

RCM, ¿y después?

Ing. Mario Albornoz

RESUMEN

Desde 1998 se está utilizando la metodología RCM para el mantenimiento de las Centrales Hidroeléctricas de Ute, en el río Negro.

En el presente artículo se supone conocida la metodología RCM, que no se describe.

También se está implementando un Sistema de Gestión Integrado, incluyendo Calidad, Medio Ambiente y Salud Ocupacional.

- En 2002 se obtuvo la primera certificación ISO 9001 -2000.
- En 2005 se obtuvo la primera certificación ISO 14001 – 2004
- El próximo objetivo es la certificación UNIT 18001

La metodología RCM ha sido considerada una fortaleza del Sistema de Gestión.

Puede decirse que la filosofía RCM y la de las normas ISO se complementan y se potencian.

La mejora continua implica que constantemente se plantean nuevos objetivos, se implementan planes para alcanzarlos, se miden los resultados, y se vuelve a comenzar.

Una de las preguntas que se han planteado es: ¿terminó la implantación de RCM?

En el contexto descrito está claro que no, a pesar de haberse hecho los grupos de trabajo, completado las hojas de resultado, haberse implementado acciones de mantenimiento, etc.

La siguiente pregunta es: ¿Cuáles deberían ser los pasos de ese proceso?

Una propuesta:

- Evaluar los indicadores. Eventualmente agregar, eliminar, corregir.
- Revisar el plan de mantenimiento en aplicación, analizar los recursos consumidos, y los resultados obtenidos.
- Analizar las fallas de función que ocurrieron, y no deberían haber ocurrido.
- Revisar la definición de funciones que necesitamos se cumplan.
- Verificar si esas fallas habían sido previstas. Si no fue así, incluirlas. Si fue así verificar la aplicación de las acciones previstas para evitarlas.
- Volver al comienzo.

Contexto Operacional

El presente artículo se refiere a la experiencia en la utilización de la metodología RCM en el aprovechamiento hidroeléctrico del Río Negro, perteneciente a UTE. El mismo está integrado por tres centrales: "Dr. Gabriel Terra", "Rincón de Baygorria" y "Constitución". La potencia total instalada es de 596 MW. La energía producida promedio es de 2600 GWH anuales.

El río Negro nace en Brasil, a 50 Km. de la frontera con Uruguay. Atraviesa el país de este a oeste y desemboca en el río Uruguay. Tiene una extensión de 850 Km. y un desnivel total de 140 m. La superficie de la cuenca es de 71.400 km², poco más de la tercera parte de la superficie del país.

La represa Gabriel Terra constituye el primer escalón y único embalse regulador. Tiene una capacidad de acumulación equivalente al caudal medio del río durante 135 días. Cuenta con 4 grupos Kaplan de 38 MW c/u. Fue puesta en servicio en 1945. Fue renovada y re potenciada entre 1994 y 1997.

La represa Rincón de Baygorria es el segundo escalón. Su embalse tiene una capacidad de acumulación equivalente a tres días del caudal medio del río. Cuenta con 3 grupos Kaplan de 36 MW c/u. Fue puesta en servicio en 1960.

El tercer escalón es la represa Constitución, con un embalse de capacidad equivalente a 15 días de caudal medio del río. Cuenta con 3 grupos Kaplan de 111 MW c/u. Fue puesta en servicio en 1982.

La gestión está organizada a través de una Gerencia que es responsable por los procesos de Operación, Mantenimiento, Gestión de Agua (hidrología), y Seguridad de Presas (auscultación). La Operación y el Mantenimiento, coordinados por la Gerencia, son realizados por Jefes de Central que dirigen equipos independientes para cada una de ellas.

El personal ha disminuido en los últimos años, y al momento actual es de aproximadamente 70 personas por Central y 50 en Montevideo.

Sistema de Mantenimiento

Se trabaja con un Sistema de Gestión Integrado (Gestión de la Calidad, Gestión Ambiental, y Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional), según las normas ISO 9001:2000, ISO 14001:2004, y UNIT 18001:2001.

Los objetivos estratégicos son: alta disponibilidad en el largo plazo, ubicar las indisponibilidades programadas en forma óptima, mantener bajo índice de indisponibilidades forzadas, y minimizar los costos de explotación y las inversiones.

Los programas de mantenimiento fueron establecidos inicialmente sobre la base de la información de los fabricantes de los equipos, de la experiencia propia, y de los requerimientos operativos del sistema.

Se utiliza un sistema informático propio de UTE para la Gestión de Explotación, en el que se incluye un módulo de mantenimiento. La información técnica de los equipos está organizada en forma de árbol. Se asocian a éstos gamas (instrucciones de trabajo) que describen las tareas a realizar, indicando los recursos humanos, materiales, herramientas, y las condiciones de seguridad y salud ocupacional como también las relacionadas con el medio ambiente. (En anexo se presenta un ejemplo de una de estas gamas). Para la ejecución de las mismas, se definen acciones de mantenimiento a ser realizadas en base a tiempo, horas de marcha o a condición. Además de estas tareas programadas se agregan otros tipos como pueden ser las correctivas, los fallos no previstos y las nuevas inversiones. Para el registro de las tareas ejecutadas se utilizan órdenes de trabajo.

Para la optimización de la gestión del mantenimiento se aplica la metodología RCM (Reliability Centred Maintenance). Se forman grupos de trabajo integrados por técnicos de mantenimiento, de operación y especialistas en el tema que se trate, dirigidos por un facilitador. Cada grupo analiza un equipo en su contexto operacional, estudia las funciones que se necesita que cumpla, los modos de fallo, las causas y consecuencias de éstos, las posibles fallas ocultas, y concluye recomendado las acciones adecuadas para evitar lo fallos de función. Acciones que pueden ser preventivas, predictivas, de búsqueda sistemática de fallos ocultos, de rediseño, o aun no hacer mantenimiento si no se justifica.

En 1996 se hizo la evaluación previa del método. Se tomó la decisión de implantarlo, y para ello se contrató un programa de consultoría que incluyó las etapas de evaluación de la situación inicial, capacitación del personal, formación de facilitadores, conducción de tres grupos de trabajo, y auditoria de la implantación.

En 1997 se inició la capacitación de 70 personas y 10 facilitadores.

En 1998 comenzó la aplicación práctica de la metodología. Trabajaron 13 grupos con el objetivo de estudiar aproximadamente 70 equipos.

En el primer año se estudiaron 15, y se esperaba terminar en 3 años.

El avance no resultó como se esperaba, ni tampoco es simple saber cuando se termina el proceso. Sobre este punto volveremos más adelante, pero podemos decir que, en 2006 se dio, finalmente, por implantado el RCM.

Sistema de gestión

En el año 2000 comenzó a implementarse un sistema de gestión de Calidad en base a las normas ISO 9000.-

En 2002, se obtuvo la certificación ISO 9001:2000 para los procesos de Operación y Mantenimiento. En las auditorias de certificación se destacó la importancia del RCM para diseñar las estrategias de mantenimiento.

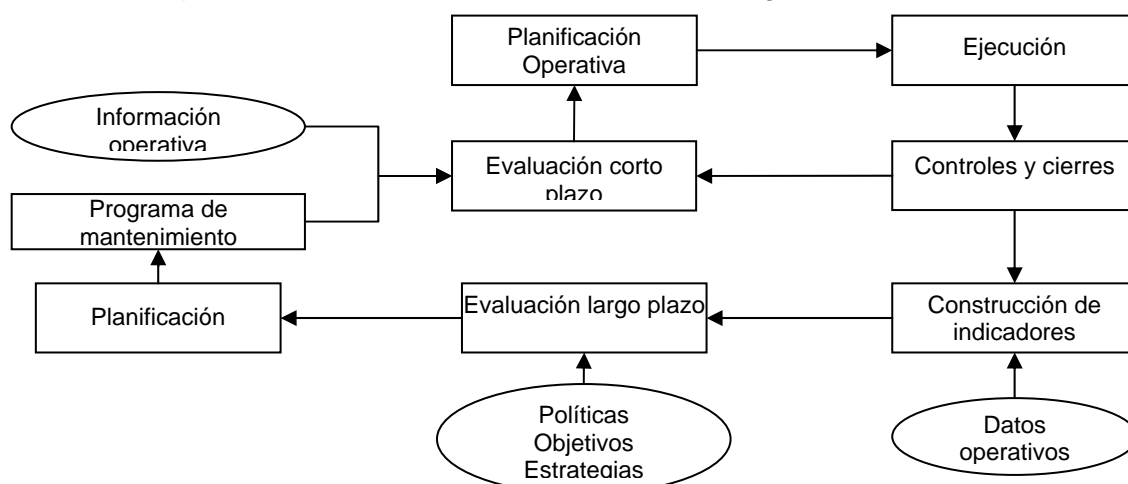
Posteriormente se incluyeron dentro de la certificación de calidad, los procesos de Gestión del Agua, de Seguridad de Presas, y finalmente el de Gestión de Proyectos.

En 2005 se logró la certificación del sistema de gestión ambiental en base a la norma ISO 14001:2004.

Se está trabajando en la implantación de un sistema de gestión de la seguridad y la salud ocupacional en base a la norma UNIT 18001:2001.

El proceso de Mantenimiento

El sistema de gestión de la calidad obliga a definir los procesos de la organización. Para el caso del proceso de mantenimiento se definió de la siguiente forma:



Una vez que el grupo de RCM culmina el estudio se definen las acciones a incluir en el sistema informático de mantenimiento, y se escriben las gamas correspondientes para sustituir a las anteriormente vigentes. En el estudio se especifican también los períodos o las condiciones para ejecutar las acciones, basándose únicamente en el equipo o sistema estudiado. Posteriormente deben ajustarse los períodos y las condiciones, de forma de obtener un conjunto de acciones ejecutables en forma práctica y eficiente. En particular deben coordinarse las que requieren máquinas indisponibles, o la realización de tareas especiales para acceder al lugar de trabajo.

Esta etapa, de implantación de los resultados de los análisis de RCM, resultó especialmente difícil de completar, pues se requiere una importante dedicación tanto del Jefe de Mantenimiento como de los Ingenieros. La etapa se ubica en el diagrama del proceso comprendiendo la evaluación de largo plazo, la planificación, y el programa de mantenimiento.

Cuando el sistema informático emite los avisos para la ejecución de las acciones es necesario cumplir con la planificación de corto plazo, asignando recursos humanos, estableciendo plazos y programas de tareas. Eventualmente pueden requerirse cronogramas.

Luego de la ejecución se deben informar las órdenes de trabajo, y deben ser clasificadas según los tipos de trabajos.

Se hace la evaluación de corto plazo, consistente en verificar que las tareas fueron bien ejecutadas y los equipos cumplen con los estándares de funcionamiento, y el ciclo vuelve a comenzar con la emisión de nuevos avisos.

Paralelamente la información de las órdenes de trabajo se procesa y se obtienen indicadores.

Del estudio de los indicadores y de las fallas ocurridas puede surgir la necesidad de revisar el sistema de mantenimiento.

En particular puede ser necesario revisar o hacer nuevos análisis de RCM.

Este es el ciclo de evaluación de largo plazo.

Las no conformidades

Para mantener el proceso bajo control, uno de los aspectos importantes es evitar las no conformidades.

De acuerdo a la norma ISO 9001 las no conformidades se definen como el incumplimiento de un requisito. O sea, son los hechos que no deberían haber ocurrido.

El RCM aporta luz sobre el concepto, cuando se trata del proceso de mantenimiento: son aquellos fallos de función para los que están implementadas acciones para evitarlos, o que corresponden a modos de fallos que no fueron previstos.

Para la planificación de largo plazo es importante conocer estos fallos funcionales. En los casos en que son relevantes, debe analizarse si hay un problema con el análisis RCM, con el programa de mantenimiento, o con la ejecución de las tareas.

Un aspecto importante a destacar, es que realizamos mantenimiento de funciones, no de equipos. Un caso que generó dificultades en este sentido fue el de las búsquedas de fallos. Los sistemas de protecciones necesitan acciones de control, para verificar que están funcionando bien. Cuando durante una tarea de búsqueda de fallos se detecta un problema, hay que analizar si la función se estaba cumpliendo al nivel de seguridad previsto. Si es así, basta con reparar el equipo fallado. Si no es así, deben hacerse análisis más amplios, determinando claramente cuáles son las causas y probablemente realizando algún rediseño.

Las órdenes de trabajo

Para construir indicadores es necesario organizar la información.

En particular, las órdenes de trabajo se clasifican en: programadas, correctivas, no conformidades y mejoras.

Las primeras son las emitidas por el sistema, de acuerdo al programa.

Las no conformidades son las definidas en el apartado anterior.

Las correctivas son intervenciones no programadas que no son no conformidades. Por ejemplo fallas de equipos en que no se hace preventivo porque no vale la pena, o también correcciones detectadas por una búsqueda de fallos cuando están dentro de lo admisible, etc.

Finalmente las mejoras incluyen nuevas inversiones, rediseños, pequeñas mejoras.

Los indicadores

Los indicadores más importantes son la disponibilidad y la tasa de fallas.

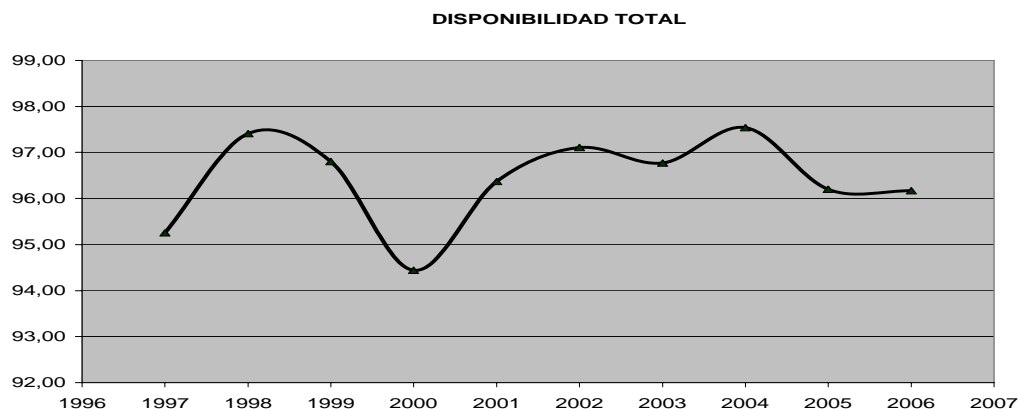
Ambos se obtienen del registro de las incidencias de los grupos generadores. Un grupo puede estar en dos estados posibles: disponible o indisponible para operar.

Estando disponible puede estar en servicio o en reserva. Estando indisponible puede ser en forma programada o forzada. La programación o no se refiere a la licencia concedida por el Despacho de Carga para indisponer el equipo. En nuestro caso debemos obtener esa licencia con una anticipación no menor a 48 horas. Además, para las paradas de varios días o más, se hacen programaciones anuales que se revisan semestralmente. Las licencias se conceden para estos casos con preavisos de algunos días, en función de la situación hidrológica, la demanda y la disponibilidad de otras fuentes de generación.

La disponibilidad, para un período determinado, es el porcentaje del tiempo de ese período que un grupo generador estuvo disponible para ser operado, ya sea en reserva o en servicio. El indicador se acumula, para todos los grupos de una Central o de varias Centrales; sumando las horas disponibles ponderadas por la potencia de cada grupo, y dividiéndolo nuevamente por las horas del período.

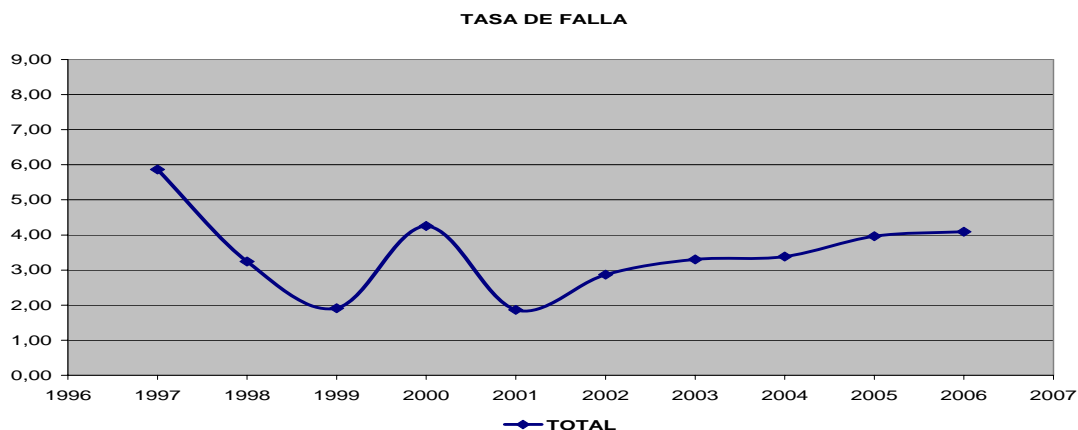
La tasa de fallas, o de desconexiones forzadas para un determinado período, es el número de veces que el equipo, estando en servicio, se desconecta de la red en forma no programada, dividido el período considerado, y multiplicado por el número horas de un año. Puede interpretarse como el número de desconexiones forzadas que hubieran ocurrido si el grupo generador hubiera estado un año en servicio. Se acumula sumando las fallas y las horas de servicio, sin importar la potencia.

Se presenta a continuación la gráfica de la disponibilidad.



Este indicador es sensible a la programación de las paradas largas, y no a los pequeños incidentes. El RCM aporta elementos de juicio para distanciar lo más posible las paradas importantes. En ese sentido ha ayudado a mantener la disponibilidad entre 96 % y 98 %. En el futuro se usará para evaluar nuevas mejoras en la programación de largo plazo.

La tasa de fallas ha sido:



Este indicador es sensible en primer lugar a la tecnología de los equipos. Tiende a ser mayor en las Centrales más automatizadas, en razón de que los automatismos agregan numerosos modos de fallo. En segundo lugar es sensible a la calidad del mantenimiento. En ese sentido se observa una mejora inicial y luego valores que se mantienen entre 3 y 4. Probablemente se observa el resultado de un proceso sostenido de disminución del personal. El RCM ha ayudado a identificar modos de fallos no previstos, así como problemas de formación del personal. En el futuro se usará para continuar analizando las fallas más importantes, y ajustar el programa de mantenimiento.

El tercer indicador en orden de importancia es el de cumplimiento de lo planificado. Antes de comenzar un año se hace una simulación de las condiciones requeridas para las acciones de mantenimiento a condición, que se prevé se cumplan en el correr del año. El sistema simula las acciones que se emitirán en el año, indicando el número de acciones, las horas hombre y los materiales necesarios para cada servicio ejecutor. Los responsables de la Central prevén, en base a datos históricos, las horas hombre necesarias para trabajos correctivos, no conformidades y de mejoras. Asimismo se prevén las actividades genéricas como reuniones de coordinación, formación, etc., y el ausentismo. En base a esas previsiones se estiman los recursos, fundamentalmente los humanos, necesarios para cumplir con el plan anual. Posteriormente, al cabo de cada mes el sistema acumula todas las órdenes de trabajo cerradas. Se puede comparar lo planificado con lo ejecutado y trabajar sobre la diferencia. Las dificultades más importantes surgidas hasta el momento han sido informar correctamente la carga de trabajo necesaria para cada acción programada, así como diferenciar correctamente los trabajos correctivos de las no conformidades.

Ámbito: C. H. Dr. Gabriel Terra

Planificación: Ene/Dic 2006

Concepto: horas Hombre

Grupo	Totales		
	Planif	Ejec	E/P
Programados	23.760	27.960	117,68 %
Correctivos + No Conformidades	15.500	18.115	116,87 %
Mejoras	3.000	3.969	132,30 %
Actividades Genéricas	62.340	57.599	92,39 %
Ausencia	41.500	48.157	116,04 %

La carga relativa de programado y no programado depende fuertemente de la tecnología de los equipos de la Central, y en particular del grado de automatización. Se espera que el RCM ayude a disminuir el peso de las no conformidades, y en futuro se revisarán con esta óptica los análisis correspondientes a los fallos funcionales más importantes. Revisar la definición de funciones que necesariamente deben cumplirse.

Verificar si esas fallas habían sido previstas. Si no fue así, incluirlas. Si fue así verificar la aplicación de las acciones previstas para evitarlas.

Las auditorías

Un aspecto más a destacar son las auditorías realizadas. Por requerimiento del Sistema de Gestión de Calidad se han realizado auditorías del mismo, tanto internas como externas.

También se han hecho auditorías de RCM.

Hemos observado que ambas revisan los aspectos formales de los sistemas respectivos. En particular la auditoría de RCM ha revisado el trabajo de los grupos, el contexto operacional, los modos de falla.

Sería útil una auditoría de mantenimiento en su conjunto, revisando con una visión independiente el grado de cumplimiento de los objetivos. Tal auditoría, en nuestro caso, debería necesariamente ser realizada por personas con importantes conocimientos en RCM, en mantenimiento, y en la realización de auditorías.

BIOGRAFIA

Nacido en Uruguay, el 29 de marzo de 1949. Graduado en 1976 como Ingeniero Mecánico, en la Universidad de la República Oriental del Uruguay.

Ingresó a UTE (Usinas y Trasmisiones Eléctricas), en 1977.

Es actualmente Gerente de Operación de Centrales Hidroeléctricas.


Anteriormente trabajó en las Centrales Hidroeléctricas “Baygorria”, “Dr. Gabriel Terra”, y “Constitución”.

Ha trabajado en:

- Organización y puesta en marcha de la operación y el mantenimiento de la Central Constitución.
- Aspectos correspondientes a Generación Hidráulica en el Proyecto de Mejora de Gestión de Ute, en que se hicieron cambios organizativos, e introducción de sistemas informáticos
- Implantación de RCM
- Implantación de un Sistema de Gestión Integrado, incluyendo las certificaciones ISO 9001-2000, ISO 14001-2004, y próximamente UNIT 18001.

Fue profesor de máquinas hidráulicas en la UDELAR.

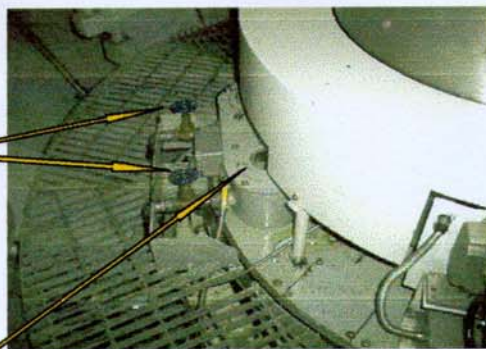
Ha participado en CIER (Comisión de Integración Eléctrica Regional), en la Asociación de Ingenieros del Uruguay, en Copiman (Comité panamericano de mantenimiento) de UPADI, y en Uruman.

	CENTRAL HIDROELÉCTRICA "DR. GABRIEL TERRA"	BON
GAMA: HTMAVGUI - 00		Página 1 de 1
DESCRIPCIÓN: Verificación de la lubricación del cojinete de guía de turbina.		
ASOCIADA A ACCIONES: 26126 – 26127 – 26128 - 26129		

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO:

1. **Condiciones preliminares:**
 - a. **Unidad parada para mantenimiento.**
 - b. **Compuerta de emergencia disparada o tableros de cierre colocados.**
 - c. **Frenos aplicados.**
2. Una vez finalizado el mantenimiento de la Unidad, y antes de entregarla a Operación, se deberá verificar funcionamiento del sistema de lubricación del cojinete de guía de turbina, es decir un **buen caudal de las bombas, y cañerías sin obstrucciones.**

Para esto, ubicar las válvulas de entrada al filtro doble del cojinete.
3. Abrir totalmente una de ellas, y cerrar totalmente la otra.
4. Solicite a operación el accionamiento de la bomba de cojinete guía. Para comprobar el correcto flujo de aceite al cojinete, observar por las mirillas, ubicadas frente a las válvulas, (tipo "ojo de buey").
5. Comprobado un **buen flujo de aceite (a caño lleno)**, repetir la operación permutando el estado de las válvulas (abrir la que estaba cerrada, y cerrar la que estaba abierta).
6. Realizada la comprobación, **se abrirán las 2 válvulas.**
7. También es posible comprobar el funcionamiento o entrada normal de aceite, por la actuación del nivel NW, que indicará en el registrador de eventos la **desaparición del mensaje "U(x) Nivel bajo en la cuba de Cojinete guía de Turbina".**
8. Proceder a llenar la orden de trabajo, con la información correspondiente.



Herramientas a utilizar y Materiales v/o repuestos:

Ninguno

Control de riesgos:

Comprobar fehacientemente que exista el flujo de aceite adecuado.

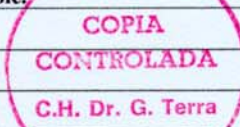
Tener cuidado con los resbalamientos.

Medio Ambiente:

No existen precauciones ambientales.

REFERENCIA RCM2: 5.1.2 Después de cada mantenimiento, comprobar que están abiertas las válvulas de alimentación a filtro doble.

FECHA DE IMPRESIÓN:
27/01/2004

MODIFICADO:		FECHA:
PREPARADO POR: José Noble – Carlos Tafura		FECHA: 25/01/04
APROBADO POR: Ing. Luis Rodriguez		FECHA: 27/01/04