

CENTRO POLITÉCNICO SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

**PROYECTO FIN DE CARRERA
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**IMPLANTACIÓN EN SAP DEL SISTEMA DE
REDUCCIÓN CATALÍTICA SELECTIVA (RCS) EN
LA CENTRAL TÉRMICA DE RATCLIFFE-ON-SOAR
(REINO UNIDO)**



New.Energy - New.Era

**AUTOR: IGNACIO BARRÓN VIELA
DIRECTOR: MIKE SIMPSON
PONENTE: JOSÉ MARÍA MARÍN HERRERO**

Junio de 2012

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar me gustaría transmitir mis agradecimientos a la empresa E.ON por ofrecerme la oportunidad de trabajar en una Central Térmica y poder así completar mi ciclo en la Universidad de Zaragoza. Especialmente a Mike Simpson, líder del equipo de desarrollo de SAP y director de este proyecto, por su dedicación, interés y formación ofrecida durante mi etapa en Nottingham.

Mencionar a John Baxter y Robert Rowley, miembros del equipo SAP, por su ayuda durante todos estos meses, así como los buenos momentos trabajando con ellos. No olvidar a Alun Williams y a Nigel Stewart por el interés mostrado en mi formación y desarrollo en la empresa.

Quiero agradecer a José María Marín su colaboración como ponente en este documento y de modo más amplio a la Universidad de Zaragoza, Universidad Politécnica de Catalunya, Loughborough University y a su personal docente por la formación universitaria recibida en los últimos años.

No puedo olvidarme de mi amiga y hermana Silvia Asheya, por estar conmigo en todos los momentos de mi vida. Además, quiero dar las gracias a mis amigos Stavros Nikolas y Roberto Miranda, soporte fundamental durante estos últimos meses.

También a tí, Ana, por acompañarme en la etapa final de este proyecto.

Finalmente quiero agradecer a toda mi familia por todo su cariño y apoyo incondicional. En especial a mi madre Mercedes y mi hermano Eduardo por su fuerza, amor y cariño. A mi padre José Ignacio, Yadira, José Antonio y Juanchito por sus consejos, ayuda y soporte desde la distancia. Acordarme también de mi tío Julio y abuela Julia. Sin vosotros no hubiera llegado hasta aquí.

Ya por último, enviar estas palabras a quien ha sido mi tío, padre, hermano, amigo y compañero, Carlos, que desde el cielo me acompaña allí donde me encuentre.

IMPLANTACIÓN EN SAP DEL SISTEMA DE REDUCCIÓN CATALÍTICA SELECTIVA (RCS) EN LA CENTRAL TÉRMICA DE RATCLIFFE ON SOAR (REINO UNIDO)

RESUMEN

Este proyecto ha sido llevado a cabo en la Central Térmica de *Ratcliffe-On-Soar*, que se halla en las inmediaciones de Nottinghamshire (Reino Unido) y es propiedad de la multinacional alemana E.ON. A partir del mismo, pretendo crear nuevas ubicaciones técnicas para el sistema de Reducción Catalítica Selectiva (RCS) y asociar las modificaciones a los equipos disponibles en SAP (Sistemas, Aplicaciones y Productos en procesamiento de datos). Tales objetivos han sido incorporados al Plan de Actualización Ambiental (REUP) diseñado por la empresa.

En las páginas que siguen, describo los requisitos para la PRA (estructura de codificación utilizada en la identificación de los sistemas correspondientes a la Central Térmica de *Ratcliffe on Soar*), y detallo las premisas de codificación para una implementación exitosa del sistema RCS. De igual modo, analizo y propongo una nueva estructura de codificación para el nuevo sistema que ha de instalarse y valoro las referencias técnicas ya existentes con el fin de aplicarlas en otra planta en funcionamiento necesitada de reformas sustanciales.

Todo ello servirá de fundamento en el desarrollo de una estrategia de mantenimiento óptimo de la central y para facilitar la operación del sistema RCS. En particular, examino el sistema de ventiladores de tiro inducido y el sistema de inyección y almacenamiento de amoniaco, coadyuvando así a la ampliación de conocimientos técnicos sobre los sistemas eléctricos, de lubricación, refrigeración, tuberías e instrumentación.

El proyecto se basa, por un lado, en el estudio y aplicación de los componentes técnicos pertenecientes a la planta de amoniaco y los ventiladores de tiro inducido en SAP, y, por otro, en la descripción y actividad de la Central Térmica a través de SAP. Además, tratará de identificar la manera de usar SAP al introducir nuevas ubicaciones técnicas, y la situación actual de la empresa en relación con los procesos de mantenimiento y de negocios en SAP.

TABLA DE CONTENIDOS

1 INTRODUCCIÓN	3
2 ANÁLISIS E.ON	7
2.1 Unidades globales de E.ON	7
2.1.1 Generación	7
2.2 Unidades regionales de E.ON	8
2.2.1 Reino Unido	8
2.2.2 Generación de carbón en el Reino Unido.....	9
3 CENTRAL TÉRMICA DE RATCLIFFE-ON-SOAR	11
3.1 Origen y desarrollo	11
3.2 Proyecto de Actualización Ambiental	11
3.3 RCS	12
3.4 Razones para instalar el sistema RCS.....	13
3.5 Componentes del Sistema RCS.....	14
4 SAP EN LA CENTRAL TÉRMICA DE RATCLIFFE ON SOAR	15
4.1 SAP	15
4.2 Principales módulos de SAP	16
4.2.1 Módulo de mantenimiento de planta (PM).....	16
4.3 Gestión de Datos Maestros	18
4.4 Objetos Técnicos.....	18
4.4.1 Ubicación Técnica	19
4.4.2 Equipos.....	20
4.4.3 Estructura organizativa de los objetos técnicos	22
4.4.4 Indicador de estructura de las ubicaciones técnicas	22
4.4.5 Codificación de las Ubicaciones Técnicas en Ratcliffe.....	23
4.5 Procesos de negocios del Módulo de Mantenimiento de SAP en E.ON	27
4.5.1 Proceso de Datos Maestros.....	27

4.5.2 Manejo de la Carga de Datos Maestros	28
4.5.3 Manejo de Ubicaciones Técnicas	29
4.5.4 Documentos necesarios para el proceso de carga para el proyecto RCS SAP	30
4.5.5 Proceso de carga en SAP	30
5 CASO PRÁCTICO I: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE UBICACIONES TÉCNICAS EN SAP PARA EL SISTEMA DE VENTILADORES DE TIRO INDUCIDO.....	33
5.1 Metodología general.....	33
5.2 Ventiladores de Tiro Inducido.....	33
5.3 Cabeceras del Diseño de la Estructura en SAP.....	36
6 CASO PRÁCTICO II: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE UBICACIONES TÉCNICAS EN SAP PARA EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO E INYECCIÓN DE AMONIACO.....	39
6.1 Descripción de la Planta de amoniaco	39
6.2 Diseño de la planta de amoniaco en SAP	40
7 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE RIESGO DE LAS NUEVAS UBICACIONES EN SAP ..	45
7.1 Valoración del estudio de riesgo	45
8 EVALUACIÓN DEL PROYECTO Y ACCIONES FUTURAS.....	47
ANEXO I: VERSIÓN PFC EN INGLÉS	53
ANEXO II: E.ON REUP & RATCLIFFE POWER STATION 2011 ACHIEVEMENTS	101
ANEXO III a: SELECTIVE CATALYTIC REDUCTION (SCR).....	107
ANEXO III b: EXTRACT FROM ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY	109
ANEXO IV: SAP MAIN MODULES BRIEFING	113
ANEXO V: PROCESS FLOW DIAGRAM	115
ANEXO VI: REHEARSAL SIGNOFF	117
ANEXO VII: KKS	119
ANEXO VIII: SCR PRODUCING OF SAP CODES AND DESCRIPTIONS	121
ANEXO IX: OBJECT TYPE ASSIGMENT PRA CODES & TECHNICAL OBJECT TYPES	123
ANEXO X: CLASSIFICATION ATTRIBUTES	127
ANEXO XI: ID FAN COMPONENTS DESCRIPTIONS	133

ANEXO XII: AMMONIA COMMON PLANT DIFFERENT PROCESSES DESCRIPTION ...	139
ANEXO XIII: ID FAN ELECTRICAL DRAWINGS	143
ANEXO XV: AMMONIA PLANT SAP DESIGN	179
ANEXO XVI: COMPLETE SCR SAP STRUCTURE	257
ANEXO XVII: CONSOLIDATED RISK ASSESSMENT MATRIX (CRAM).....	345
ANEXO XVII: EXAMPLE OF A TASK LIST FOR A CRITICAL ITEM	347
ANEXO XVIII: ID FANS & AMMONIA COMMON PLANT P&ID's.....	351
REFERENCIAS DE CONSULTA.....	375
LISTA DE FIGURAS	377
LISTA DE TABLAS	381

MEMORIA

1 INTRODUCCIÓN

Este documento resume el objetivo de la empresa de mejorar los sistemas actuales y crear estrategias de mantenimiento diferentes para las nuevas configuraciones de una planta industrial. A tal efecto, se diseñó en el año 2011 este proyecto por parte del equipo de desarrollo de SAP en la Central Térmica de *Ratcliffe-on-Soar*.

Como parte de la estructura de planificación, el equipo de desarrollo de SAP está formado por cuatro ingenieros de diversas especialidades y es responsable de perfeccionar el proceso de mantenimiento de la Central Térmica en SAP con el fin de garantizar la agregación de valor al negocio. Por lo tanto, el proyecto se ha acomodado a la integración de la nueva tecnología RCS¹ en el sistema jerárquico de ubicaciones técnicas o localizaciones funcionales de SAP.

A tal efecto, se expresaron diferentes opiniones en torno a la adquisición de conocimientos tecnológicos de los ventiladores de tiro inducido y el sistema de inyección y almacenamiento de amoniaco. La asistencia a un curso de formación sobre SAP en el módulo de Mantenimiento de Planta ha sido necesaria para llevar a cabo el proyecto.

El desarrollo y la investigación de cuanto antecede deviene trascendental con vistas a la maximización del valor y de los beneficios de SAP, ofreciendo un mejor rendimiento de la Central Térmica en términos de mantenimiento y control de la nueva instalación de RCS. Téngase en consideración, también, que la nueva estructura de RCS SAP formará una base para otras centrales que podrían adoptar la misma codificación de datos en el futuro.

El trabajo que ahora se presenta en la Universidad de Zaragoza ha dado al autor la posibilidad de trabajar en diversos departamentos de la central y, en consecuencia, encontrar variados entornos profesionales, culturales y sociales. Ha implicado la necesidad de contactar con ingenieros, altos directivos, técnicos y otros empleados de la empresa. Fruto de todo ello está siendo una modesta aportación personal al sistema informatizado de gestión y de mantenimiento de la empresa, que servirá de base para una estrategia de mantenimiento óptimo.

La Figura 1 muestra las diferentes fases del proyecto. La primera fase o etapa se refiere a los conceptos iniciales del mismo, destinada a lograr en un breve periodo de tiempo los conocimientos suficientes para iniciar el análisis de la información, acercarse a la forma en que está operando la central y definir los hitos claves del proyecto RCS. La segunda fase se encomienda al estudio de todos los ventiladores de tiro inducido y de la planta de almacenamiento e inyección de amoniaco a fin de diseñar la estructura jerárquica en SAP. Incluye la preparación de los archivos de datos de carga y la revisión de la composición final de SAP en el modo de prueba. La última fase del proyecto comprende todas las actividades una vez que el sistema RCS ha sido instalado en SAP, y determina los niveles críticos o de riesgo de los equipos instalados al objeto de elaborar estrategias de mantenimiento diferentes para las nuevas ubicaciones técnicas.

En suma, los objetivos principales del proyecto son los siguientes:

¹ Reducción Catalítica Selectiva

- Diseñar e implementar una estructura jerárquica de ubicaciones técnicas en SAP que se corresponda con el sistema RCS en la Central Térmica.
- Adquirir conocimientos especializados en SAP PM² para ingenieros.
- Comprensión del sistema de Reducción Catalítica Selectiva mediante visitas a las distintas secciones de la central.
- Determinación de los niveles críticos de seguridad, medio ambiente y operatividad de algunas de las nuevas ubicaciones técnicas instaladas en SAP.
- Documentación de la estrategia de mantenimiento.
- Entender cómo funciona SAP en la empresa así como los diferentes procesos de negocios relacionados con el software.
- Maximizar el valor y los beneficios de SAP.

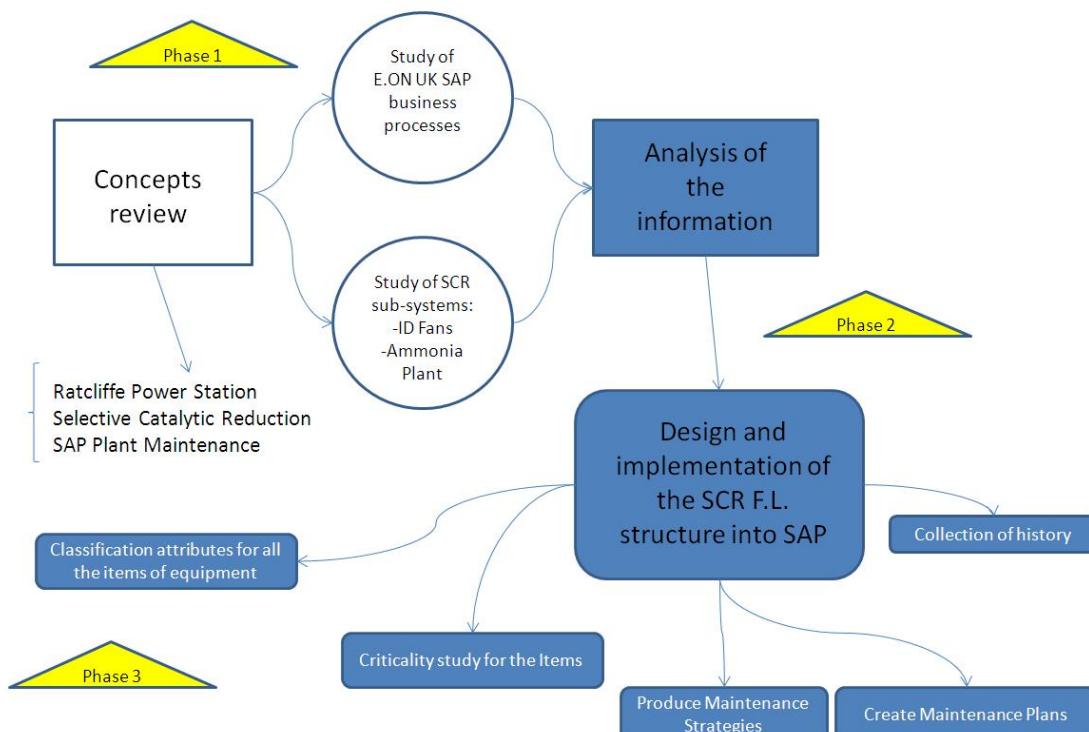


Figura 1 Etapas del Proyecto Final de Carrera

La fase 3 está todavía en desarrollo y cubrirá la producción de rutinas de mantenimiento planificado y listas de tareas, así como la identificación de piezas claves y la recopilación y seguimiento del historial de mantenimiento. Así, el objetivo final será desarrollar una estrategia de mantenimiento óptimo para la nueva planta diseñada.

Una idea acerca de la secuenciación temporal del proyecto para el equipo de desarrollo de SAP y los ingenieros de RCS se refleja en la figura 3. Desde octubre de 2011 hasta enero de 2012, la principal tarea fue la creación de las ubicaciones para los ventiladores de tiro inducido y RCS en la unidad de generación 3 y en las secciones carentes de unidad. La planta de amoníaco se aplazó hasta finales de mayo de 2012 y, desde marzo de 2012, se fijaron fechas para cargar las ubicaciones en NiSoft-Eclipse³, estudiar los niveles de críticos

² Plant Maintenance

³ NiSoft es líder mundial en cuanto al procesamiento de sistemas de seguridad y permisos para realizar trabajos encaminados a proteger más de 300 plantas del sector industrial energético. [22]

de los equipos y crear estrategias de mantenimiento para la planta de SCR.

El informe está estructurado en cuatro secciones. La primera de ellas comprende la historia y los antecedentes de la Central Térmica, así como las razones para instalar la nueva tecnología RCS. La segunda estudia cómo funciona SAP en Ratcliffe y cómo se establecen los procesos de negocio de la empresa al cargar nuevas ubicaciones técnicas en el software de mantenimiento de la Central. Dichos conceptos serán pieza fundamental para el desarrollo de la siguiente sección: diseño de la estructura SAP para los ventiladores de tiro inducido y la planta de amoniaco. A continuación, aludo al modo en que se realiza un estudio del tipo de riesgo de elementos críticos en la Central Térmica, especialmente en las áreas de seguridad, medio ambiente y niveles operacionales para las nuevas ubicaciones técnicas de RCS. El proyecto concluye con una evaluación y análisis de los resultados finales, y con una explicación de las acciones futuras.

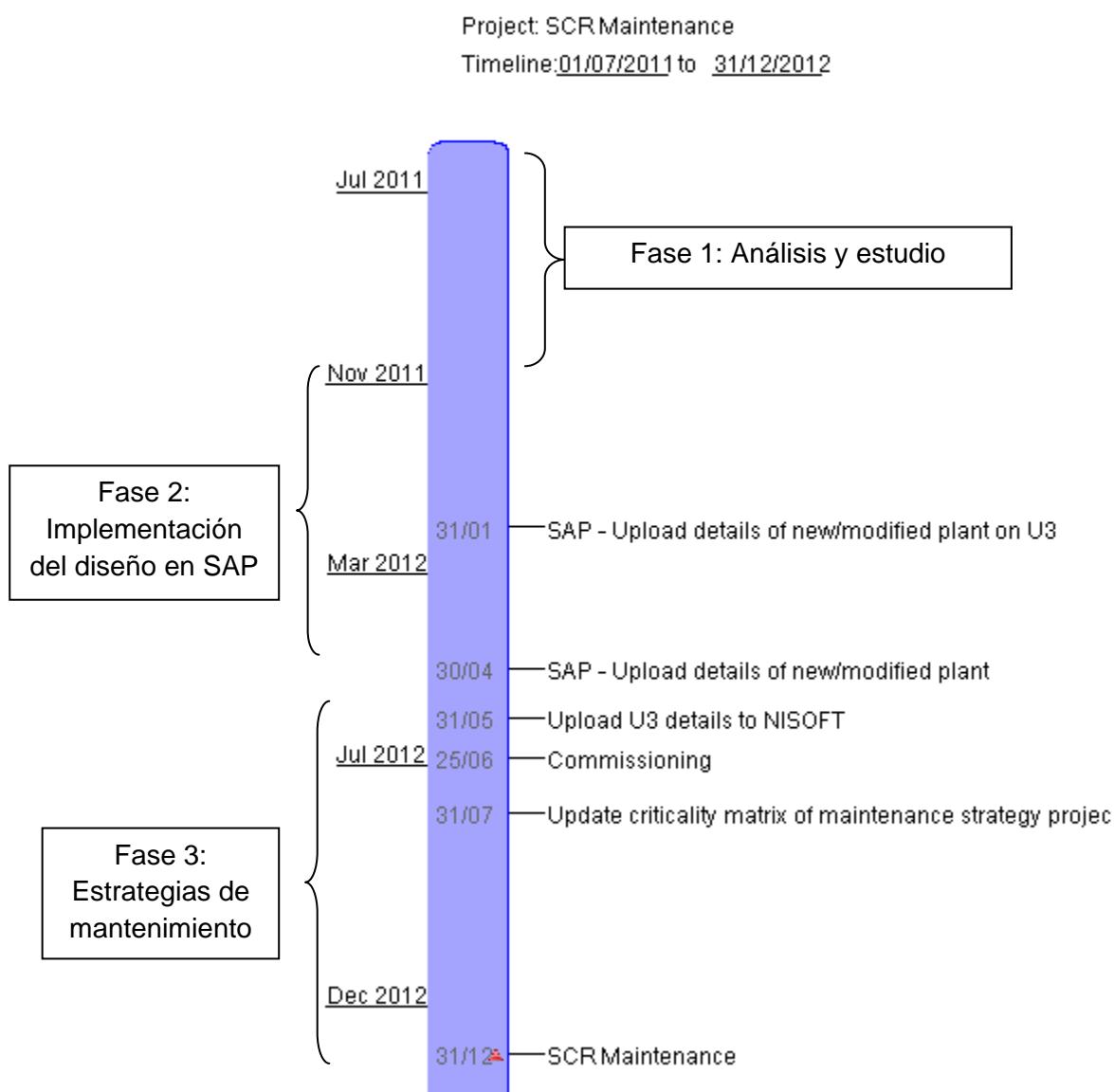


Figura 2 Extracto de la Integración del Proyecto en Microsoft Project

2 ANÁLISIS E.ON

E.ON es reconocida como una de las mayores compañías energéticas de capital privado del mundo. Con casi 93.000 millones de euros en ventas y cerca de 85.000 empleados, E.ON se ha erigido en suministrador global de soluciones energéticas especializadas, cuyo sistema garantiza que las funciones y las responsabilidades estén perfectamente definidas en toda la organización de tal forma que se puedan lograr los objetivos propuestos de la manera más eficaz posible [1].

E.ON se formó en junio de 2000 por la fusión de VEBA y VIAG, dos de los grupos industriales más grandes de Alemania. Tales entidades fueron fundadas en la década de 1920 para servir como sociedades holding de empresas industriales de propiedad estatal. Privatizada en la década de 1960 y 1980, las dos corporaciones se enumeraron en el Dax⁴. Tras la fusión, E.ON ejecutó una estrategia de enfoque de gran alcance y hoy es una de las mayores empresas de energía, propiedad de inversionistas de todo el mundo. La historia de E.ON proporciona una visión general de desarrollo del grupo desde su fundación hasta la actualidad, representando un importante capítulo en la evolución de la industria europea [2].

Las oficinas centrales de E.ON AG se encuentran en Düsseldorf (Alemania) supervisando y coordinando las operaciones de las diferentes secciones del grupo E.ON. Estas operaciones se dividen en unidades globales (por función) y unidades regionales (por país).⁵

2.1 Unidades globales de E.ON

Las unidades globales reúnen todos los negocios, operantes en los mercados convergentes europeos y tienden a seguir las tendencias globales. Estos negocios, algunos de los cuales están cada vez más activos en regiones fuera de Europa, se gestionan a través de las oficinas centrales en Alemania. El objetivo de esta metodología funcional es agrupar la experiencia y sacar partido de las sinergias. Las cinco unidades globales de E.ON son Generación, Energías Renovables, Nueva Creación y Tecnología, Gas Global y Comercialización.

2.1.1 Generación

La Unidad E.ON de generación mundial supervisa y coordina las operaciones de la cartera de producción en Europa. Agrupa a las plantas de energía en cuatro flotas por tipo de combustible y gestiona estas flotas a través de las fronteras nacionales. Esta configuración funcional mejora significativamente la capacidad para compartir las mejores prácticas, aumentar la eficiencia y reducir costos. El parque de generación es uno de los mayores de Europa, teniendo posiciones principales de activos en Alemania, el Reino Unido, Suecia, Italia, España, Francia y los países del Benelux. Además E.ON posee uno de los combustibles más amplios y equilibrados disponibles hoy en día en la industria energética.

⁴ El índice **DAX** o **Xetra DAX** (*Deutscher Aktienindex*) es el índice bursátil de referencia de la Frankfurter Wertpapierbörse (Bolsa de Fráncfort). Se le conoce también como Dax 30. Es el índice más conocido de la Bolsa alemana [7].



Figura 3 División del Grupo E.ON [2]

2.2 Unidades regionales de E.ON

En Europa, doce unidades regionales son las que gestionan las operaciones de ventas de E.ON, las redes energéticas regionales y los negocios de generación distribuidos en sus respectivos países. Colaboran estrechamente con las unidades globales que operan en su región correspondiente, a las que proporcionan una amplia gama de funciones importantes, como gestión de RRHH y contabilidad. Además, comparten con todas las unidades su profunda experiencia sobre su mercado, su política y entorno regulatorio. Son responsables, por ejemplo, de desarrollar nuevos proyectos de construcción de centrales eléctricas desde su primera etapa de planificación hasta la decisión de inversión. También gestionan las relaciones con todos los accionistas locales y nacionales, incluyendo políticos, agencias gubernamentales, asociaciones comerciales y medios de comunicación. Las doce unidades regionales se encuentran en Alemania, Reino Unido, Suecia, Italia, España, Francia, Holanda, Chequia, Eslovaquia, Hungría, Rumanía y Bulgaria.

2.2.1 Reino Unido

La unidad regional del Reino Unido es un distribuidor líder de gas y energía eléctrica en Gran Bretaña. E.ON Reino Unido posee una amplia gama de generación incluyendo biomasa, gas, carbón, petróleo y plantas de energía renovable, con 11,3 GW de capacidad total. También es el líder del mercado en el Reino Unido en cogeneración (CHP⁶), con 1,7 GW de capacidad térmica y electricidad.

E.ON Reino Unido vende suministros de energía y gas a más de 8 millones de viviendas, pequeñas y medianas empresas (PYME) y clientes industriales en todo el país. También se están desarrollando 160 millones de metros cúbicos de capacidad de almacenamiento subterráneo de gas, que estarán disponibles a finales de 2012.

Un área de enfoque clave es actualizar y reducir el impacto medioambiental de las centrales de generación en Reino Unido. Por ello proyectos como una nueva generación de centrales térmicas de gas, parques eólicos de viento tanto en el mar como en tierra y proyectos de conversión de biomasa además de instalaciones fotovoltaicas lideran la estrategia del grupo en la actualidad.

⁶ CHP: *Combined Heat and Power*

E.ON Reino Unido en Números	
Capacidad Instalada	11.3 GW
Ventas de Electricidad y Gas	112.2 TWh
Clientes (Electricidad y Gas)	8.2 millones
Empleados	12,264

Tabla 1 Estadísticas E.ON Reino Unido 2011 [2]

2.2.2 Generación de carbón en el Reino Unido

En el Reino Unido E.ON posee tres Centrales Térmicas de Carbón

- *Ratcliffe-on-Soar*
- *Ironbridge*
- *Kingsnorth*

E.ON Reino Unido mantiene la idea de que el carbón es un combustible estratégico importante y es esencial para garantizar que tengamos potencia asequible disponible. Además E.ON es sensible a las preocupaciones ambientales relacionadas con el carbón intentando minimizar las emisiones al máximo posible mediante:

- Precipitadores Electroestáticos. Las centrales de Carbón de E.ON Reino Unido están provistas de Precipitadores Electroestáticos que quitan polvo y arena de los humos con una eficiencia de alrededor del 93%.
- Reducción de SO_x y NO_x. Quemadores de bajo NO_x se han equipado también reducir cualquier óxido de las emisiones de nitrógeno que pueden asociarse con lluvia ácida. En todos los sitios se minimizan las emisiones de dióxido de azufre mediante el uso de carbón con un contenido de azufre bajo.
- Biomasa. *Ratcliffe-on-Soar*, *Ironbridge* y *Kingsnorth* son centrales que participan en la biomasa con proyectos de co-combustión.

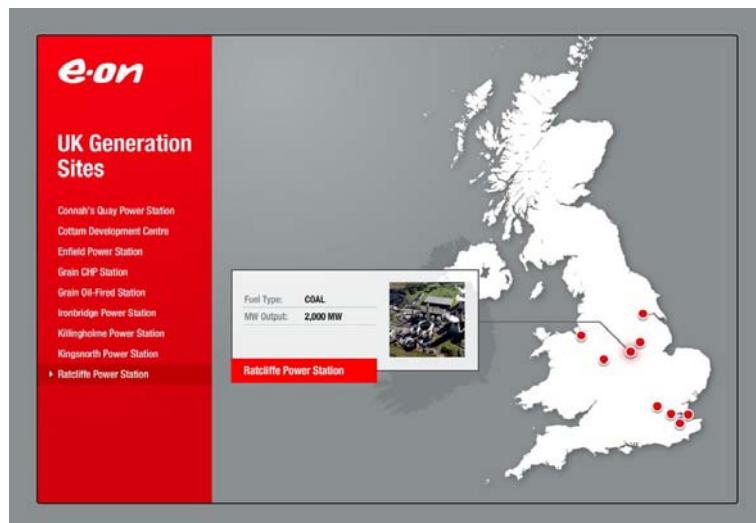


Figura 4 Centrales de Generación de E.ON Reino Unido [4]

3 CENTRAL TÉRMICA DE RATCLIFFE-ON-SOAR

3.1 Origen y desarrollo

La planta de *Ratcliffe-on-Soar* es una Central Térmica a base de carbón bituminoso, erigida en Nottinghamshire (Inglaterra) entre 1963 y 1967 por la CEGB (*Central Electricity Generating Board*). Consta de 4 unidades capaces de generar cada una de ellas 500MW, e, inicialmente, fue diseñada para un periodo de veinticinco años de funcionamiento. Se trata de la única Central de carbón, perteneciente a E.ON Reino Unido, equipada con un sistema de desulfuración de gases de combustión (FGD⁷). Como consecuencia de haberse acogido a la primera fase de implementación de la LCPD⁸ [3] (*European Community Large Combustion Plant Directive*) ha evitado su clausura antes del año 2015.

A pesar de haber sobrepasado con creces el periodo de funcionamiento previsto en sus inicios, Ratcliffe no recibió inversión alguna significativa durante sus primeros cuarenta años de actividad, sólo interrumpida circunstancialmente bajo el criterio de mitigación de ciertos riesgos. En 2007, muchos componentes principales de la Central fueron identificados como obsoletos y si no se hubiera prestado atención, en el año 2008, a las áreas más críticas y problemáticas, las unidades generadoras hubieran tenido que hacer frente a una paralización de las mismas durante el periodo de 2011 a 2014.

3.2 Proyecto de Actualización Ambiental

El Proyecto de Actualización Ambiental (REUP)⁹ se inició, en junio de 2006, como resultado de una decisión estratégica de E.ON para mantener en actividad la Central Térmica de *Ratcliffe-on-Soar*, en consonancia con la legislación relativa a este sector aprobada por la Unión Europea (LCPD). Tal proyecto existe para apoyar y facilitar el funcionamiento continuo de la estación, sin restricciones, hasta el año 2030, y se centra en dos ámbitos principales de intervención:

- a) Labores derivadas de la ampliación legal del periodo de actividad de la planta mediante la sustitución de los componentes caducos haciéndola económicamente viable. Las partes de mayor presión de trabajo de la caldera, los sistemas eléctricos, el turbo-alternador, la construcción y las estructuras de manejo de materiales de la planta constituyen las principales áreas de inversión.
- b) Instalación de la tecnología de Reducción Catalítica Selectiva (RCS) en las cuatro unidades generadoras, en virtud de las exigencias de la fase II de la LCPD a partir de 2015. El objetivo de E.ON ha de consistir en la aplicación de la tecnología más avanzada (*Best Available Technology*) y de las normas conducentes a la reducción de las emisiones de NO_x en el Reino Unido.

El proyecto está siendo gestionado por el equipo de Ratcliffe con apoyo técnico de E.ON Nueva Creación y Tecnología. La actualización ambiental de la central constituye un proyecto complejo de ingeniería que representa una inversión por un total de £ 900 M [4]. Este esfuerzo económico es considerado plenamente coherente con la estrategia

⁷ FGD: *Flue Gas Desulphurization*

⁸ Véase Anexo I, Capítulo 2

⁹ Véase Anexo II

corporativa de E.ON, garantizando la seguridad del suministro durante el período calificado de transición hacia una economía baja en carbono, particularmente en los años críticos previstos hasta el 2025.

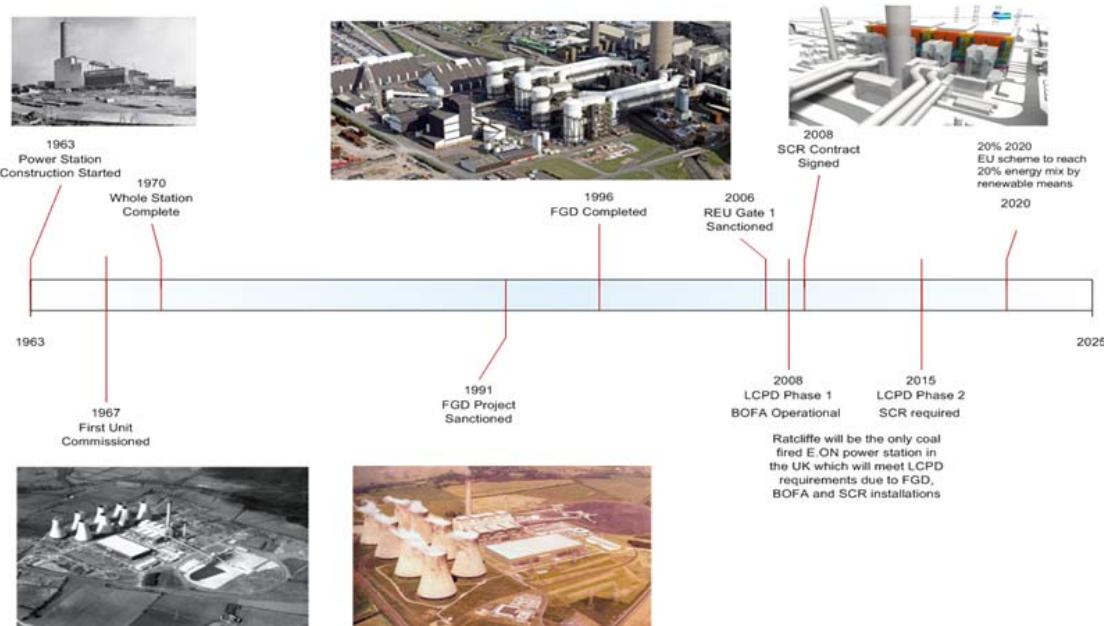


Figura 5 Evolución de la Central Térmica de Ratcliffe [4]

3.3 RCS¹⁰

Los sistemas de Reducción Catalítica Selectiva (SCR¹¹ o RCS) disminuyen los NO_x contenidos en los humos, por vía catalítica, dando lugar a N₂ y H₂O, mediante la utilización de amoniaco como agente reductor. Esta tecnología constituye el método más eficiente para reducir las inyecciones NO_x cuando se requieren altas eficiencias entre el 70 y el 90%¹²

El amoniaco se diluye con aire comprimido para ayudar a la inyección y se mezcla con el gas de combustión. Ambos componentes entran en una cámara reactora que contiene al catalizador. A medida que el gas de combustión caliente y el amoniaco se difunden a través del catalizador y se ponen en contacto con los sitios catalizadores activados, el NO_x en el gas de combustión se reduce químicamente. El calor del gas de combustión proporciona la energía para la reacción. El nitrógeno, el vapor de agua, y cualquier otro constituyente a continuación fluyen fuera del reactor RCS.

¹⁰ Véase Anexo III a y III b para más información.

¹¹ SCR, término anglosajón de *Selective Catalytic Reduction*

¹² En Ratcliffe está previsto un 85% de reducción.

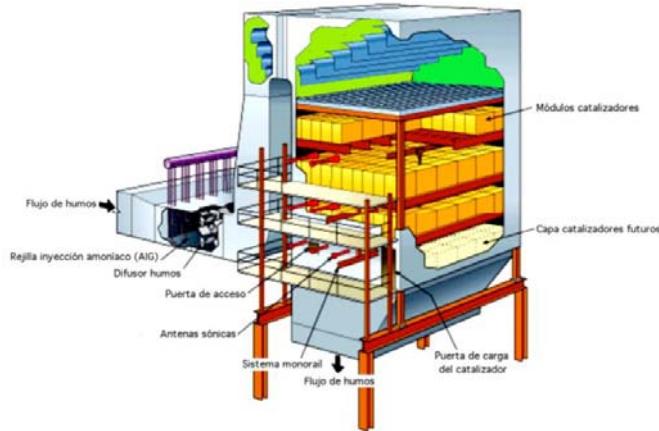


Figura 6 Ejemplo de la Tecnología RCS en una central de generación [14]

3.4 Razones para instalar el sistema RCS

Los Óxidos de Nitrógeno (NO_x) se forman durante cualquier proceso de combustión que utiliza aire. En la Central Térmica de Ratcliffe se emplean diversas estrategias para limitar la formación de NO_x , en especial mediante la utilización de quemadores de bajo NO_x y chorro de aire sobre el fuego (BOFA¹³). Esta tecnología reduce el aire disponible para la combustión de combustible inicial y así suministra el equilibrio de aire necesario para asegurar la combustión completa del combustible a una temperatura más baja.

Así, desde 2008 la tecnología BOFA redujo de 650 mg/m^3 a 500 mg/m^3 para cumplir con los requisitos LCPD mencionados anteriormente en este documento. La disminución extra de NO_x es proporcionada por recirculación de gases de combustión [4].

El nuevo sistema de Reducción Catalítica Selectiva instalado en Ratcliffe pretende reducir las emisiones de NO_x por debajo de los límites establecidos por la normativa Europea en estado estacionario de plena carga. Así, las razones principales para instalar RCS son las siguientes:

- A partir del 1 de enero de 2016, los valores límite de emisión de NO_x (ELV¹⁴ de Ratcliffe) se espera que alcancen del orden de 200 mg/m^3 [4].
- Dicha tecnología facilitará a la central una mayor flexibilidad de mercado y control.
- Mediante la tecnología RCS la central generará energía a niveles más asequibles, en lugar de incrementar costes asociados a estrategias de bajo carbón.
- La adopción de RCS hará de Ratcliffe la Central Térmica de Carbón más moderna y limpia del Reino Unido, aminorando el efecto desfavorable del cierre de otras centrales, que, obligadas al cierre comprometerán el suministro energético en el país.

¹³ BOFA: *Booster Over Fire Air*

¹⁴ ELV: *Emission Limit Values*

3.5 Componentes del Sistema RCS

La estructura de RCS está formada por los siguientes instrumentos dentro de las distintas unidades y subsistemas que más adelante se especifican [5]:

- **Recepción y almacenamiento de amoníaco, común a todas las Unidades^{*15}.**
- **Sistema de bombeo y vaporización de amoníaco*.**
- **Unidad de distribución de amoníaco*.**
- Inyección de la mezcla amoniaco/aire en los puntos adecuados.
- Mezcla y calefacción de aire.
- Dos filtros de cenizas/partículas de mayor tamaño.
- Dos rejillas de inyección de amoníaco (AIG¹⁶), uno por cada reactor de RCS.
- Dos reactores RCS con dos niveles de catalizadores por cada uno (4 capas).
- Dos economizadores (primario y secundario).
- Sistema de transporte de cenizas.
- Sistema de limpieza de los catalizadores - dieciséis bocinas sónicas por reactor.
- Reguladores de caudal (deflector modulador) de entrada y salida del reactor
- Conducto y regulador bypass del reactor
- Controles e instrumentación del sistema RCS.
- Conductos, juntas de expansión y reguladores neumáticos de salida de gas conectando desde los sobrecalentadores y recalentadores hasta los reactores y conductos RCS.
- **Dos ventiladores de tiro inducido de tipo centrífugo*.**
- **Dos sistemas de refrigeración para los variadores de velocidad de los ventiladores*.**
- **Suministros y equipos eléctricos para los ventiladores*.**

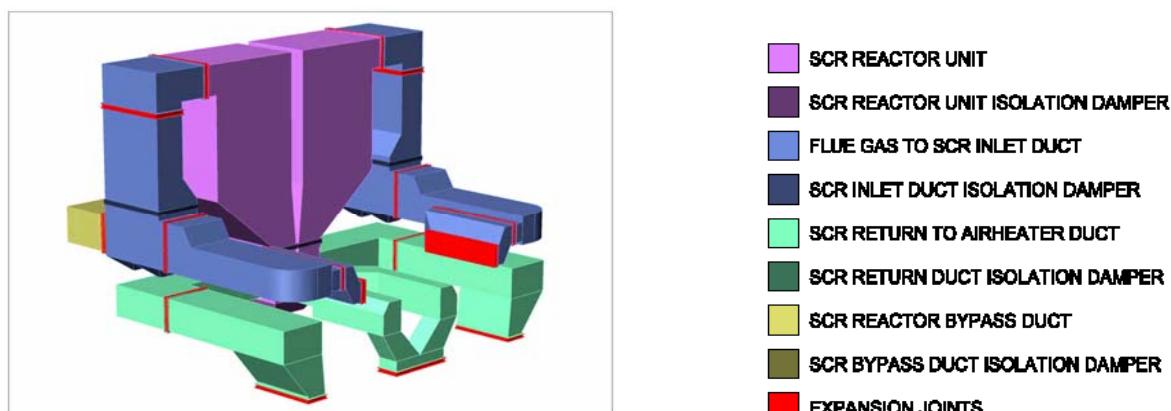


Figura 7 Diseño 3D para el Nuevo sistema de Reducción Catalítica Selectiva en la Central Térmica de *Ratcliffe-on-Soar*

¹⁵ Los elementos señalados con * serán estudiados en este proyecto.

¹⁶ AIG: *Ammonia Injection Grid*

4 SAP EN LA CENTRAL TÉRMICA DE RATCLIFFE ON SOAR

4.1 SAP

SAP¹⁷ es un software integrado utilizado en todo el mundo por muy diferentes compañías de sectores industriales igualmente diversos. La aplicación está basada en diferentes módulos y soporta las funciones esenciales de los distintos procesos empresariales, adaptándolas a las necesidades específicas de la industria. Fundada en 1972, SAP, que significa "Sistemas, aplicaciones y productos en procesamiento de datos", tiene una rica historia de innovación y crecimiento que la sitúan a la cabeza del sector en el mundo. Hoy, los servicios y aplicaciones de SAP permiten a los más de 109.000 clientes, en 120 países, operar de manera rentable, adaptarse continuamente y crecer de forma sostenible [6]. SAP es un software indispensable en la contabilidad, logística y sistema de gestión de activos en las centrales de generación de E.ON Reino Unido (módulos de mantenimiento de la planta y finanzas).

Desde un punto de vista funcional y de su arquitectura técnica, SAP puede definirse como un software abierto, basado en la tecnología cliente/servidor, diseñado para manejar las necesidades de información de una empresa. SAP, como conjunto de sistemas completamente integrado, soporta la gama completa de aplicaciones de gestión en su arquitectura cliente/servidor multinivel. Además proporciona la posibilidad de integración de sus aplicaciones con aplicaciones de PC, la portabilidad proporcionada por los sistemas abiertos, actualizados en tiempo real y la flexibilidad de una interfaz gráfica de usuario basada en el estándar Windows.

La fuerza y la ventaja de SAP es que todas sus aplicaciones son robustas e integradas. El flujo de datos de SAP funciona de un modo integrado, lo que significa que los datos sólo deben ser introducidos una única vez, encargándose el sistema de lanzar o actualizar otros datos o funciones relacionadas lógicamente. Las aplicaciones o módulos funcionales de SAP se dividen en tres grandes áreas: financiera, logística y de recursos humanos. Dentro de la logística encontramos el módulo de mantenimiento de planta, PM, utilizado en la realización de este proyecto.

SAP se ha usado desde 2009 en la Central de Ratcliffe donde se han instalado varias actualizaciones como SAP GLOBE y actualmente se está adaptando a la nueva estrategia empresarial E.ON 2.0. Además hay un equipo central, equipo de optimización de SAP, que es responsable de obtener el mejor valor para optimizar los procesos SAP en cada lugar de generación de E.ON en Reino Unido.

La figura 7 muestra la idea de mejora SAP propuesta por E.ON y diferentes pasos para lograr la mejor práctica del sistema.

¹⁷ SAP: *Systems, Applications and Products in Data Processing*

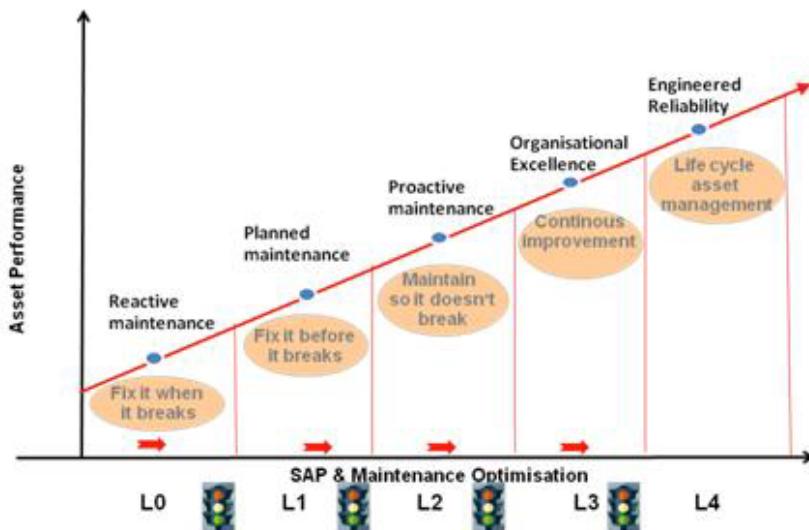


Figura 8 Modelo de mejora del Mantenimiento de Planta (SAP) de E.ON Reino Unido [29]

4.2 Principales módulos de SAP

SAP R/3 se estructura en distintos módulos funcionales, cubriendo las funciones típicas para diferentes organizaciones. Los módulos más utilizados son el financiero (FICO), recursos humanos (HR), gestión de materiales (MM), Distribución y ventas (SD) y producción-planificación (PP) [7]. El proyecto se ha basado en el módulo de mantenimiento de planta (PM), que es el principal módulo funcional en Ratcliffe. Cada módulo maneja tareas específicas del negocio por cuenta propia, pero vinculado a los demás cuando proceda¹⁸.

4.2.1 Módulo de mantenimiento de planta (PM)

El módulo PM (*Plant Maintenance*) se usa para la gestión de Mantenimiento de una organización y se relaciona con el resto de módulos de SAP. En la figura 9 podemos ver cómo es esta relación. A continuación se describen los submódulos¹⁹ que lo componen y las principales funciones de estos [8]:

Gestión de objetos técnicos

En él se definen los elementos básicos de todo el módulo. Los equipos o la ubicaciones técnicas, los puestos de trabajo, las hojas de ruta y listas de materiales. También se definen las estructuras básicas de la organización, plantas, ubicaciones, emplazamientos, grupos de planificación, etc.

Mantenimiento Planificado

Nos permite gestionar el mantenimiento preventivo, creando para ello planes de

¹⁸ Véase Anexo IV

¹⁹ A través de diferentes transacciones introducidas en el módulo de SAP PM

mantenimiento asociados a hojas de rutas, los cuales automatizaremos para que generen, según la frecuencia establecida, las órdenes de trabajo correspondientes. Aquí podremos anexar documentos, como por ejemplo, gamas de mantenimiento o documentos de prevención de riesgos laborales particulares para cada mantenimiento.

Gestión del mantenimiento

En este apartado podemos gestionar todo el mantenimiento. Si bien, en el módulo anterior gestionábamos el preventivo, aquí se gestiona cualquier otro tipo de mantenimiento general. Para ello, se crea su correspondiente aviso, indicando el motivo del mismo, así como toda la información que nos solicita respecto al objeto técnico. Desde este aviso se creará la correspondiente orden de trabajo. También podremos crear directamente órdenes de trabajo que generarán el correspondiente aviso cuando la orden se cierre. Tras ejecutar los trabajos habrá que notificar y cerrar técnicamente la orden en la aplicación. Todas las órdenes, avisos y notificaciones se podrán consultar en cualquier momento.

Sistemas de información

A través de este submódulo podemos generar cualquier informe que necesitemos. Podemos realizar una búsqueda de información por cualquier campo que se nos ocurra. Y la pantalla de visualización se podrá parametrizar a nuestras necesidades, pudiendo guardar la configuración para futuras consultas. Todos estos informes son exportables a formatos Word y Excel.

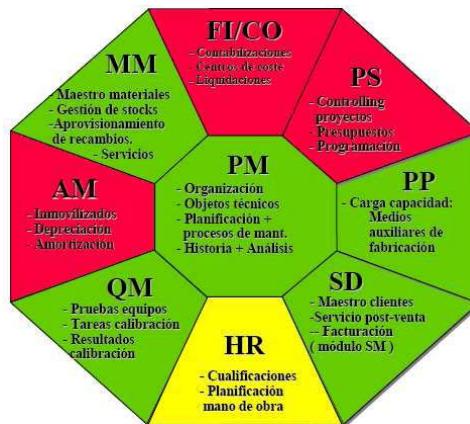


Figura 9 Relación de módulos en SAP [8]

En resumen el módulo SAP de mantenimiento de planta es:

- Un registro activo del historial de mantenimiento de un sitio específico.
- Una herramienta de administración de trabajo, que implica mantenimiento y planificación, y programación de actividades de mantenimiento previstas. Como notificaciones para identificar órdenes de trabajo con el fin de realizar un seguimiento de los costos y del progreso de los trabajos de mantenimiento correctivo.

El uso de SAP PM está regulado por las oficinas centrales de E.ON en Alemania. La misma versión de software principal de SAP está en uso por todo Reino Unido y el módulo PM solo difiere en su configuración local, en su contenido detallado y uso (como por ejemplo los

datos maestros) siendo un área de SAP que requiere atención. Además, SAP es un software para mantenimiento pero asociada o integrada a una amplia gama de herramientas de otros programas (por ejemplo sistemas de documento de gestiones) con la finalidad ver cómo se relacionan actualmente o se podrían relacionar los actuales procesos de mantenimiento. Así, las principales áreas de mejora de SAP en este momento son [9]:

- *KPI's*²⁰. Estos indicadores de rendimiento se están desarrollando actualmente a través de SAP PM en E.ON Reino Unido. Dichos indicadores muestran el rendimiento de cada central de generación en relación a SAP. Actualmente se está mejorando la manera de recopilar los datos para producir cifras significativas.
- *Planificación de la interrupción de las unidades de generación*²¹. Está visto como un área de mejora planificar de manera más efectiva los cortes de producción y su relación con SAP, siempre dependiendo de factores comerciales (por ejemplo baja demanda eléctrica).
- *Listas de materiales*. El seguimiento y optimización en SAP de materiales críticos de aprovisionamiento en las unidades de generación se ha identificado como un área débil.
- *Rutinas de mantenimiento*. La gestión diaria de órdenes de trabajo para rutinas de mantenimiento planificado está señalada como un área a mejorar.

4.3 Gestión de Datos Maestros

Se define como Gestión de Datos Maestros al procedimiento operativo que se debe seguir para la gestión y administración de los datos de mantenimiento en el sistema. Tanto de los objetos técnicos a mantener como de todos aquellos que dan soporte a la funcionalidad del sistema [10]. Los datos maestros definen la configuración física de los centros de trabajo. La creación de nuevos datos, así como el mantenimiento y administración de los mismos será función de los responsables de mantenimiento.

Cuando surge la necesidad de utilización de Datos Maestros en el sistema y una vez comprobado que no existen, los procesos de mantenimiento pueden resumirse en las siguientes actuaciones:

- Creación del dato maestro en el sistema.
- Actualización del dato maestro cuando se trate de una modificación.
- Marcado para borrado²², cuando el dato se ha creado por error, no se utiliza o se ha quedado obsoleto.

4.4 Objetos Técnicos

Son objetos técnicos en SAP PM los siguientes:

- Ubicación técnica o Localización Funcional
- Equipos

²⁰ KPI: Key Performance Indicator

²¹ Outage Planning

²² Terminología utilizada en SAP para desvincular el Dato Maestro de la estructura jerárquica

- Listas de Materiales o BoMs²³

4.4.1 Ubicación Técnica

“La ubicación técnica es una unidad organizativa dentro de logística que estructura los objetos de mantenimiento de una empresa de acuerdo con criterios funcionales, relativos al proceso o espaciales. Una ubicación técnica representa el lugar en el que se debe efectuar una medida de mantenimiento [10]”

Así, una ubicación técnica representa el lugar en el que se realiza una tarea de mantenimiento y un área del sistema en el que un objeto técnico (por ejemplo una válvula, motor, edificio, etc) puede ser instalado. Los objetos que pueden ser instalados en lugares funcionales son llamados piezas de equipamiento en el sistema R/3 [11].

La estructura de ubicación técnica sigue lógicamente la jerarquía de la planta y la ubicación técnica de nivel más alto representa una planta. Las ubicaciones técnicas pueden ser estructuradas conforme a los siguientes criterios:

- Criterios funcionales. Ejemplo: "estación de bombeo", "unidad".
- Criterios técnicos. Ejemplo: "polimerización", "condensación".
- Criterios espaciales. Ejemplo: "hall", "ubicación".

Por lo tanto, el objetivo de crear una ubicación técnica es el de configurar un estructura en SAP que sea relevante para un buen rendimiento de la organización, en este caso de la Central Térmica, a través de una buena estrategia de mantenimiento. Además, es necesario tener en cuenta que todo trabajo realizado debe tener el menor nivel posible de la estructura de ubicación técnica asignada.

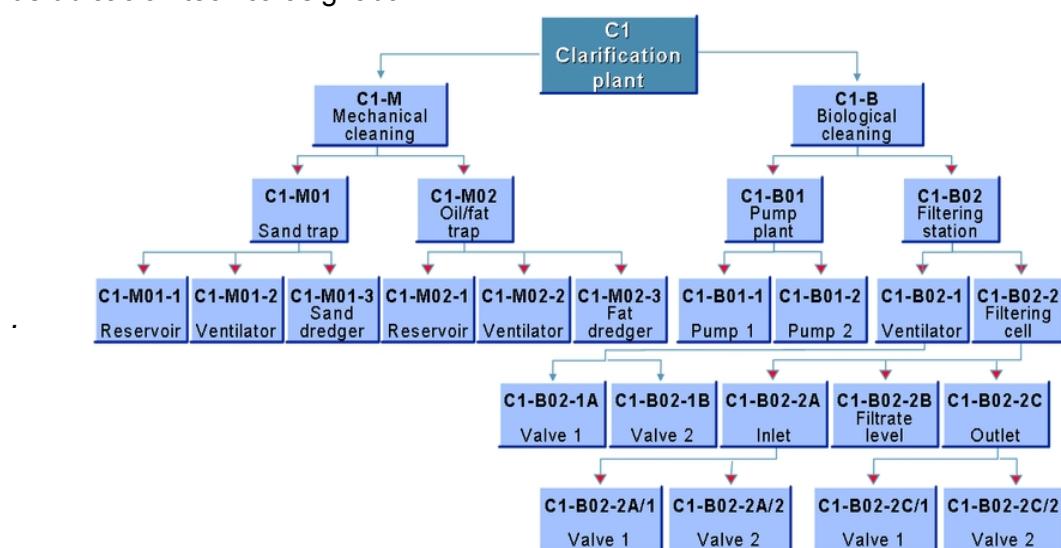


Figura 10 Ejemplo de Estructura de Ubicaciones Técnicas en SAP

En suma, una empresa como E.ON debe utilizar ubicaciones funcionales para estructurar sus sistemas, porque:

²³ Bill of Materials

- Representa las estructuras de los sistemas técnicos de la empresa de acuerdo a criterios funcionales.
- Las tareas de mantenimiento deben realizarse en las ubicaciones técnicas de la estructura del sistema en SAP y este trabajo debe ser registrado en el sistema.
- Los datos técnicos para ciertas partes del sistema técnico tienen que ser almacenados y evaluados durante un largo período de tiempo.
- Los costos de las tareas de mantenimiento deben ser supervisados para ciertas partes del sistema técnico.
- Analiza qué efectos tienen las condiciones de uso de la probabilidad de daños en el equipo instalado.

Las ubicaciones técnicas poseen las siguientes características [10]:

- La estructura jerárquica de la ubicación técnica le permite actualizar de forma centralizada los datos situados en niveles superiores para todos los niveles inferiores (transferencia jerárquica de datos).
- También se puede trabajar con ubicaciones técnicas de referencia dentro de este componente. La ubicación de referencia proporciona las ubicaciones correspondientes situadas horizontalmente junto a los datos específicos de tipo (transferencia horizontal de datos).
- Se puede visualizar los objetos de toda la instalación utilizando varias vistas de estructuras.
- Se puede crear ubicaciones técnicas y ubicaciones de referencia mucho más rápidamente utilizando la gestión de Datos Maestros²⁴ que creándolas individualmente.
- Se puede asignar varias identificaciones a cada ubicación técnica. Definirá la identificación con la que trabaja más como la identificación primaria y el resto como identificaciones alternativas. Utilizará esta función si se requieren diferentes vistas de estructuras de ubicaciones técnicas.

4.4.2 Equipos

Un equipo es un objeto individual que se debe mantener de forma independiente. Por otro lado, un equipo es un elemento físico de la planta que se crea cuando se necesita realizar un seguimiento de una pieza específica de maquinaria. Los equipos en SAP tienen las siguientes características:

- Un equipo puede existir de forma independiente, puede ser montado en una ubicación técnica o puede formar parte de una jerarquía de equipos – subequipo.
- Se puede activar un log de acciones que almacene los cambios ocurridos en el registro de datos maestros del equipo.
- Integración con activos fijos: se puede crear un activo fijo a la vez que se da de alta un equipo, y viceversa.
- Sistema de clases. Jerarquía y herencia de características.
- Números de serie.

Un equipo se crea por las siguientes razones:

²⁴ Véase Sección 4.5 Procesos de negocios del Módulo de Mantenimiento de SAP en E.ON

- Para una mejor gestión de datos individuales.
- Llevar a cabo un registro de tareas de mantenimiento (al igual que en las ubicaciones técnicas).
- Registro de los costes asociados a medidas de mantenimiento para los objetos técnicos.
- Evaluación de datos técnicos.
- Registro de tiempos de uso.

Asimismo los equipos y ubicaciones técnicas se pueden desglosar en Listas de Materiales asociadas a dichos objetos técnicos.

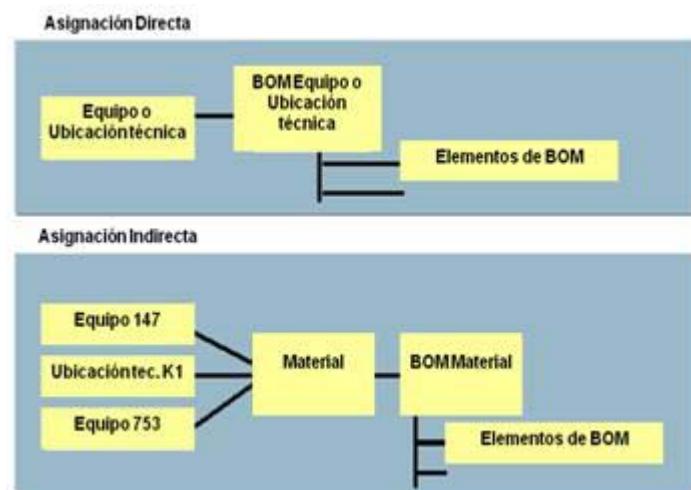


Figura 11 Listas de materiales en SAP [10]

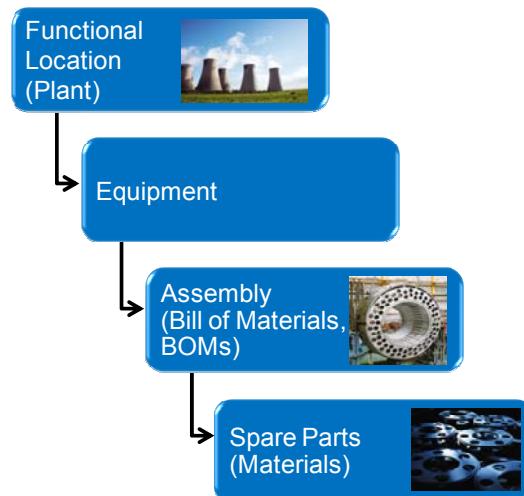


Figura 12 Objetos Técnicos en SAP PM [4]

4.4.3 Estructura organizativa de los objetos técnicos

Los objetos técnicos se pueden clasificar en tres estructuras [10]. Dichas estructuras pueden combinarse, dando lugar a una jerarquía de ubicaciones técnicas y equipos:

- Estructuración funcional:** Obedeciendo a criterios de proceso (líneas de producción), criterios espaciales (edificio → planta → sala →). Para este tipo de estructuración se utilizan las **ubicaciones técnicas**.
- Estructura basada en objetos:** Para este tipo de estructuración el objeto técnico utilizado es el **equipo**. Se trata de un objeto físico individual sobre el que se llevan a cabo tareas de mantenimiento.
- Estructuración desde un punto de vista contable:** Cada objeto técnico (ya sea ubicación técnica o equipo) está asignado a un centro de coste, activo fijo, elemento WBS²⁵. La estructura de los objetos técnicos será la definida por sus elementos de imputación.

4.4.4 Indicador de estructura de las ubicaciones técnicas

La identificación de ubicaciones técnicas se realiza mediante el indicador de estructura. Dicho indicador consta de dos campos de entrada:

- Máscara de codificación
- Niveles jerárquicos

La máscara de codificación se usa para controlar qué caracteres pueden utilizarse para la identificación (letras, números o ambos) y cómo estos caracteres están agrupados o divididos. Los niveles jerárquicos se utilizan para definir qué carácter termina en cada nivel y cuántos niveles jerárquicos puede contener la estructura. Una ubicación funcional puede identificarse utilizando un máximo de 40 caracteres, equivalente a la longitud máxima de la máscara de codificación.

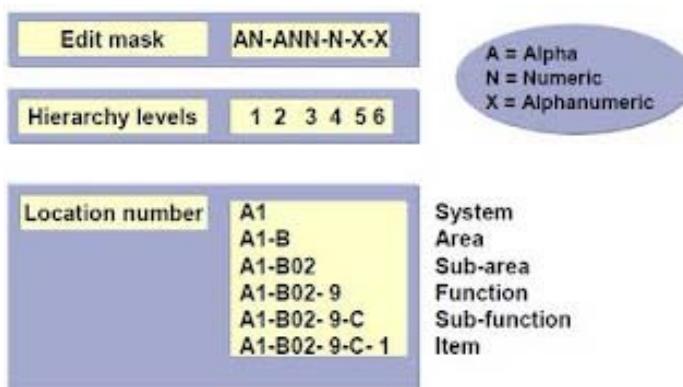


Figura 13 Ejemplo de los niveles jerárquicos en SAP PM [21]

Las ubicaciones técnicas se estructuran jerárquicamente y su posición en la estructura es controlada por la codificación del indicador de estructura que los identifica. Hay seis indicadores de estructura que representan los tres estándares de la industria (PRA²⁶, KKS²⁷

²⁵ WBS: *Work Breakdown Structure*

²⁶ PRA: *Plant Reliability and Availability*

y Trigram) a través de los sistemas de codificación utilizados por E.ON Reino Unido. Así, para crear e implementar las nuevas ubicaciones técnicas correspondientes al sistema RCS, se debió estudiar la estructura y el sistema de clasificación empleado por las centrales térmicas en Inglaterra en los últimos años:

- Sistema de identificación de Centrales de Generación, KKS.
- Sistema Trigram utilizado en dos variantes²⁸.
- Formato PRA usado en la Central Térmica de Ratcliffe.
- Indicadores de estructura Wind Farm and Hydro Power

T370S	Structure Indicator		Description
	Structure Indicator	Edit Mask	
Z01	AAA-NN-AAA-NN-AANNNX-XXXXXX	AAA-NN-AAA-NN-AANNNX-XXXXXX	KKS - Plant Identification System
Level	1 2 345 6 7 8		
Z02	AAA-XX-NNNN-AAA-XXXXXXXXXX	AAA-XX-NNNN-AAA-XXXXXXXXXX	PRA - Plant Reliability & Availability
Level	1 2 3456 7 8		
Z03	AAA-NX-AAA-XXX-XXX-XXXXXX	AAA-NX-AAA-XXX-XXX-XXXXXX	Trigram Identification System
Level	1 2 3 4 5 6		
Z04	AAA-XNN-AAA-NN-AANNNX-XXXXXX	AAA-XNN-AAA-NN-AANNNX-XXXXXX	Windfarm Identification System
Level	1 2 345 6 7 8		
Z05	AAA-AAA-NN-NNNN-XXX-XXXX	AAA-AAA-NN-NNNN-XXX-XXXX	Hydro Power Plant Identification System
Level	1 2 3 4567 8 9		
Z06	AAA-NX-AAA-XXXX-XXXX-XXXXXX	AAA-NX-AAA-XXXX-XXXX-XXXXXX	Trigram - Connah's Quay
Level	1 2 3 4 5 6		

Tabla 2 Indicadores de Estructura de SAP en E.ON Reino Unido [11]

La tabla 2 muestra los diferentes indicadores de estructura de las ubicaciones técnicas en los distintos puntos de generación de E.ON Reino Unido. Prestese especial atención al Indicador de estructura ZU02 que será el utilizado para la creación de nuevas ubicaciones técnicas.

4.4.4 Codificación de las Ubicaciones Técnicas en Ratcliffe

El sistema existente en la Central de Ratcliffe para nombrar equipamiento está basado en el antiguo método PRA utilizado desde los años ochenta en Inglaterra [12]. El método usa nomenclatura generalizada cubriendo una variedad de diferentes opciones en Centrales Térmicas. De esta manera Centrales de Generación similares pueden ser comparadas nacionalmente, incluso si la nomenclatura local empleada es diferente. El sistema PRA está constituido de 8 niveles en total (ver tabla 3) que se explican a continuación:

Nivel 1 Localización	Nivel 2 Código de Unidad de Generación	Niveles 3, 4, 5, 6 Código específico de la Planta	Nivel 7 Abreviaturas de los elementos de Planta	Nivel 8 Identificación de las ubicaciones técnicas	Plant Item Description
AAA	XX	NNNN	AAA	XXXXXXXXXX	Description
RAT	U3	3550	FAN	HNC10AN001	ID FAN A

Tabla 3 Indicador de Estructura PRA-KKS propuesto para el proyecto RCS en la Central Térmica de Ratcliffe

²⁷ KKS: Kraftwerk-Kennzeichensystem. Véase Anexo VII

²⁸ Trigram Identification System y Trigram in Connah's Quay Power Station

PRA - Niveles 1 y 2

En Ratcliffe la estructura de SAP se divide en cinco secciones principales. Cuatro se refieren a las unidades de generación de 500 MW cada una y la otra está relacionada con todo el equipo común de la central identificada como "No Unidad" tales como las turbinas de gas adicionales, edificios y estructuras, sistema de seguridad, etc.

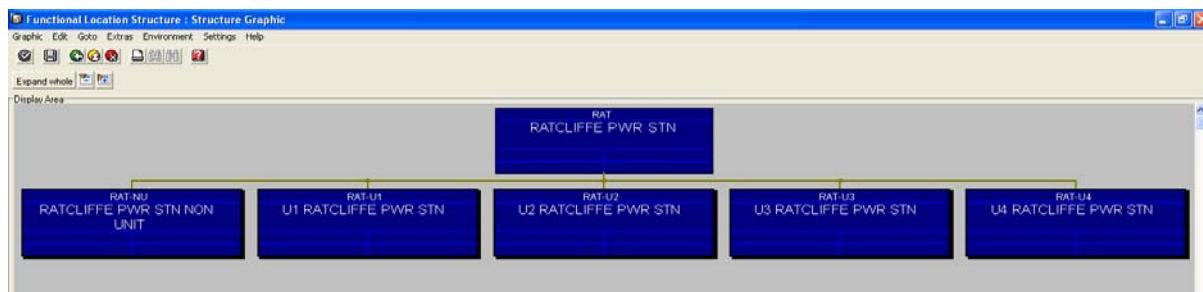


Figura 14 Principales secciones de la estructura de SAP en la Central Térmica de Ratcliffe

PRA - Niveles 3, 4, 5 y 6

Siguiendo la estructura jerárquica, el sistema PRA incluye cuatro dígitos que son referencia clave de numeración de los elementos de una central y localizado de acuerdo con la forma de operación de la planta y los sistemas. Cada código está formado por una descripción que indica la función del elemento en la planta. Cuanto más abajo nos situemos en el nivel jerárquico, se encuentran descripciones más sencillas.

El primer dígito hace referencia a las principales partes de cada unidad de generación. Así, cada unidad está formada por 8 subgrupos²⁹ (ver anexo):

- Sistema de combustible y manejo de cenizas
- Planta de desulfuración de gases (FGD)
- Caldera. Incluirá el nuevo sistema de Reducción Catalítica Selectiva. Ubicación utilizada para los nuevos ventiladores de tiro inducido.
- Turbo-generador
- Condensador y ventilador de tiro forzado
- Equipamiento auxiliar. (Ej. Tratamiento de aguas, almacenamiento de CO₂...)
- Sistemas eléctricos



Figura 15 Subgrupos de cada de unidad de Generación en SAP para la Central Térmica de Ratcliffe

El segundo, tercero y cuarto dígito en la estructura PRA se explican con el siguiente ejemplo:

²⁹ La ubicación No Unidad es ligeramente diferente al referirse a sistemas comunes para las cuatro unidades.

1st digit level	4000	TURBO-GENERATOR	
2nd digit level	4100	HP & IP TURBINES	Part of Turbo-Generator
3rd digit level	4110	MAIN STEAM CHEST & CONTROL VALVES	Part of HP & IP Turbines
4th digit level	4111	Stop Valves)
4th digit level	4112	Stop Valve Operating Gear)
4th digit level	4113	Governor Valves) Constituent Parts
4th digit level	4114	Governor Valve Control Gear) of Main Steam
4th digit level	4115	HP Steam Chest) Chest & Control
4th digit level	4116	Loop Pipes (Chest to Cylinder)) Valves
4th digit level	4117	Strainers)
4th digit level	4119	Control & Instrumentation)
3rd digit level	4120	HP CYLINDERS	Part of HP & IP Turbines
4th digit level	4121	Outer Casing)
4th digit level	4122	Inner Casing) Constituent Parts
4th digit level	4123	Barrel/Sleeve Casing) of HP Cylinder
4th digit level	4124	Diaphragms and Nozzles)
4th digit level	4125	Glands)
4th digit level	4126	Bearings)
4th digit level	4127	Loop Pipes (HP to IP))
4th digit level	4129	Control & Instrumentation)
3rd digit level	4130	HP ROTOR AND BLADING	Part of HP & IP Turbines

Figura 16 Extracto del Sistema PRA para centrales de generación en Inglaterra [12]

Se puede comprobar entonces que según se desciende en la estructura, el nivel de detalle es mayor. En este caso el código 4000 hace referencia al turbo-generador y todas sus partes asociadas. El segundo dígito, 4100, turbinas de alta y media presión, se considera un nivel por debajo del generador en la jerarquía. El tercer número hace referencia a las partes específicas de las turbinas, 4110 y 4120. Por último, el cuarto dígito especifica las diferentes partes constituyentes del nivel anterior.

PRA - Nivel 7

El siguiente nivel en la estructura determina el tipo de elemento del sistema, ya sea una válvula, compresor, ventilador, etc. A continuación se muestra un extracto de la tabla empleada para el PRA Nivel 7:

PRA Suggested Object Type Assignment		
Level 7 of PRA Code	Description	Object Type
ACH	Acoustic Hood	
ACT	Electrical Actuator	EUK101
AGT	Agitator	
AHY	Hydraulic Actuator	EUK101
AIR	Compressed Air Dryer	EUK122
ALA	Alarm	EUK120
ALT	Alternator	EUK112
AMP	Amplifier	EUK120
ANA	Analyser	EUK120
APC	Gland Sealing Control Valve	EUK105
APN	Pneumatic Actuator	EUK101

ARR	Grit Arresters	
AUX	Auxiliary	
AVR	Auto Voltage Regulator	
BAT	Battery	EUK119

Tabla 4 Extracto de la lista utilizada para el nivel 7 de PRA en Centrales de Generación en Reino Unido [11]³⁰

El tipo de objeto EUK101 o similar corresponde a un código para relacionar y asociar todos los elementos de la central que son iguales a la vez. De esta manera si hay una avería o se necesita un elemento de repuesto, se puede buscar más fácilmente. Por otro lado sirve para un mejor rastreo de defectos y por tanto establecer una buena estrategia de mantenimiento de la central.

PRA – Nivel 8

El último nivel del indicador de estructura utilizado en Ratcliffe ha sido hasta el momento una numeración local y por lo tanto, no transferible a otros sitios, ya que depende de la configuración de la Central. La tabla 5 muestra un ejemplo de una ubicación técnica ya instalada que se puede encontrar en la estructura SAP de Ratcliffe antes de haber instalado la nueva tecnología RCS. Corresponde al rodamiento 1 del rotor de la turbina de alta presión.

Sin embargo, debido a la nueva instalación de RCS, se decidió utilizar la nomenclatura utilizada para el indicador de estructura KKS pero integrado en el indicador PRA lo cual resulta en una combinación entre ambos sistemas de codificación. En consecuencia, el código de nivel 8 para las nuevas ubicaciones tendrá una identificación KKS para las ubicaciones técnicas del Sistema de Reducción Catalítica Selectiva.

Un ejemplo de la ubicación funcional más detallada y puramente PRA que se puede encontrar en Ratcliffe hasta antes de la implementación del nuevo sistema RCS es:

ZU02	AAA-XX-NNNN-AAA-XXXXXXXX	PRA - Plant Reliability & Availability
<i>Nivel</i>	1 2 3456 7 8	
<i>Ejemplo</i>	RAT-U3-4120-BRG-001	U3 H.P. ROTOR NUMBER 1 BEARING

Tabla 5 Antiguo indicador de estructura PRA para una ubicación técnica antes de la implementación RCS [12]

Véase que el nivel 8 mostrado en la tabla 5 no introduce la codificación KKS que el autor de este proyecto sugirió para introducir en el nuevo sistema.

En consecuencia el formato anterior se concatena y se utilizará en SAP como una ubicación funcional de la siguiente manera³¹:

- RAT-U3-3550-FAN-HNCAN001 como una ubicación funcional
- U3 ID FAN un como descripción abreviada.
- U3 HNCAN001 ID FAN, incluyendo la identificación KKS como parte de la descripción completa.

³⁰ Véase tabla completa en Anexo IX

³¹ Véase Anexo VIII

4.5 Procesos de negocios del Módulo de Mantenimiento de SAP en E.ON

4.5.1 Proceso de Datos Maestros

Cada sección de E.ON UK es responsable de la gestión de sus propios datos. La solicitud de nuevos datos o modificaciones en SAP es atendida y acordada por los Superusuarios de SAP PM³² en cada Planta o Lugar de Generación. En consecuencia, sólo los Superusuarios de SAP PM pueden presentar solicitudes para el Equipo Central de los Datos Maestros³³.

Véase en la Figura 17³⁴ cómo el proceso principal de los datos comienza con una solicitud formal hecha por un usuario de negocios. Puede ser una solicitud junto con una nueva construcción de una Fábrica, una nueva modificación importante (proyecto) o simplemente una solicitud de cambio de datos habituales. En el caso que estudiamos, el nuevo proyecto de RCS incluye una petición formal de un gran proyecto o una modificación del plan existente. Después de verificar la solicitud de un Superusuario de SAP PM, tenemos que considerar si es posible que el Superusuario introduzca manualmente los datos maestros solicitados en SAP. La solicitud de carga de datos podrá cumplimentarse en función del tamaño de la información. Debido a la gran cantidad de nuevas ubicaciones técnicas RCS (más de 5.000), se procedió a una solicitud de carga de datos, que se explicará en secciones de este documento.

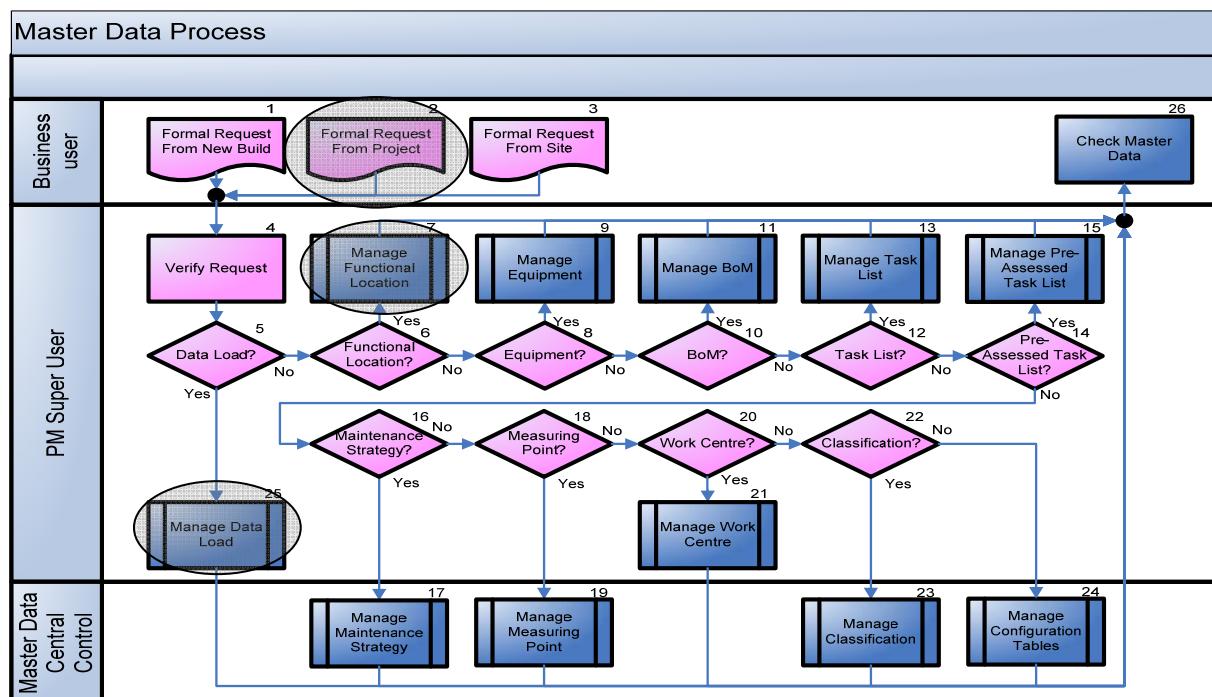


Figura 17 Procesos de Negocio en SAP E.ON Reino Unido: Procesos de Datos Maestros [11]

³² PM Super User en término Anglosajón, refiere a la máxima accesibilidad de Datos en SAP

³³ SAP Optimisation Team

³⁴ Véase Leyenda en Anexo V

4.5.2 Manejo de la Carga de Datos Maestros

Los datos que hayan de registrarse por el equipo de optimización de SAP deben suministrarse en la plantilla o documento adecuada³⁵. Todos los campos obligatorios deben completarse antes de ser entregados al equipo central de los Datos Maestros. Una vez que la plantilla de carga de Datos Maestros está lista, tiene que ser enviada al equipo de optimización de SAP PM, para su validación manual. Antes de la validación definitiva de los datos aportados, el equipo antes citado puede requerir las modificaciones que juzgue necesarias a través del correo electrónico. Así, pues, el archivo de carga de datos se valida sistemática y manualmente mediante el paso adecuado de conversión de la transacción LSMW, para posteriormente cargar los datos en el sistema de prueba de SAP QGL. Todo el proceso, en sus fases de prueba y de confirmación final, se debe supervisar minuciosamente con el fin de corregir los errores antes de la carga de producción. Por lo tanto, los superusuarios de SAP son responsables de hacer los cambios que se necesiten. Una vez que los cambios han sido confirmados, una copia del documento de verificación de la carga de los Datos Maestros³⁶ tiene que ser devuelta y firmada por el equipo de optimización de generación SAP PM, antes de transferirse los datos al sistema SAP PGL. Los objetos técnicos cubiertos por las plantillas de carga de datos son: las ubicaciones técnicas, los equipos, los centros de trabajo, las listas de tareas, los planes de mantenimiento y los puntos de medición. En la mayoría de los casos, estas cargas de datos cubren sólo la creación de nuevos elementos, con excepción de las ubicaciones técnicas y de los equipos que ya existen en el sistema.

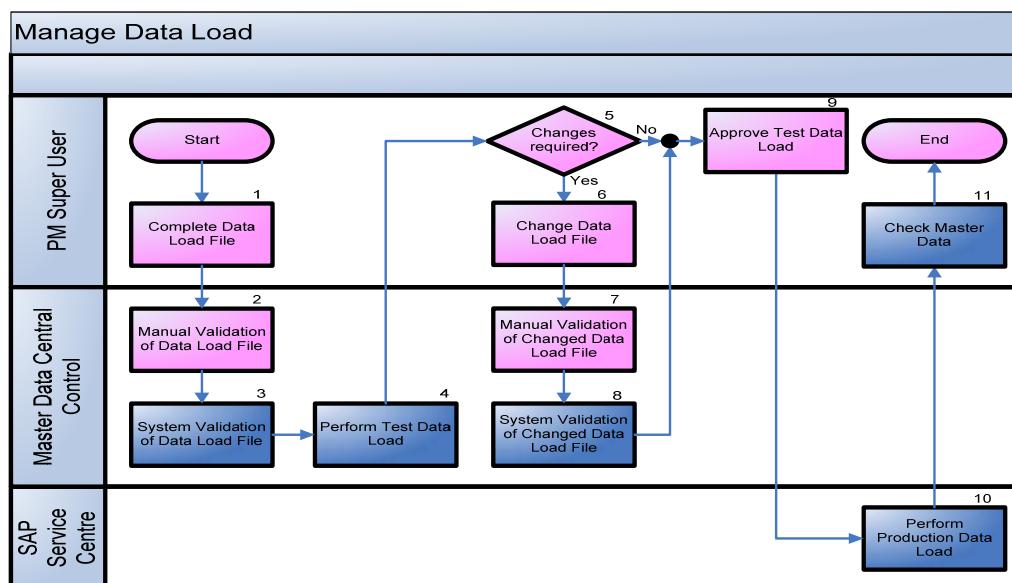


Figura 18 Procesos de Negocio en SAP E.ON Reino Unido: Manejo de Datos de Carga [11]

³⁵ Por lo general Archivos Excel o Macros en Visual Basic

³⁶ Véase anexo VI

4.5.3 Manejo de Ubicaciones Técnicas

Las ubicaciones técnicas se crearán para representar la estructura de activos de la planta, como resultado de adiciones a la misma a través de la introducción de nuevas plantas, o alteraciones como consecuencia de otro proyecto o sitio según sea requerido. La ubicación de los registros será gestionada por los Superusuarios de SAP PM a menos que una carga de datos sea necesaria, momento en el cual el equipo de Control Central de Datos Maestros actuará a petición formal de cada lugar de generación, para modificar la estructura de la planta. Una característica importante de la ubicación técnica es la cesión obligatoria de los campos de ubicación y sección de la planta, que, en combinación con un tipo de actividad de mantenimiento orden PM, determina el elemento WBS³⁷. El elemento WBS es asignado a una orden de mantenimiento cuando suelta y determina donde se establecieron los costos recogidos en una orden de mantenimiento. Por lo tanto, resulta esencial que los elementos correctos de la WBS se hayan formado en el sistema de equipos de Finanzas, antes de crear la ubicación técnica. Al término del registro de una solicitud, se reenvía, a una persona de Autorización³⁸ a fin de actualizar el sistema de permiso (normalmente Nisoft-Eclipse) y así poder reflejar las adiciones o cambios en la estructura. Éste es un paso importante en el proceso para la seguridad y la configuración de las directivas de trabajo.

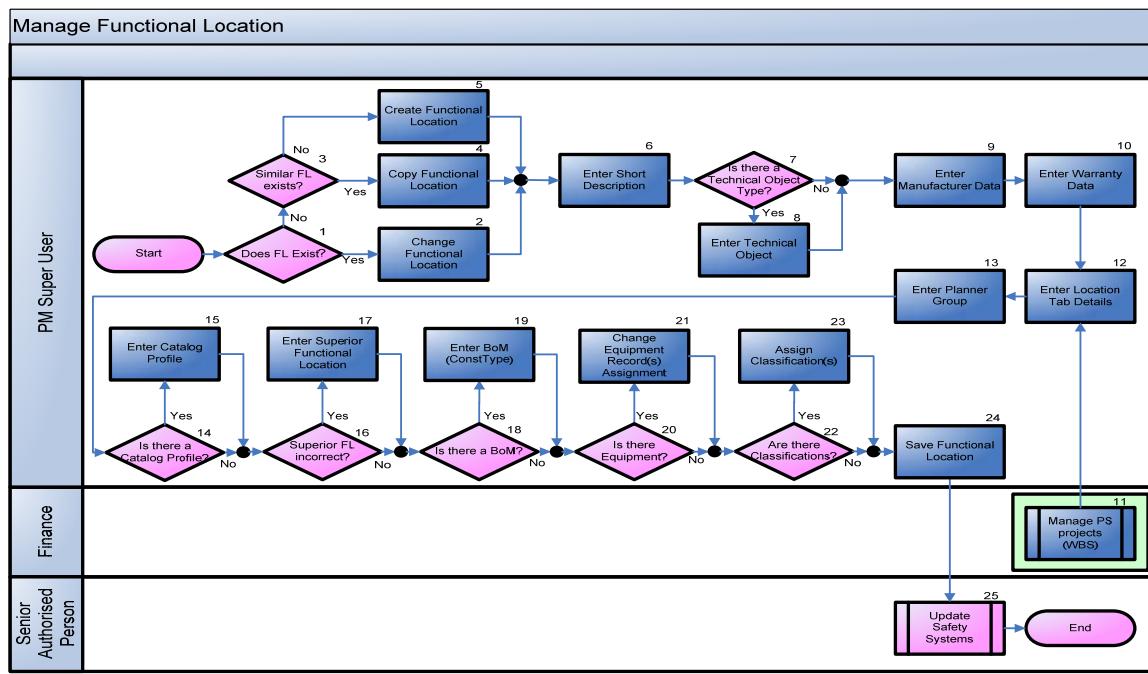


Figura 19 Procesos de Negocio en SAP E.ON Reino Unido: Manejo de Ubicaciones Técnicas [11]

³⁷ WBS: Work Breakdown Structure o elemento usado para recolección de costes en SAP.

³⁸ S.A.P.: Senior Authorise Person

4.5.4 Documentos necesarios para el proceso de carga para el proyecto RCS en SAP

Véanse a continuación los siguientes documentos utilizados para preparar la información del sistema RCS en SAP:

- Archivo principal de ubicaciones técnicas, que incluye todos los campos obligatorios que deben estar cubiertos para los archivos de carga de Datos Maestros³⁹.
- Archivo de descripciones de texto largo⁴⁰, que incluye el código KKS de la ubicación técnica y la descripción completa de dicha ubicación.
- Archivo de clasificación⁴¹, que se logra mediante la asignación de tipos de objetos técnicos. Cada tipo contiene características que proporcionan la capacidad de describir objetos sobre la base de atributos libremente definibles. Tal clasificación se utiliza para complementar los datos estándar de una ubicación técnica o registro de equipos con información específica de activos. El equipo de Control Central de Datos Maestros mantiene la clase y las características del sistema, y los Superusuarios de cada Central tienen la responsabilidad de mantener la asignación de clases.
- El fichero de Abreviaciones Macro es una lista de abreviaturas estándar que se han aplicado en las centrales de generación de E.ON. Dicha Macro fue generada por el equipo de optimización de SAP PM con el fin de aplicar automáticamente las abreviaturas más recientes.

4.5.5 Proceso de carga en SAP

Una vez diseñada la estructura de los nuevos equipos instalados en la Central, se procedió a la preparación de los archivos de carga para la posterior actualización de la estructura de ubicaciones funcionales en SAP.

Así, los archivos finales de carga son tres:

- Archivo principal de ubicaciones técnicas
- Archivo de descripciones completas para mayor detalle del usuario
- Archivo de clasificación de las ubicaciones funcionales.

Una vez completados los tres archivos en Microsoft Excel se enviaron al equipo de Optimización de SAP responsable en todos los puntos de Generación en el Reino Unido para que validara la información y se pusiera en modo Test (SAP SQL)⁴². Después de la comprobación del sistema en SQL se puede dar la orden de cargar la información al sistema PGL que verán todos los usuarios de la central.

³⁹ Véase Anexo I, Proyecto en Inglés, Capítulo 3 para más información

⁴⁰ Véase Anexos XIV, XV y XVI

⁴¹ Véase Anexo X

⁴² Véase Anexo VI

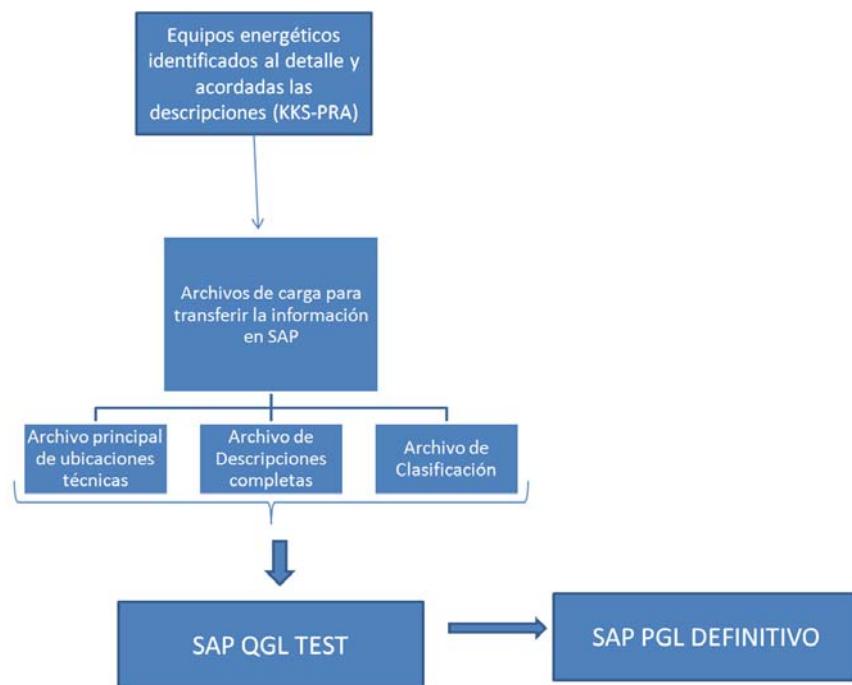


Figura 20 Proceso de carga de Ubicaciones Técnicas en E.ON SAP PM

5 CASO PRÁCTICO I: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE UBICACIONES TÉCNICAS EN SAP PARA EL SISTEMA DE VENTILADORES DE TIRO INDUCIDO.

5.1 Metodología general

Esta sección del proyecto se inició identificando todo el sistema relacionado con los ventiladores de tiro inducido en la Central Térmica. La razón se debe a su completo reemplazamiento relacionado con la instalación de la nueva tecnología RCS. Varios recorridos por la planta fueron esenciales para la comprensión del sistema. Así, un conjunto de diagramas de tuberías y de instrumentación (P&ID⁴³) se estudiaron al comienzo prestando especial atención al etiquetado y codificación de la planta para la correcta implementación de las ubicaciones técnicas en SAP. Cada elemento fue estudiado al detalle verificando que la nomenclatura utilizada en los diagramas fuera la misma que en el propio elemento en planta.

Una vez que la información⁴⁴ de los ventiladores de tiro inducido fue enviada al equipo de desarrollo de SAP de Ratcliffe en el proceso de diseño del sistema, se hizo una evaluación estricta de los datos. La clasificación de la información se hizo de acuerdo a las necesidades de SAP y la estructura actual.

5.2 Ventiladores de Tiro Inducido

La necesidad de impulsar altos caudales de gases y aire provenientes de la caldera, requiere ayuda por medio de ventiladores. En las Centrales Térmicas de Carbón se emplean varios nombres entre los cuales destacan los de aire primario, de recirculación de gases y los de tiro de inducido [13].

En Ratcliffe los ventiladores de tiro inducido se instalan a la salida del conducto de gases antes del sistema de desulfurización de gases (FGD⁴⁵) y posterior al sistema de reducción catalítica selectiva y los precipitadores electroestáticos. La finalidad de dichos ventiladores es la de mantener un valor preestablecido (negativo) de presión en el interior de la caldera en todas las condiciones de operación. Como se ha establecido anteriormente, la Central Térmica de Ratcliffe consta de 4 unidades de generación de 500 MW cada una de ellas con dos ventiladores de tiro inducido de flujo axial trabajando al 50% que se operan en paralelo. En otras palabras, cada unidad RCS está equipada con dos ventiladores tiro inducido idénticos, impulsados directamente por un motor eléctrico de velocidad variable⁴⁶ para controlar la potencia de los ventiladores entre los parámetros máximos y mínimos de generación [5].

La razón por la que se deben reemplazar los ventiladores antiguos es porque los nuevos conductos y las capas de catalizador del reactor RCS disminuyen la presión de los gases. Y por tanto, para mantener la misma razón de flujo se requiere energía adicional. En Ratcliffe los ventiladores de tiro inducido existentes no son capaces de proporcionar el aumento requerido de presión estática por lo que se ha procedido al reemplazo de dos nuevos

⁴³ P&ID: *Piping & Instrumentation*

⁴⁴ Archivos Excel con más de 700 elementos técnicos en relación a los ventiladores para analizar e implementar en SAP

⁴⁵ Flue Gas Desulphurization

⁴⁶ Variable Speed Drive (VSD)

ventiladores por unidad. Asimismo, la cimentación existente del motor y del ventilador se han visto modificadas.

De cualquier modo, los sistemas RCS requieren energía eléctrica adicional para el ventilador de tiro inducido equivalente a aproximadamente 0.3% de la producción de energía eléctrica de la planta [14].



Figura 21 Nuevo motor del ventilador de tiro inducido instalado

	Old	New
Voltage	3.3kV	6.6kV
Motors	Two	Two
Speed	Fixed	Variable
Oil pumps	2 – Mechanical & Electrical	2 – Electrical
Oil cooled	Nat draught radiator	Air blast radiator
Vane	DVC	Inlet box
Brakes	1	2
Suction damper	2	2
Discharge damper	1	1

Figura 22 Diferencias / Similitudes entre los antiguos y nuevos ventiladores de tiro inducido

Para una mejor comprensión del sistema⁴⁷, la figura 23 muestra los ventiladores de tiro inducido desde la salida de los gases provenientes de los precipitadores electroestáticos hasta la liberación de los gases a la planta de desulfuración. En la puesta en marcha el sistema de lubricación de aceite empieza a funcionar comprobando presión y temperatura. A continuación se abre la compuerta o puerta de carga de gases al ventilador y ambos frenos de los ventiladores (de operación y mantenimiento) se confirman desembragados. Posteriormente se inicia el motor del ventilador y una vez que el ventilador se confirma funcionando a la velocidad preestablecida, se abre la puerta de salida de los gases del ventilador y la caja de regulación de flujo empieza a controlar el caudal. Finalmente el motor de velocidad variable y la caja de regulación de flujo se activan a modo automático para mantener una correcta presión de funcionamiento.

⁴⁷ Véase Anexo XI para más detalle

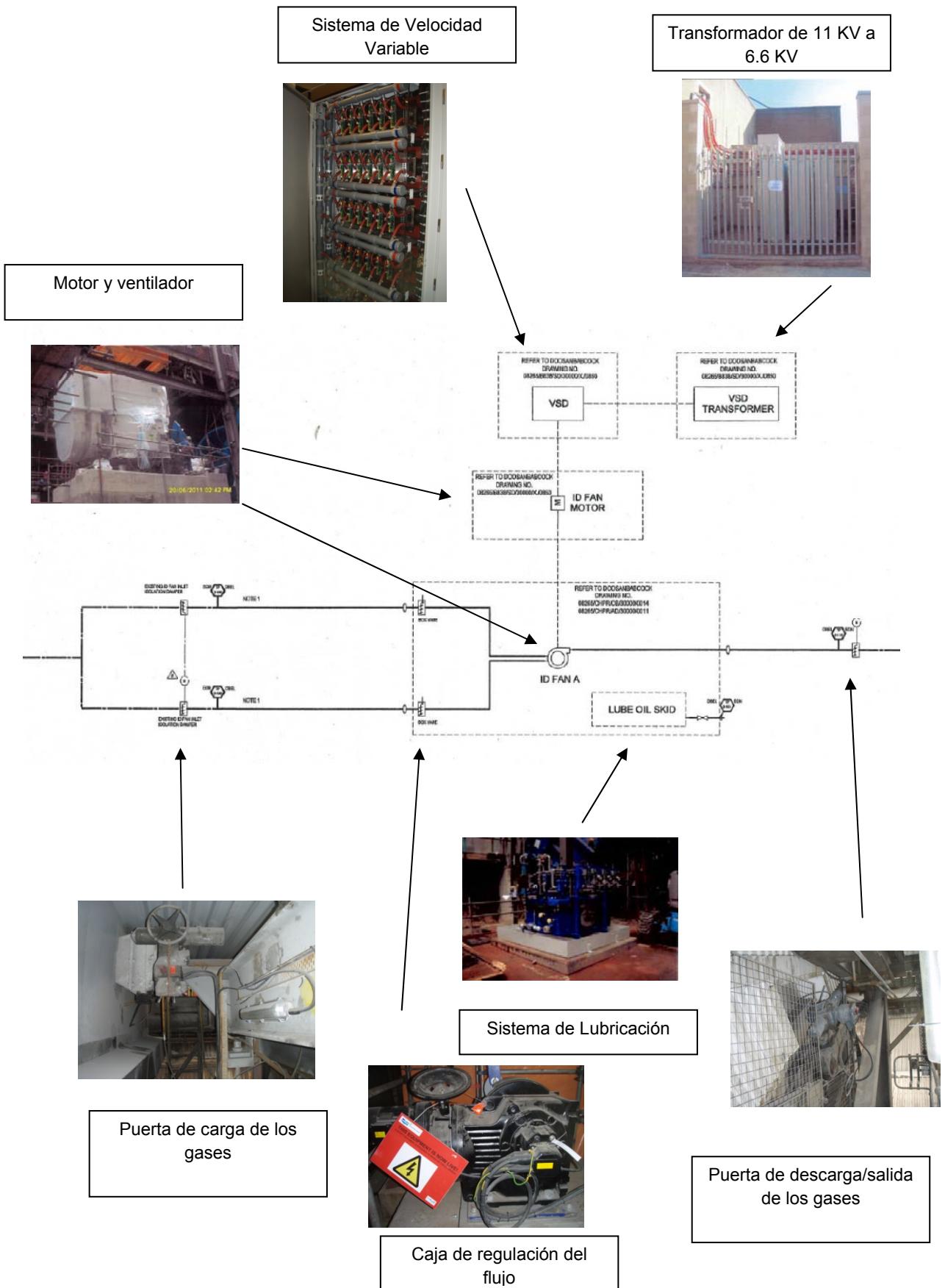


Figura 23 Esquema completo de los ventiladores de tiro inducido

5.3 Cabeceras del Diseño de la Estructura en SAP

Como hemos visto en los apartados anteriores, una estructura jerárquica ha de tenerse en consideración al crear nuevas ubicaciones técnicas. La figura 24 muestra el punto de partida para el nuevo diseño de la estructura de los ventiladores de tiro inducido en SAP. Corresponde a la estructura RAT-U3-355, y el nuevo sistema de ventiladores se debe implementar por debajo de esa localización funcional.

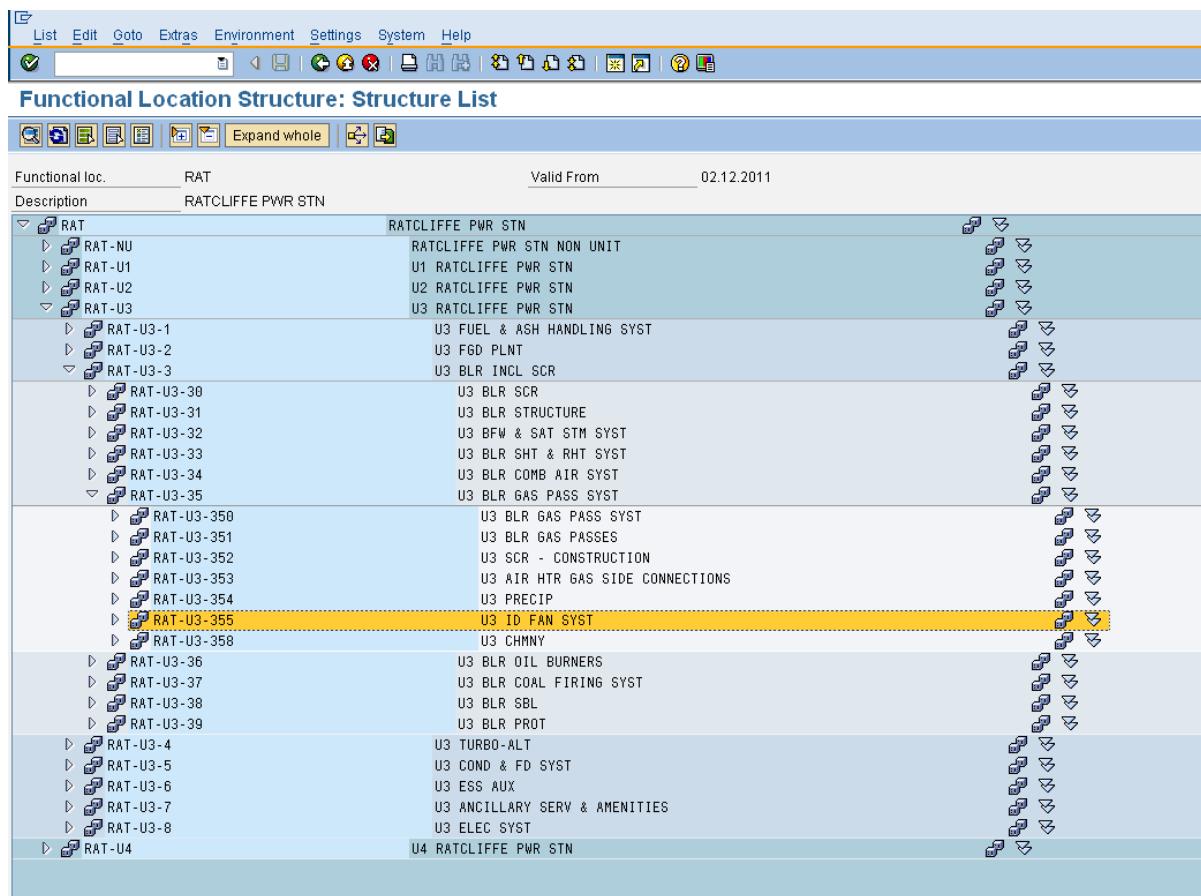


Figura 24 Estructura jerárquica de SAP en Ratcliffe. Punto de partida para el diseño de los ventiladores

Los principales elementos de los sistemas que han sido descritos con anterioridad son los siguientes: ventiladores, motores, frenos, sistemas de aceite de lubricación, sistema de refrigeración primario y secundario del motor de velocidad variable. Dichos subsistemas encabezarán diferentes secciones en la estructura jerárquica de SAP. Consecuentemente se tuvieron en consideración los siguientes puntos:

- Creación de dos secciones separadas para los sistemas de lubricación de aceite de cada motor, debido al número de elementos de la planta.
- Similar a los sistemas de refrigeración para el sistema de velocidad variable, con dos encabezados diferentes para el sistema primario y secundario.
- El diseño en la sección 'No Unidad' debe ser consistente y similar al diseño empleado en las secciones 'Unidad'.
- Las antiguas ubicaciones técnicas localizadas en RAT-U3-3550 según el sistema de ventiladores anterior fue modificado y casi todos los elementos fueron reemplazados

por los nuevos elementos de identificación usando la codificación sugerida PRA-KKS.

En consecuencia, hemos tomado en cuenta que siguen siendo elementos de la configuración anterior de los ventiladores de tiro inducido SAP. La disposición eléctrica fue incluida con las otras secciones de la planta de RCS, como se indica en el siguiente apartado de este proyecto⁴⁸.



Figura 25 Antigua estructura en SAP de los ventiladores

Los encabezados principales de la estructura se muestran en la tabla 6. Las figuras 26 y 27 presentan las pantallas de impresión tomadas de SAP para las secciones principales del sistema de los ventiladores para las secciones 'No unidad' y 'Unidad' en SAP. Véase la utilización de los mismos números de codificación para ambas secciones.

Unit Specific code	Plant Specific code	Main Section description
NON UNIT	355	ID FAN SYSTEM
NON UNIT	3555	ID FAN VSD SYSTEM
NON UNIT	3556	ID FAN VSD SECONDARY COOLING WATER SYSTEM
NON UNIT	3558	ID FAN VSD SECONDARY COOLING WATER CHEMICAL DOSING SYSTEM
UNIT	355	U3 ID FAN SYSTEM
UNIT	3550	U3 ID FAN SYSTEM
UNIT	3553	U3 ID FAN A LUBRICATION OIL SYSTEM
UNIT	3554	U3 ID FAN B LUBRICATION OIL SYSTEM
UNIT	3555	U3 ID FAN VSD SYST
UNIT	3556	U3 ID FAN VSD SECONDARY COOLING WATER SYSTEM

Tabla 6 Diseño en SAP de los encabezados de la estructura de Ventiladores de Tiro Inducido

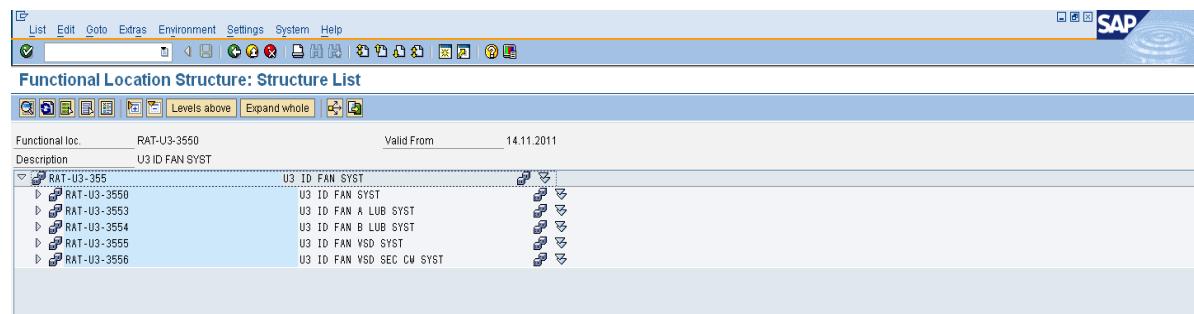


Figura 26 Nueva estructura principal de los ventiladores en SAP – Sección Unidad

⁴⁸ Veáse Anexo I, Capítulo 4. Diagramas en Anexo XIII

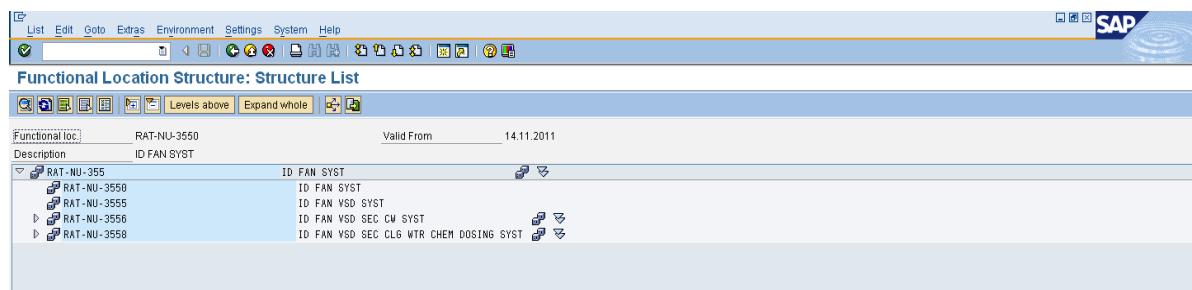


Figura 27 Nueva estructura principal de los ventiladores en SAP – Sección No Unidad

La figura 28 describe con detalle la sección principal de los ventiladores localizada en RAT-U3-3550, que incluye los componentes principales del sistema. Yendo al último nivel jerárquico en SAP Ratcliffe, en la figura 28 se aporta el ejemplo de una subsección relacionada con los elementos de vibración de los ventiladores de tiro inducido⁴⁹.

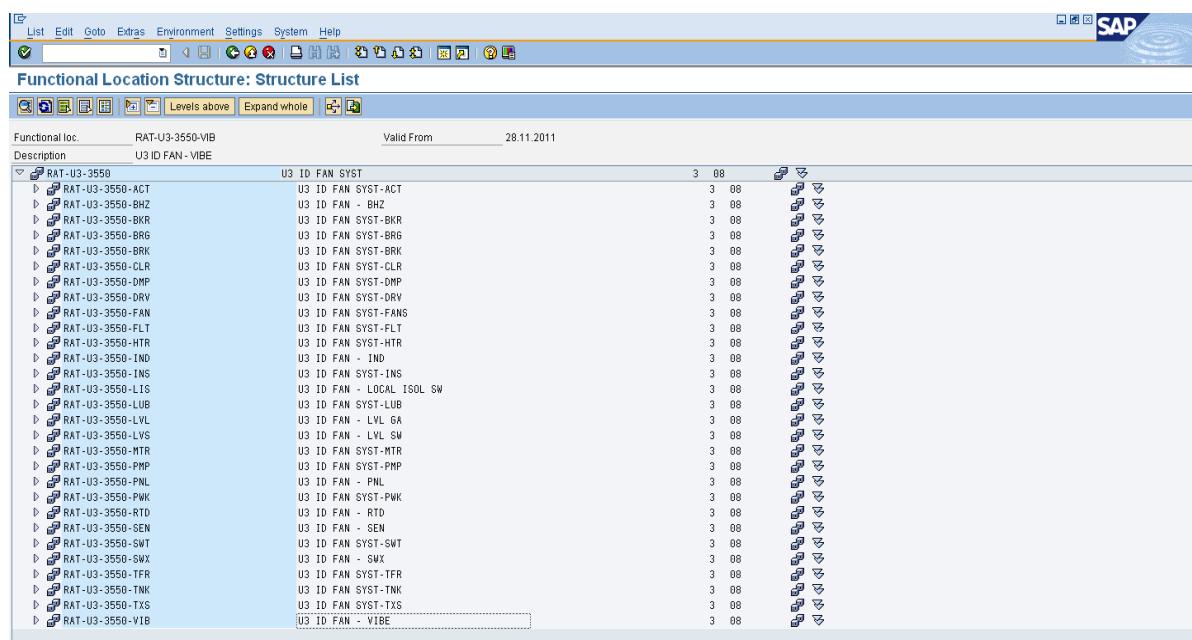


Figura 28 Nueva estructura de los ventiladores en SAP – Sección Unidad estructura 3550

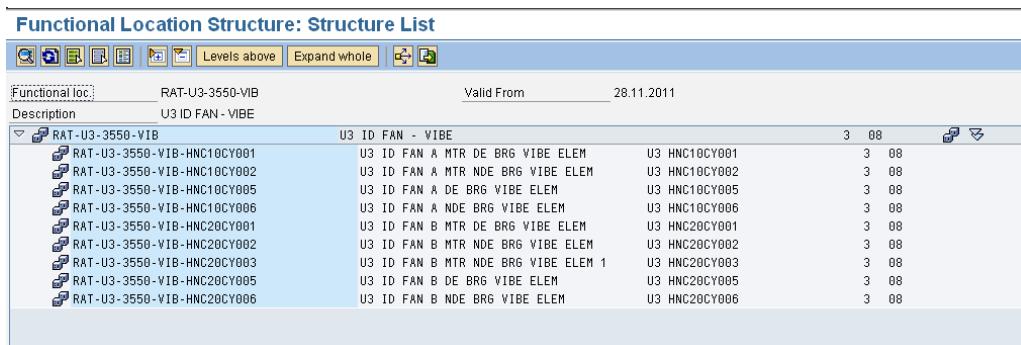


Figura 29 Nueva estructura de los ventiladores en SAP – Sección Unidad estructura 3550-VIB

⁴⁹ Véase las más de 600 ubicaciones técnicas en relación a los ventiladores en el Anexo XI

6 CASO PRÁCTICO II: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE UBICACIONES TÉCNICAS EN SAP PARA EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO E INYECCIÓN DE AMONIACO.

6.1 Descripción de la Planta de amoniaco

En el sistema de Reducción Catalítica Selectiva el amoniaco anhídrico se entrega a la central en forma líquida, evaporándose al inyectarse en los conductos de entrada del sistema RCS. Debido a la presión atmosférica, el amoniaco líquido hierve fácilmente y se gasifica. El proceso de evaporación provoca también un enfriamiento significativo del entorno. El suministro de amoniaco a los reactores RCS se divide en los siguientes equipos y subsistemas⁵⁰:

- Descarga y almacenamiento de amoniaco (común a todas las unidades)
- Envío y vaporización de amoniaco (común a todas las unidades)
- Acumuladores de vapor de amoniaco (común a todas las unidades)
- Distribución de amoniaco (por cada unidad)
- Control de flujo de amoniaco (por reactor)
- Dilución, mezcla y aprovisionamiento de aire (por reactor)
- Red de inyección o distribución de amoniaco (AIG⁵¹)

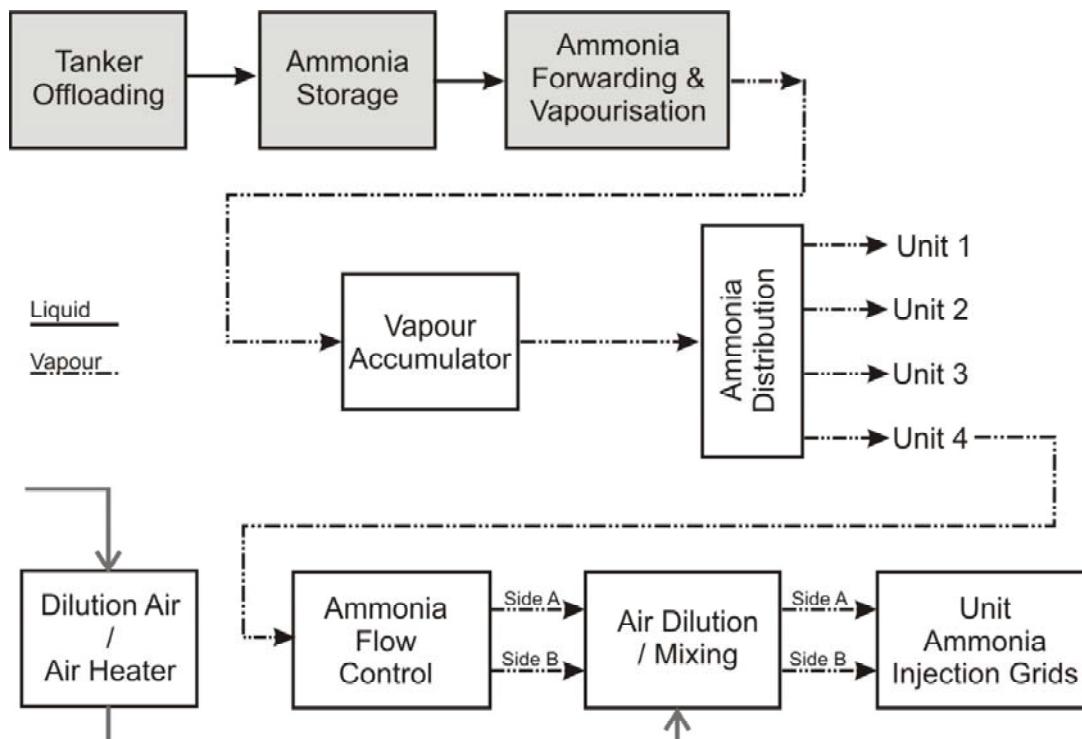


Figura 30 Diagrama de bloques del proceso de inyección y almacenamiento de amoniaco [5]

⁵⁰ Véase Anexo XII

⁵¹ AIG: Ammonia Injection Grid

6.2 Diseño de la planta de amoniaco en SAP

La forma en la que el sistema se ha propuesto para implementar en SAP se ha basado estrictamente en el proceso anteriormente descrito. De igual modo que en el caso de los ventiladores de tiro inducido, es necesario elegir el punto de partida de la estructura de ubicaciones funcionales en SAP. El sistema debe ser implementado en la sección 'No Unidad' al tratarse de almacenamiento de un producto común a las cuatro unidades de generación. En este caso, al no existir ningún sistema relacionado con el almacenamiento e inyección de amoniaco, se tuvo que buscar en la estructura de costes de la central cómo están distribuidos en el sistema de gestión informatizada cada una de las principales estructuras. Las dos opciones que se tuvieron en consideración para diseñar el nuevo sistema de amoniaco fueron:

- Coincidir con el resto de elementos del sistema RCS localizado en la caldera, ubicación RAT-NU-352.
- Elegir una nueva ubicación RAT-NU-16.

RATCLIFFE-ON-SOAR POWER STATION										
REVISED NATIONAL COST CODE										
DETAIL OF REPAIR AND MAINTENANCE - MAIN ACCOUNT COST CODE										
MAIN ACCOUNT - 3RD DICIT										
1st & 2nd										
DIGITS										
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9										
FUEL SYSTEM										
FUEL & ASH HANDLING - GENERAL										
SUPPLY SYSTEM										
CONVEYORS MOBILE PLANT										
BOILER PLANT										
BOILER PLANT										
STRUCTURAL STEELWORK										
ECONOMISER REHEATER										
STEAM DRUM ATTEMPERATOR										
FURNACE STEAM LINES										
TUBES STOP VALVES										
TURBO GENERATOR										
TURBO GENERATOR										
HP & IP LP TURBINES										
CYLINDERS GLAND STEAM										
STEAM CHEST ROTORS										
GENERAL CYLINDERS BLADING										
CONDENSATE AND FEED SYSTEM										
CONDENSATE AND FEED SYSTEM										
CONDENSATE EXTRACTION										
PUMP MAKE UP										
GENERAL SYSTEM										
GENERAL SYSTEM										
DOSING										
ESSENTIAL AUXILIAR-IES										
MAIN & AUX CW SYSTEM										
CW SYSTEM CW PUMPS -										
GENERAL CHLORINATION										
COOLING TOWERS										
ANCILLARY SERVICES										
GENERAL COMPRESSED AIR SYSTEMS										
GENERAL COMPRESSORS										
GENERAL SWITCHGEAR										
ELECT'L SYSTEMS										
GENERAL STATION & UNIT										
TRANSFORM'S										
SWITCHGEAR										
GAS TURBINE GENERATOR										
GAS TURBINE GENERAL										
GAS GENERATOR AEROTYPE										
GAS TURBINE HV PLANT										

Figura 31 Códigos de costes PRA de la Central Térmica de Ratcliffe [12]

La primera opción sería más fácil de identificar al coincidir con la estructura diseñada para cada unidad siguiendo los criterios del equipo de desarrollo de SAP. Sin embargo, debido a la gran cantidad de elementos y procesos de amoniaco desde la descarga hasta la inyección del mismo se acordó elegir el nuevo código de planta 16 que corresponde con los sistemas de manejo de combustible (número 1) y el número 6 se asignará al amoniaco. Dicha nomenclatura servirá de referencia para otras centrales de generación en Reino Unido que necesiten instalar dicha tecnología en SAP. Por lo tanto, los encabezados en SAP del proceso de almacenamiento e inyección de amoniaco se realizarán con estructuras de 3 dígitos en SAP, lo que ayudarán a proporcionar mayor flexibilidad y espacio para incluir todos los aspectos del proceso en el cuarto dígito de codificación en SAP.

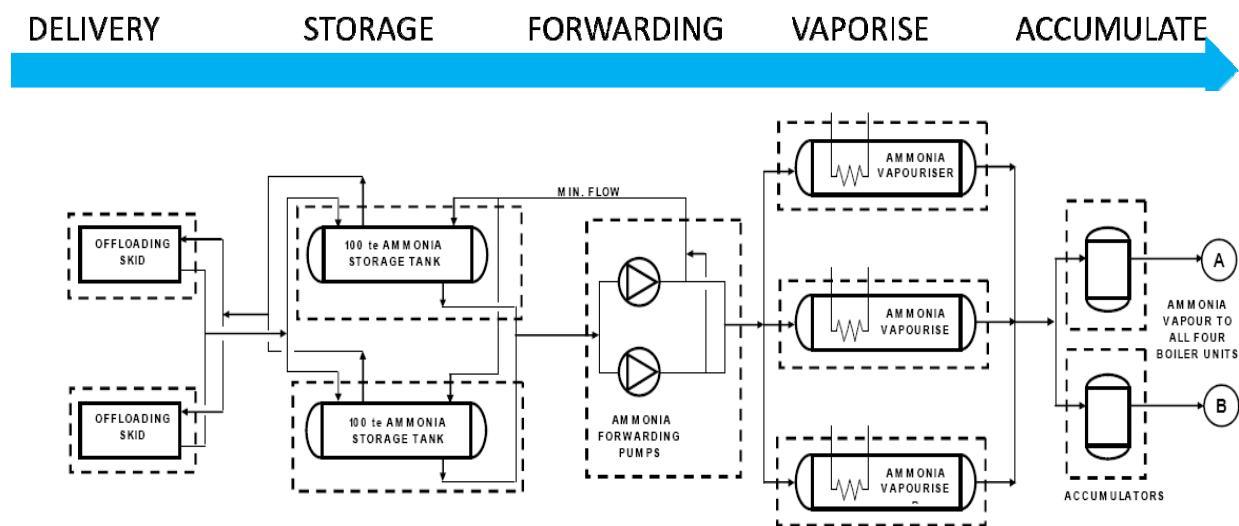


Figura 32 Procesos de la planta de Amoniaco en la Central de Ratcliffe

La estructura se basa en los cinco pasos principales del proceso: entrega, almacenamiento, transferencia, vaporización, y acumuladores. Las demás partes del diseño SAP son el sistema de limpiado, el sistema de detección de fugas de amoniaco y alarmas, las secciones comunes que incluyen la distribución de aire a los diferentes equipos así como los auxiliares eléctricos del sistema, entre otros. Así se crearon ubicaciones adicionales en el sistema de distribución de amoniaco para cada unidad y elementos comunes. Debido a la gran cantidad de válvulas durante el proceso (más de 800), el diseño ha sido realizado minimizando el número de válvulas por ubicación (no más de 60) para mejor aspecto visual e identificación del sistema. Así, en todos los procesos, hay una distinción entre:

- Línea de amoniaco
- Sección para purgar el Nitrógeno
- Sección de los equipos de distribución de aire.
- Sistema de válvulas de seguridad (ventilación)

La tabla 7 muestra el diseño propuesto, que ha sido cargado en el sistema QGL de SAP y está a modo de prueba en estos momentos y tiene previsto validarse en PGL a finales de Junio 2012:

SCR	Common Ammonia
NU	16 SCR Common Ammonia
	160 Ammonia Common System
	1600 Spare
	1601 Ammonia Safety Showers
	1602 Ammonia Plant Area Sump
	1603 Ammonia Plant Air Supply / Receiver System
	1604 Ammonia Plant Electrical Auxiliaries
	161 Ammonia Delivery System
	1610 Ammonia Offloading Common (Safety Showers, Sump)
	1611 Ammonia Offloading A System
	1612 Ammonia Offloading A Nitrogen System
	1613 Ammonia Offloading A Air Instrument System
	1614 Spare
	1615 Ammonia Offloading B System
	1616 Ammonia Offloading B Nitrogen System
	1617 Ammonia Offloading B Air Instrument System
	1618 Spare
	1619 Ammonia Offloading Manifold System
	162 Ammonia Storage System
	1621 Ammonia Storage Tank A System
	1622 Ammonia Storage Tank A Nitrogen System
	1623 Ammonia Storage Tank A Air Instrument System
	1624 Ammonia Storage Tank A Pressure Relief System
	1625 Ammonia Storage Tank B System
	1626 Ammonia Storage Tank B Nitrogen System
	1627 Ammonia Storage Tank B Air Instrument System
	1628 Ammonia Storage Tank B Pressure Relief System
	163 Ammonia Forwarding System
	1630 Ammonia Forwarding Manifold
	1631 Ammonia Forwarding Pump A System
	1632 Ammonia Forwarding Pump B System
	1633 Ammonia Forwarding Pump Supply, Outlet and Return Header
	164 Ammonia Vaporiser System
	1641 Ammonia Vaporiser A System
	1642 Ammonia Vaporiser A Nitrogen and Water System
	1643 Ammonia Vaporiser A Air Instrument System

- 1644 Ammonia Vaporiser B System
- 1645 Ammonia Vaporiser B Nitrogen and Water System
- 1646 Ammonia Vaporiser B Air Instrument System

- 1647 Ammonia Vaporiser C System
- 1648 Ammonia Vaporiser C Nitrogen and Water System
- 1649 Ammonia Vaporiser C Air Instrument System

- 165 Ammonia Accumulators System

- 1651 Accumulator A
- 1652 Accumulator B
- 1653 Accumulators Air Supply System

- 166 Ammonia Scrubber System

- 1660 Ammonia Scrubber System

- 167 Ammonia Fogging System

- 1670 Ammonia Fogging System

- 168 Ammonia Leak Detection and Alarm System

- 1680 Ammonia Plant Perimeter Gas Detectors
- 1681 Ammonia Offloading Gas Detector
- 1682 Ammonia Storage Tank Gas Detector
- 1683 Ammonia Vaporiser Gas Detector
- 1684 Ammonia Accumulators Gas Detector
- 1685 Ammonia Plant Alarms
- 1686 Ammonia Flame and Heat Detectors
- 1687 Ammonia Emergency Shutdown

- 169 Ammonia Distribution System

- 1690 Ammonia Distribution System

Tabla 7 Estructura propuesta para la implementación de la planta de amoniaco en SAP

Para ver la estructura completa (unas 1.700 ubicaciones técnicas), véase el Anexo XV.

7 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE RIESGO DE LAS NUEVAS UBICACIONES EN SAP⁵²

La estrategia de mantenimiento se relaciona fundamentalmente con la gestión de los activos de riesgo de la empresa. Mediante estas estrategias debe demostrarse qué elementos de la planta son críticos, cuándo se mantuvieron por última vez, cuándo se mantendrán en el futuro, cómo deben mantenerse y por qué deben mantenerse así. Además, a través de la identificación de los equipos críticos, podemos idear estrategias de mantenimiento que reduzcan el riesgo de fallo, y, mediante la recopilación del historial de trabajo, optimizar las estrategias para reducir el coste de mantenimiento de dichos activos.

Por lo tanto, una estrategia de mantenimiento facilitará una gestión más eficaz de los riesgos, reduciendo costes, tiempo y esfuerzo, además de garantizar el cumplimiento de la legislación sobre medio ambiente y seguridad. En este sentido, SAP proporciona las herramientas que se necesitan para ello, lo cual constituye una oportunidad para maximizar los beneficios de SAP en la empresa.

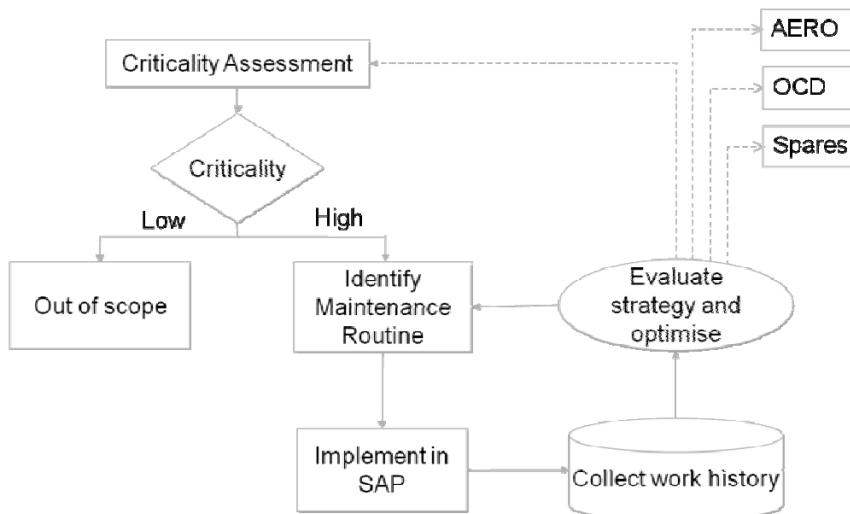


Figura 33 Proceso del determinación de tipos de riesgo

7.1 Valoración del estudio de riesgo

Un equipo se considera de riesgo cuando:

- Su fallo puede causar o contribuir a un accidente de alta gravedad.
- su finalidad es prever o limitar el efecto de un accidente grave.

El objetivo de esta etapa es identificar los equipos en tres áreas de estudio:

- Seguridad
- Medio Ambiente
- Operacional

⁵² Criticality Study

Así, los datos se desglosarán por áreas específicas de la central y por su disciplina, y se revisarán con los equipos de ingeniería pertinentes y personal operativo. La matriz de evaluación de riesgo consolidado (CRAM⁵³) será utilizada en la aplicación de resultados de impacto, empleando una gama de 1 a 6, donde 1 equivale a inseguridad insignificante y 6 catastrófica en las áreas de seguridad, medio ambiente u operacionalmente. Dichos equipos que obtengan 5 y 6 en alguna de esas tres áreas, serán clasificados como críticos. El resultado final de esta fase será la revisión y asignación de dicha escala para todas las nuevas ubicaciones técnicas y impacto final en SAP será mostrado en aquellas ubicaciones que tengan más de 5 en el estudio de la siguiente manera:

A - Seguridad

B - Medio Ambiente

C - Operacional

La figura 35 señala los resultados de los elementos críticos de las más de 600 ubicaciones funcionales instaladas en SAP en relación con los ventiladores de tiro inducido. Las tres primeras columnas se refieren a cada ubicación en SAP, su descripción en texto abreviado y el tipo de objeto técnico que corresponde. La columna «nivel» se refiere a los niveles funcionales, en este caso hace referencia a la ubicación más específica y concreta en la estructura jerárquica de SAP. La disciplina muestra si se refiere a un elemento mecánico o eléctrico. Las cuatro últimas columnas muestran la puntuación de las tres áreas mencionadas anteriormente. Para las ubicaciones de los ventiladores de tiro Seguridad fue el área más crítica y solo 8 elementos de los más de 600 llevarán a cabo una estrategia de mantenimiento en SAP.

SAP Functional Location or Hierarchy	Description of Plant Item	Object Type	Level	Discipline	Safety	Environment	Operation	Impact Score
RAT-U3-3550-BHZ-HNC10CP014	U3 ID FAN A TFR BUCHHOLZ REL	EUK106 Transformer	f	e	5	1	4	5
RAT-U3-3550-BHZ-HNC20CP014	U3 ID FAN B TFR BUCHHOLZ REL	EUK106 Transformer	f	e	5	1	4	5
RAT-U3-3550-FAN-HNC10AN001	U3 ID FAN A	EUK116 Fan	f	m	5	2	4	5
RAT-U3-3550-FAN-HNC20AN001	U3 ID FAN B	EUK116 Fan	f	m	5	2	4	5
RAT-U3-3550-TFR-HNC10GT001	U3 ID FAN 3A 11/6.6KV TFR	EUK106 Transformer	f	e	5	1	4	5
RAT-U3-3550-TFR-HNC20GT001	U3 ID FAN 3B 11/6.6KV TFR	EUK106 Transformer	f	e	5	1	4	5
RAT-U3-3555-INV-HNC10GU001	U3 VSD FOR ID FAN A		f	e	5	2	4	5
RAT-U3-3555-INV-HNC20GU001	U3 VSD FOR ID FAN B		f	e	5	2	4	5

Figura 34 Elementos considerados críticos tras realizar el estudio de los ventiladores de tiro inducido

⁵³ Ver Anexo XVI

8 EVALUACIÓN DEL PROYECTO Y ACCIONES FUTURAS

El objetivo principal de este proyecto fue crear un diseño e implementación de una estructura jerárquica de ubicaciones técnicas para registrar la nueva planta RCS instalada en la Central Térmica de *Ratcliffe-on Soar*. Esto se ha logrado a través de varios meses de capacitación y desarrollo en áreas técnicas a fin de obtener una mejor comprensión del sistema de reducción catalítica selectiva y a su vez de aspectos comerciales para obtener conocimientos especializados sobre el módulo de mantenimiento de planta de SAP para ingenieros. Además, este documento ha concretado los requisitos para una nueva estructura de codificación de PRA-KKS empleada en la identificación de las plantas de la Central Térmica de *Ratcliffe-on-Soar* y ha abordado los requisitos de codificación para una implementación exitosa de la planta RCS.

Los resultados mensurables del mismo, realizados por su autor junto con el equipo de desarrollo de SAP, son:

- Creación de más de 5.000 ubicaciones técnicas referidas a la unidad de generación 3 de la central así como la sección 'no unidad' de la misma⁵⁴.
- Más de 600 de tales ubicaciones relacionadas con los ventiladores de tiro inducido y unas 2.000 con la planta común de amoniaco fueron creadas y registradas por el autor de este documento.
- Determinación del tipo de riesgo (seguridad, medio ambiente y operatividad) de algunas de las más de 3.000 ubicaciones técnicas RCS en SAP.
- Inicio de algunas de las rutinas de mantenimiento para algunos de los elementos críticos⁵⁵. Además, se ha registrado un historial que permite mostrar el uso del sistema desde el momento de la creación de las ubicaciones en SAP.

Las figuras 36 y 37 hacen un recuento de los avisos procesados en SAP en relación a los ventiladores de tiro inducido así como de las órdenes de trabajo ejecutadas desde noviembre de 2011 (mes de creación de la ubicación de tales ventiladores). El motivo de dicho historial pretende comprobar si el sistema se ha utilizado por los diferentes trabajadores de la central y en caso contrario plantearse jornadas de formación para entender la nueva estructura instalada en SAP.

Notification	Notif.date	Description	Functional loc.	Order	Planner group	Priority	System status
10114296	06/11/2011	U3 B ID Fan I/L damper	RAT-U3-3550-DMP-B-INLET	1080296374	Z03	1	NOCO ORAS
10114287	06/11/2011	U3 B ID Fan D/C damper	RAT-U3-3550-DMP-B-OUTLET	1080296376	Z03	1	NOCO ORAS
10116507	01/12/2011	u3 B ID FAN LUBE SYSTEM ALARM	RAT-U3-3550-FAN		Z20	2	OSNO
10116802	05/12/2011	u3 B ID FAN VSD alarms	RAT-U3-3555-PNL-VSDB09		Z20	2	OSNO
10117027	06/12/2011	U3 ID Fan "B" Lub oil system alarm.	RAT-U3-3554		Z20	2	OSNO
10117082	07/12/2011	B ID Fan inlet damper	RAT-U3-3550-DMP-HNC02AA001	1080304033	Z03	2	NOCO ORAS
10117457	11/12/2011	u3 A ID FAN OUTLET DAMPER LINKAGE U/S	RAT-U3-3550-DMP-HNC01AA002	1080304101	Z01	3	NOPR ORAS
10118606	24/12/2011	U3 "B" ID Fan lub oil filter diff Alarm	RAT-U3-3554-FLT-HNC20AT001		Z01	1	NOCO
10120990	22/01/2012	B ID Fan vibes alarm p2/5	RAT-U3-3550-VIB-HNC20CY005	1080312970	Z03	2	NOCO ORAS
10121195	24/01/2012	u3 ID Fan B DE bearing vib p2	RAT-U3-3550-VIB	1080314898	Z20	2	NOCO NOPT ORAS
10124843	04/03/2012	U3 ID Fans lub oil leaks	RAT-U3-355		Z20	3	NOPR
10129276	20/04/2012	B' ID fan	RAT-U3-3550-IND		Z20	2	OSNO
10129319	21/04/2012	3B ID Fan lub oil pack alarm	RAT-U3-3554-VLV-HNC20AA004		Z20	2	NOPR

Figura 35 Colección del historial de avisos (notificaciones) en SAP para los ventiladores de tiro inducido

⁵⁴ Véase Anexo XVI

⁵⁵ Véase Anexo XVII

Order	Order Type	Bas. start date	Description	Functional loc.	Notification	Priority	User status	System status
1080296374	ZU01	07/11/2011	U3 B ID Fan I/Ldamper	RAT-U3-3550-DMP-B-INLET	10114296	1	COMP	TECO CNF PRT NMAT PRC SETC
1080296376	ZU01	07/11/2011	U3 B ID Fan I/C damper	RAT-U3-3550-DMP-B-OUTLET	10114287	1	COMP	TECO CNF PRT NMAT PRC SETC
1080297777	ZU03	15/11/2011	Replace ID Fan B VSD Circuit boards	RAT-U3-3550-FAN-B-AUTO		1	INPG	REL PRT NMAT PRC SETC
1080297940	ZU01	26/11/2011	A ID Fan brake thruster limit switch	RAT-U3-3550-BKR		3	COMP	TECO PRT MANC NMAT PRC SETC
1080300358	ZU03	26/11/2011	U3 ID Fan Temp Chiller Flush	RAT-U3-3550		1	COMP	CLSD PRT NMAT PRC SETC
1080304101	ZU01	13/12/2011	u3 A ID Fan OUTLET DAMPER LINKAGE U/S	RAT-U3-3550-DMP-HNC01AA002	10117457	3	INPG	REL PCNF PRT MANC NMAT PRC SETC
1080304033	ZU01	13/12/2011	B ID Fan Inlet damper	RAT-U3-3550-DMP-HNC02AA001	10117082	2	COMP	CLSD CNF PRT NMAT PRC SETC
1080304384	ZU01	14/12/2011	U3 'B' ID fan O/L damper	RAT-U3-3550-DMP-HNC02AA002		2	INPG	REL PRT NMAT PRC SETC
1080305716	ZU03	22/12/2011	Test Run ID Fans A & B	RAT-U3-3555-INV		3	COMP OBJ	TECO PRT GMPS NMAT PRC SETC
1080312124	ZU03	20/01/2012	U3 ID Fan Modify Coupling Gaurds	RAT-U3-3550		2	COMP	TECO PRT GMPS NMAT PRC SETC
1080312970	ZU01	25/01/2012	B ID Fan vibes alarm p2/5	RAT-U3-3550-VIB-HNC20CY005	10120990	2	COMP	TECO CNF PRT NMAT PRC SETC
1080314898	ZU01	01/02/2012	u3 ID Fan B DE bearing vib p2	RAT-U3-3550-VIB	10121195	2	COMP	TECO PRT MANC NMAT PRC SETC
1080317014	ZU03	10/02/2012	Unit 3 ID Fan Work	RAT-U3-3550		2	INPG	REL PRT NMAT PRC SETC
1080326086	ZU03	23/03/2012	U3 ID FAN CONTROL CABLE RE-ROUTE	RAT-U3-3550		3	SCHD	REL MANC NMAT PRC SETC
1080327925	ZU03	28/03/2012	U3 B ID Fan impeller inspection	RAT-U3-3550-FAN-HNC20AN001		1	COMP	TECO PRT MANC NMAT PRC SETC
1080330990	ZU03	16/04/2012	Plating/repair of ID fan crane leg	RAT-U3-3550		2	INPG	REL PRT NMAT PRC SETC
1080326422	ZU03	16/05/2012	Carry out listed works to U3 ID Fan VSD A	RAT-U3-3555-INV		3	SCHD	REL ESTC MANC NMAT PRC SETC

Figura 36 Colección del historial de órdenes de trabajo en SAP para los ventiladores de tiro inducido

En consecuencia, se pudo apreciar en dichas figuras que en la mayoría de los casos se utiliza el nivel más bajo en la estructura jerárquica en SAP, lo cual muestra el grado de conocimiento del sistema por parte de sus usuarios.

Así, en relación a los ventiladores de tiro inducido:

- Su implantación fue exitosa en el Sistema (SAP QGL y PGL) y como se puede apreciar en las figuras 36 y 37 los usuarios de SAP 'hacen uso' de las ubicaciones técnicas.
- Se ha finalizado el estudio de riesgo con 8 elementos críticos como resultado (alrededor de un 2%)
- Se ha empezado a realizar una estrategia de mantenimiento en cooperación con la principal empresa asociada a E.ON en materias de construcción y diseño de los ventiladores.

En lo que refiere a la planta de amoniaco:

- Instaladas las casi 2.000 nuevas ubicaciones técnicas en SAP QGL, que están siendo evaluadas en la actualidad y en el caso de ser exitosas, serán implementadas en SAP PGL en las próximas dos semanas.⁵⁶
- Las estrategias de mantenimiento y el estudio de riesgo de las ubicaciones técnicas de la planta de amoniaco están previstas para realizarse en Septiembre de 2012.

Asimismo, uno de los temas recurrentes en el proceso de creación de la estructura SAP fue el tratar con uno de las principales empresas asociadas a E.ON en el proceso de construcción del nuevo sistema RCS. La información descriptiva de los elementos de planta, la corrección de archivos en formato incorrecto y la inconsistencia entre las etiquetas empleadas en los equipos de la central y la información recibida han determinado una mayor lentitud de la esperada en la aplicación del proyecto, sólo parcialmente contrarrestada mediante la convocatoria de varias reuniones ingenieros de E.ON y personal externo a la empresa. Por esa razón, el objetivo fijado al comienzo del proyecto de cubrir una estrategia de mantenimiento para los elementos implementados en SAP tuvo que ser aplazado para los próximos meses en cooperación con el equipo de ingenieros de RCS. En consecuencia, las acciones futuras que se han configurado para los siguientes meses serán:

⁵⁶ Véase Anexo XV

- Producción de rutinas de mantenimiento planificado y listas de tareas, evaluaciones de riesgo y métodos para llevar a cabo dichas evaluaciones.
- Identificación de equipamiento de repuesto.
- Nuevo recuento y seguimiento del historial de mantenimiento para asegurarse de que el sistema ha sido utilizado.
- Desarrollar una estrategia de mantenimiento óptimo para la nueva planta.

Se revisarán todos los equipos identificados como críticos asegurando que se está realizando el mantenimiento adecuado. Allí donde no haya ninguna orientación local para el mantenimiento de equipos específicos, se desarrollarán estrategias genéricas con el fin de igualar todos los sitios de generación en la empresa así como de similares rutinas.

SAP permite recopilar una apropiada recolección de datos; por ejemplo, un sensor que no fue debidamente calibrado. Debemos también tener constancia de cómo se encontró y qué trabajo se hizo para así optimizar los intervalos entre la inspección y el mantenimiento de la rutina. Por lo tanto, la identificación de los equipos críticos y una recopilación de la historia de trabajo asociado con ellos nos permitirán evaluar las rutinas entradas en SAP y su modificación si es necesario. Procesos existentes como estrategias en AERO⁵⁷ y estrategias en el corte de producción de las unidades generadoras están siendo desarrollados y escritos para todos los equipos críticos mediante métodos FMEA⁵⁸. Se están elaborando normas SAP con plantillas para garantizar que los planes de mantenimiento, listas de tareas y la intercalación de la historia sean un proceso común a la Central Térmica y el resto de los sitios de generación.

Finalmente, quisiera destacar el esfuerzo notable y el interés mostrado por todos mis colegas durante las distintas fases de este proyecto. De igual modo, debe significarse muy positivamente el aprendizaje con los ingenieros de la Central Térmica de Ratcliffe durante un periodo de diez meses. En definitiva, una experiencia sumamente provechosa y una excelente oportunidad profesional y personal para iniciar mi carrera. Espero y deseo que este documento contribuya a una mejor comprensión del sistema de gestión informatizada en una Central Térmica.

⁵⁷ AERO: *Consolidated Asset Engineering Risks & Opportunities*

⁵⁸ FMEA: *Failure Modes and Effects Analysis*

