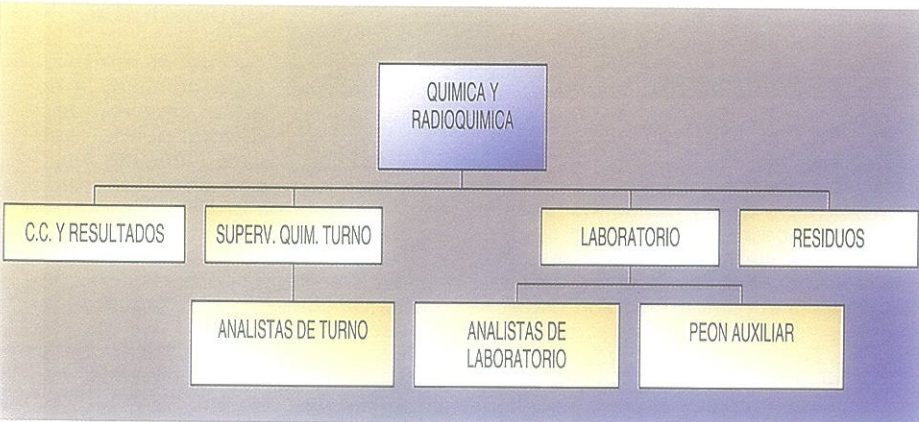


QUÍMICA Y RADIOQUÍMICA



FI Organigrama

MISIONES Y ORGANIZACIÓN

Las funciones de la Sección de Química y Radioquímica son las típicas de esta organización en las centrales nucleares. A grandes rasgos, podemos distinguir tres funciones fundamentales:

- Analítica, de medida de los distintos parámetros químicos en los sistemas, procesos y efluentes de la planta para comprobar que éstos se encuentran dentro del rango de valores aceptables.
- Evaluadora, de los resultados analíticos obtenidos, proponiendo acciones para conseguir los valores óptimos de los parámetros químicos y radioquímicos de los distintos procesos de la central.

- Operativa, de supervisión directa e incluso operación de algunos sistemas de la central, en los que se realizan procesos fisicoquímicos, tales como filtración, intercambio iónico, evaporación, solidificación de residuos, etc.

Realizando estas funciones, la sección tiene asignadas una serie de misiones principales, entre las que cabe destacar:

- Reducir o mitigar la aparición de Corrosión Intergranular bajo tensiones (IGSCC) en los componentes internos del reactor y las tuberías y equipos de sus sistemas asociados. Esta misión merece destacarse al estar relacionada con la integridad de componentes vitales para la seguridad de la central.

- Minimizar los procesos de corrosión de distinto tipo que puedan afectar a tuberías y equipos de los sistemas de la central.

- Impedir el transporte de productos de corrosión hacia el reactor y con ello reducir la dosis que recibe el personal en tareas de operación, mantenimiento e inspección; adicionalmente, crear las condiciones químicas adecuadas para minimizar la deposición de los productos de corrosión activados.

- Controlar y vigilar otros procesos fisicoquímicos, algunos tan diversos como incrustación de sales, lubricación, solidificación de residuos, potabilización de aguas, etc.

- Minimizar la producción de residuos radiactivos sólidos, tanto los generados por diversos sistemas de la planta como por el propio proceso de los residuos líquidos de la misma.

- Medir el contenido radiológico de los efluentes líquidos y gaseosos de la planta.

- Controlar y evaluar el impacto medio ambiental, no radiológico, de la central.

- Todo lo anterior debe realizarse con los criterios de eficacia y optimización de costes.

Para la consecución de los objetivos citados, la sección se organiza en cuatro áreas, tal como se indica en el organigrama de la figura 1:

- Control Químico de Sistemas. Tiene como misión evaluar mediante análisis el estado de los procesos y sistemas de la planta y apoyar a la sección de operación para conseguir las condiciones óptimas desde el punto de vista químico.

- Laboratorio. Su misión es garantizar

el perfecto funcionamiento y exactitud de los equipos del laboratorio químico y la realización de calibraciones de equipos y análisis no rutinarios y de vertidos líquidos.

- Residuos y Medio Ambiente. Asesora a operación en el proceso del sistema de tratamiento de residuos radiactivos líquidos y controla y dirige el proceso de solidificación de residuos radiactivos, las operaciones de transporte de bidones de residuos al almacén temporal de la central y la entrada de bidones a ENRESA, operaciones que en C. N. Cofrentes son responsabilidad de la Sección Química. Asimismo, coordina las actividades relacionadas con el control de los residuos tóxicos y peligrosos generados por la planta.

- Control de Calidad y Resultados. Encargada del control de calidad de la sección, de la preparación de informes y de la formación de la misma.

La sección dispone de un laboratorio caliente en el que se realizan los análisis de muestras activas, un laboratorio frío para muestras inactivas y un laboratorio específico para la realización de los análisis químicos y radioquímicos requeridos por la Comisaría de Aguas del Júcar para los vertidos líquidos de la Central. Está previsto disponer en un próximo futuro de un pequeño laboratorio para la realización de ensayos de solidificación de residuos radiactivos.

LÍNEAS DE ACTUACIÓN

En la actualidad y con el importante bagaje de la experiencia obtenida en los diez años de operación de la central, la sección está liderando el desarrollo de tres planes de gran importancia para la central:

- Protección de materiales del reactor y sistemas asociados.
- Reducción de dosis ocupacional (procesos fisicoquímicos).
- Reducción de residuos radiactivos.

Para el desarrollo de estos planes cuenta tanto con el apoyo de otras secciones de la central como con el de otras organizaciones de apoyo del área de Generación de Iberdrola. A continuación, pasamos a comentar brevemente estos tres planes.

PROTECCIÓN DE MATERIALES DEL REACTOR Y SISTEMAS ASOCIADOS

Como ya se indicó, ésta es una de las misiones fundamentales de la sección. Un método fundamental para evitar la aparición de grietas de corrosión intergranular en internos y tuberías asociadas al reactor es lograr en su entorno un ambiente totalmente exento de impurezas, principalmente aniones tales como cloruros y sulfatos. La conductividad específica del agua del reactor es el parámetro que indica de

una forma general la concentración de impurezas. Su valor promediado para toda la operación de la central es de $0,20 \mu\text{S}/\text{Cm}$, valor considerado aceptable; si bien en los últimos ciclos el valor típico suele ser $0,10$ e incluso inferior.

Desde el principio de la operación del reactor, se han realizado esfuerzos para conseguir minimizar las impurezas en el agua del reactor, previniendo fugas en el condensador principal mediante inspecciones exhaustivas en las paradas para recarga y mejorando el funcionamiento de los sistemas de purificación de condensado y del agua del reactor (Clean-up).

En la figura II se observa la evolución del índice químico según INPO en los últimos tres años, indicador que tiene en consideración tanto la conductividad como la concentración de sulfatos y cloruros en el agua del reactor. La evolución decreciente del mismo demuestra los esfuerzos realizados para minimizar las impurezas en el agua del reactor.

Sin embargo, la ausencia de impurezas no garantiza una mitigación de la aparición de grietas de corrosión intergranular y su posterior propagación en los materiales sensibilizados de internos y tuberías.

La descomposición radiolítica del agua en un reactor BWR genera elevadas concentraciones de oxígeno y otras especies oxidantes que crean un ambiente favorable para los fenómenos de corrosión intergranular. Para evitar este efecto se ha desarrollado la denominada química del hidrógeno, consistente en aportar a través del agua de alimentación la cantidad necesaria de este gas para recombinar el oxígeno y otras especies radiolíticas y prácticamente eliminar su presencia en el agua del reactor. Esta técnica se está aplicando en la actualidad en numerosas centrales, si bien presenta el inconveniente de multiplicar durante la operación la dosis de radiación de las líneas de vapor nuclear y extracciones, lo cual complica la operación y mantenimiento de los equipos asociados.

La Central dispone de un plan de actuación cuyo objetivo es implantar a medio plazo la química del hidrógeno o un proceso alternativo idóneo para la protección de los materiales del reactor. El plan de actuación a grandes rasgos es el siguiente:

- Instalación de un monitor de crecimiento de grietas y potencial electro-



Laboratorio químico.

químico (CAV) en la toma de muestras del sistema de recirculación del reactor. Este monitor se instalará antes de la próxima recarga de la central y se realizarán ensayos de diversos materiales frente a las condiciones del reactor de Cofrentes como parte de un programa de I+D del EPRI.

- Obtener una predicción de las cantidades de hidrógeno requeridas para la protección de diversos componentes internos y las dosis previstas en vapor principal de acuerdo a un modelo de comportamiento radiolítico de BWR.

- Evaluar el efecto de la presencia de trazas de cobre en el agua del reactor. La experiencia indica que estas trazas implican una mayor concentración de hidrógeno y, por tanto, mayores dosis asociadas. Este análisis puede suponer la necesidad de un cambio de material en el condensador o una ampliación del sistema de purificación de condensado.

- Instalación de monitores de crecimiento de grietas y de potencial electroquímico intranucleares para evaluar las condiciones de los internos de la vasija.

- Realización de ensayo de inyección de hidrógeno (minitest).

- Análisis coste-beneficio de la inyección de hidrógeno, teniendo en cuenta los blindajes requeridos, el coste de operación, la inversión necesaria para eliminar la presencia de cobre, necesidad de aplicar un recubrimiento con metales nobles para proteger ciertos internos, etc.

- La Central, asimismo, realizará un seguimiento de otras técnicas de protección, actualmente en desarrollo, que no tengan los efectos secundarios arriba citados.

Como soporte técnico para todos los temas relativos a materiales, la Central cuenta con un comité de materiales con participación tanto de secciones de la Central como de las organizaciones de apoyo a la misma. Este comité asesora y coordina no sólo las actuaciones para la implantación de la

química del hidrógeno, sino todas las relacionadas con la mitigación de los procesos de erosión-corrosión y corrosión de componentes específicos de la Central.

ACTUACIÓN DE QUÍMICA EN LA REDUCCIÓN DE DOSIS OCUPACIONAL

Desde el punto de vista químico, la dosis al personal de la Central puede reducirse mediante tres tipos de actuaciones

contempladas en el Plan Director de Reducción de Dosis:

- Descontaminación.
- Minimización de la presencia de productos de corrosión en el agua de alimentación al reactor.
- Minimización de la deposición de los productos de corrosión activados.

La descontaminación o eliminación mediante un proceso químico de los productos de corrosión activados que se encuentran depositados en los componentes de un sistema ha sido aplicada en la recarga de 1993 al lazo A del sistema de recirculación del reactor. La experiencia de este trabajo fue motivo de una ponencia presentada en la pasada reunión de la SNE en Cáceres. Un resumen de los resultados se adjunta en el recuadro.

Conviene destacar el ahorro estimado en dosis al personal en las tareas de inspección y mantenimiento del sistema realizadas posteriormente, cifrado en unos 650 mSv persona.

Para la segunda línea de actuación, minimización de la presencia de productos de corrosión en el agua de alimentación, la Central ha formado un equipo multidisciplinar con el objetivo de reducir en los próximos años la concentración de hierro en agua de alimentación, indicador del transporte de productos de corrosión, desde el valor actual, entorno a 1.1 ppb, al valor óptimo recomendado, 0.5 ppb. Para ello, el equipo ha centrado su actuación en:

- Sistema de purificación de condensado, proponiendo mejoras operativas, de mantenimiento, modificaciones de diseño, ensayos con diversos tipos de resinas y de elementos filtrantes, etc.

- Filtros electromagnéticos del sistema de drenajes de calentadores, incorporando mejoras en su mantenimiento y disponibilidad en arranques.

- Inyección de oxígeno en el sistema de condensado, con el fin de determinar la concentración óptima que reduce los fenómenos de erosión-corrosión

origen de la presencia de las mencionadas impurezas.

Para la tercera línea de actuación, minimización de la deposición de productos de corrosión activados, se han desarrollado dos técnicas que se están aplicando con éxito en varias centrales BWR:

- Inyección de zinc. Consistente en mantener una cierta concentración de zinc en el agua del reactor. Para evitar la activación del zinc se introduce un óxido que se ha empobrecido isotópicamente en el isótopo Zn-64. El efecto del zinc es modificar la estructura y composición de los óxidos depositados en las tuberías y componentes, de forma que su contenido en Co-60, isótopo responsable de la mayoría de la dosis al personal, se reduce considerablemente. Recientemente, la Central ha finalizado un estudio de viabilidad de la inyección de zinc, llegando a la conclusión de que los beneficios de ésta son muy importantes si se realiza previamente una descontaminación de los lazos de recirculación del reactor. Actualmente, se está evaluando el momento idóneo para efectuar esta operación e iniciar la inyección de zinc.

- Control de la relación Ni/Fe en agua de alimentación. La experiencia de las Centrales BWR japonesas indica que si se consigue mantener esta relación en torno a 0,5, se favorece la formación de óxidos mixtos muy insolubles, que incorporan cobalto en su composición, sobre las vainas de combustible, con lo cual se reduce el transporte de los isótopos Co-58 y Co-60 en el agua del reactor y la deposición en tuberías y equipos asociados. En la actualidad, esta técnica se encuentra en fase de estudio en la Central con el fin de confirmar la viabilidad de su aplicación.

DESCONTAMINACIÓN LAZO A RECIRCULACIÓN

RECARGA-93

- Descontaminación Lazo A incluyendo válvulas aislamiento del lazo.
- Técnica de oscilación con tapones en vasija.
- 5 ciclos de proceso CORD (SIEMENS)
- Actividad total Extraída: 32,4 Ci.
- Factor Descontaminación promedio: 4,7.
- Factor Reducción en Área: 3
- Soluciones Residuales tratadas con resinas gastadas del RWCU. No se generaron residuos adicionales.
- Internos Bomba Recirculación Descontaminados en Baño de Ultrasonidos por el proceso CORD.

IMPULSOR

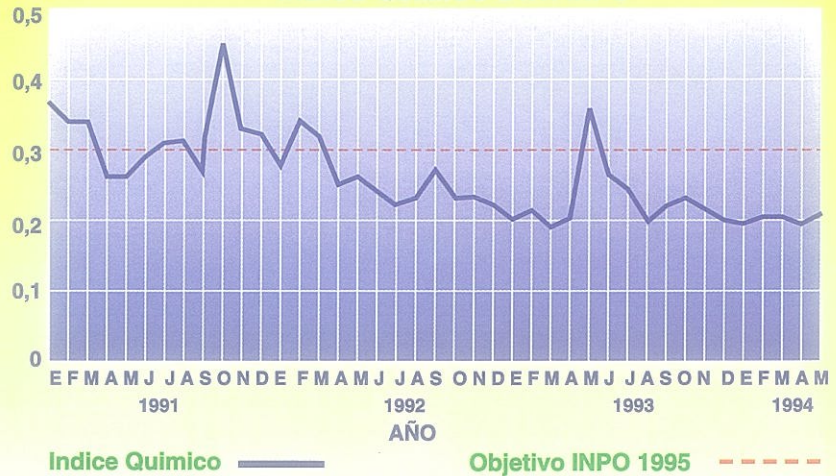
12,3 Ci Actividad
Extraída
9,1 Factor Descont.
Promedio

COJINETE HIDROSTÁTICO

3 Ci Actividad
Extraída
8,2 Factor Descont.
Promedio

Ahorro de Dosis Estimado: 650 mSv persona.

INDICE QUIMICO BWR INPO



F II

REDUCCIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS

Históricamente, si exceptuamos la etapa de pruebas de arranque, la producción de residuos radiactivos sólidos de la Central se ha mantenido en general por debajo de los objetivos INPO para las centrales BWR americanas, tal como puede observarse en la figura. Sin embargo, en 1992 se consideró necesario lanzar un plan a cinco años para la reducción de la producción de residuos radiactivos. A raíz de un análisis exhaustivo de los procesos en los que se genera cada tipo de residuo producido por la central, se lanzó un plan de acción y se fijaron objetivos de producción globales y por tipo de residuo. La figura refleja los objetivos globales del plan.

Las acciones en el plan se centran en tres áreas principales que brevemente pasamos a describir:

Mejoras en sistemas y modificaciones de diseño.

En este área se han propuesto y están actualmente ejecutándose actuaciones, entre otros, en los sistemas:

- Purificación de condensado y filtros electromagnéticos.

- Las acciones coinciden prácticamente con las del programa de reducción de dosis ocupacional.

- Sistema de limpieza de la piscina de supresión.

- Mejoras de diseño en los filtros.

- Sistema de limpieza de tubos del condensador.

- Minimización de fugas.
- Retorno a agua de circulación.

- Sistema de solidificación de residuos radiactivos.

- Mejoras en el control del proceso y dosificaciones.
- Automatización del proceso.

- Sistema de purificación del reactor.

- Optimización de resinas.

- Taller caliente.

- Optimización del tratamiento químico.

Mejora en prácticas de trabajo rutinarias.

En este área se ha propuesto y se están aplicando las siguientes acciones:

- Clasificación de residuos prensables.
- Control de productos orgánicos en planta.
- Motivación y mentalización del personal en la reducción de la generación de residuos radiactivos.

Implantación de nuevas técnicas de proceso de residuos radiactivos.

Se encuentran en fase de pruebas o ya operativas las siguientes técnicas.

- Osmosis inversa en sustitución de un evaporador de residuos.

- Deseccación de residuos concentrados y lodos.

- Decantación y medida de lodos.

Adicionalmente, se realiza un seguimiento de la aplicación en otras Centrales de técnicas de reducción de volumen, tales como descomposición térmica de resinas, oxidación en húmedo, etc.

Como consecuencia de la aplicación de las acciones propuestas, la producción de residuos en el año 1993 fue igual a la prevista en el plan e inferior en más de 100 bidones a la del año 1992, a pesar de que en éste no hubo parada para recarga.