de aproximadamente 10 m³/h.

EQUIPO DE INMOVILIZACIÓN CON CEMENTO

Este equipo está compuesto por:

Mesa Vibradora

La mesa vibradora es un dispositivo que permite que un bidón de 220 litros que contiene en su interior un bidón de 135 litros, realice desplazamientos con objeto de permitir que el cemento preparado en la máquina de fabricación de mortero pueda colarse con facilidad entre el forro de hormigón del bidón de 220 litros y el bidón de 135 litros, así como depositar uniformemente 5 cm de mortero en la parte superior del bidón de 220 litros.

Máquina de fabricación de mortero

Esta máquina permite fabricar y dosificar de forma semiautomática, mortero de cemento.

PANEL DE CONTROL

El panel de control está constituido por un armario doble con consola desde el que se realiza el mando, control y supervisión de las operaciones de la Planta de Desecho.

El panel de control está formado por dos cuerpos. En el cuerpo de la izquierda se incluye el sinóptico del panel de control, así como los pulsadores de las funciones correspondientes. En el cuerpo derecho se incluyen todas las motorizaciones, lazos de temperatura y vacío (vacuómetros), panel de alarmas y registrador en tiempo real de una serie de parámetros que es preciso registrar para un mejor conocimiento del proceso y poder realizar estudios de correlación para optimizar el proceso.

Todo el control está gobernado por un "Control lógico programable" (CLP). Existe además una serie de cuadros locales que permiten accionar en modo local los componentes actuados por motores.



Cristóbal PÉREZ PÉREZ es ingeniero técnico naval. En 1985 ingresa en la construcción de la Central Nuclear de Trillo, pasando posteriormente en 1987 a formar parte de la Explotación de la Central en la Sección de Operación, ligado desde esa fecha a la Operación y Control de Sistemas de Tratamiento de Aguas y de Residuos Radiactivos. Desde 1993 es técnico responsable del control y gestión de residuos radiactivos dentro de la Sección de Protección Radiológica.