

**ACTUALIZACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA ESTRATEGIA DE
MANTENIMIENTO EN SAP PARA LA PLANTA DE BIODIESEL DE ACEITES
MANUELITA**

LEONARDO CARDONA CRUZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARMANGA**

2014

**ACTUALIZACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA ESTRATEGIA DE
MANTENIMIENTO EN SAP PARA LA PLANTA DE BIODIESEL DE ACEITES
MANUELITA**

LEONARDO CARDONA CRUZ

**Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de
especialista en gerencia de mantenimiento**

Director: MAURICIO YILMER CARMONA GARCÍA. Ph. D

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARMANGA**

2014

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo pudo ser realizado gracias a la colaboración y apoyo de distintas personas, sería inapropiado agradecer individualmente el gesto mostrado hacia mí por los equipos de trabajo de la planta de biodiesel, el departamento de mantenimiento, mi familia y mi tutor en la elaboración de este escrito.

Para todas estas personas y aquellas que de una u otra forma impulsaron mi meta, mis más sinceras notas de gratitud.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO Y DE MANTENIMIENTO	14
1.1 OBJETIVO GENERAL	14
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
1.3 JUSTIFICACIÓN	14
1.4 METODOLOGÍA DEL PROYECTO	15
1.4.1 Identificación de equipos	15
1.4.2 Validación y actualización de datos maestros	16
1.4.3 Rutinas de mantenimiento	16
1.4.4 Actualización de la estrategia en SAP	16
1.5 SISTEMA SAP	17
1.5.1 Módulo de gestión mantenimiento	17
1.5.1.1 Hoja de ruta en SAP	18
1.5.1.2 Planes de mantenimiento en SAP	22
1.5.2 Módulo de gestión de materiales	24
2. GENERALIDADES DEL SISTEMA PRODUCTIVO	26
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	27
2.1.1 Transesterificación	28
2.1.2 Esterificación acida	29
2.1.3 Purificación de la glicerina cruda	30

2.1.4 Purificación de la glicerina pura	30
2.1.5 Rectificación de metanol	31
2.1.6 Ácido cítrico	31
3. ACTUALIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA	32
3.1 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS	33
3.2 VALIDACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE DATOS MAESTROS	34
3.3 RUTINAS DE MANTENIMIENTO	39
3.3.1 Estándares y procedimientos de mantenimiento preventivo	39
3.3.2 Hojas de ruta	42
3.4 PLANES DE MANTENIMIENTO	43
3.4.1 Equipos para manutención	43
3.4.2 Lanzamiento de la estrategia	44
4. CONCLUSIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	51

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Interfaz del usuario para el módulo PM-SAP	18
Figura 2. Componentes de una hoja de ruta por instructivo	19
Figura 3. Texto explicativo para una orden de trabajo	20
Figura 4. Frecuencias del paquete de mantenimiento preventivo	21
Figura 5. Plan de mantenimiento individual por equipo	22
Figura 6. Plan de mantenimiento con fecha compartida	23
Figura 7. Plan de mantenimiento para una lista de equipos	23
Figura 8. Esquema de planificación por punto de pedido	25
Figura 9. Proceso productivo del biodiesel	27
Figura 10. Vista panorámica del edificio de biodiesel	32
Figura 11. Modificación del estatus de mantenimiento de un equipo	35
Figura 12. Creación de un nuevo equipo	37
Figura 13. Resumen clases para un motor eléctrico	38
Figura 14. Resumen clases bomba centrífuga después de la actualización	38
Figura 15. Relación costo beneficio en mantenimiento	43
Figura 16. Equipos asociados a un plan de mantenimiento	45
Figura 17. Datos básicos de la posición de mantenimiento	46
Figura 18. Parametrización de fechas para un plan de mantenimiento	46
Figura 19. Simulación gráfica de un plan de mantenimiento	47

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Especificaciones para el uso del diesel y el biodiesel	26
Tabla 2. Equipos mencionados en el proceso de biodiesel	28
Tabla 3. Clasificación de activos en SAP por tipo de equipo	33
Tabla 4. Clasificación de activos en campo por tipo de equipo	33
Tabla 5. Plantilla para la recolección de información en bombas	34
Tabla 6. Equipos duplicados en el sistema	35
Tabla 7. Equipos faltantes en campo	36
Tabla 8. Equipos faltantes en el sistema	36
Tabla 9. Equipos con actividades de mantenimiento compartidas	39
Tabla 10. Lista de procedimientos en sistema	40
Tabla 11. Hojas de ruta para faltantes	42
Tabla 12. Planes de mantenimiento por grupo de equipo	44

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Estatus de los equipos en el sistema	51
ANEXO B. Creación de equipos en el sistema	53
ANEXO C. Hojas de ruta	54
ANEXO D. Lubricación de rodamientos en motores	56
ANEXO E. Hojas de ruta por instructivo usadas	57

RESUMEN

TÍTULO: ACTUALIZACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO EN SAP PARA LA PLANTA DE BIODIESEL DE ACEITES MANUELITA*

AUTOR: LEONARDO CARDONA CRUZ**

PALABRAS CLAVES: SAP, Módulo PM, Hoja de ruta, Estrategia de mantenimiento, Equipos sujetos a manutención.

DESCRIPCIÓN:

Uno de los componentes esenciales para el funcionamiento de una organización productiva lo constituyen sus activos fijos o equipos mantenibles, la puesta en marcha de una estrategia de mantenimiento proporciona a la organización mayor confianza en sus sistemas productivos, ya que al intervenirlos de forma preventiva se disminuye su probabilidad de falla, obteniendo un incremento en la disponibilidad de equipos al tiempo que se preserva su principio de operación básica.

El proceso de actualización de una estrategia de mantenimiento inicia con la recolección de datos en campo, lo cual permite establecer un punto de comparación para validar la información alojada en el sistema, una vez determinada la base de datos de equipos, estos se clasifican por grupos de acuerdo al principio de operación y se establecen las actividades preventivas a ejecutar, las cuales conformaran los planes de mantenimiento para los equipos que sean sujetos a manutención. Finalmente y después de las simulaciones y ajustes en SAP estos son liberados en el sistema dando inicio a la estrategia de mantenimiento.

El presente escrito ilustra la metodología implementada para poner en marcha una estrategia de mantenimiento que preserve el ciclo de vida de los equipos mantenibles, aprovechando su máxima capacidad productiva

* Proyecto de grado

** Facultad de ingenierías físico-mecánicas. escuela de ingeniería mecánica. Director: Ing. Mauricio Yilmer Carmona García.

SUMMARY

TITLE: UPDATE AND IMPLEMENTATION OF THE MAINTENANCE STRATEGY USING SAP FOR THE OIL BIODIESEL PLANT MANUELITA*

AUTHOR: LEONARDO CARDONA CRUZ**

KEYWORDS: SAP, PM module, Roadmap, Maintenance Strategy, subject to equipment maintenance.

DESCRIPTION:

An essential component for the performance of a productive organization is its fixed assets or their maintainable equipments. The implementation of a maintenance strategy provides to the organization greater reliability in their production systems, since the failure probability is decreasing with preemptively actions, which results in an increase of the equipment availability, and at the same time in a preservation of the basic principle of operation.

The process of updating a maintenance strategy begins with the collection of in situ data, which allows to establish a baseline to validate information in the system. Once the database of these equipments is determinate, this are gathered into different groups according to the principle of operation and preventive activities to execute, which will make up the maintenance plans for the equipment that are subject to maintenance. Finally, after the simulations and adjustments in SAP these are released in the system beginning the maintenance strategy.

This document illustrates the methodology implemented to start up a maintenance strategy that could preserve the life cycle of these elements using its maximum capacity productive.

* Monograph

** School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization. Director: Mauricio Yilmer Carmona García, Ph.D

INTRODUCCIÓN

El grupo Manuelita hace parte del sector primario de la industria colombiana, con diversas líneas de producción como lo son la agroindustria azucarera, la industria camaronera, la producción de biocombustibles, entre otros.

A nivel del grupo, el sector de los biocombustibles está dividido en dos ramas, Bioetanol y Biodiesel. La planta de biodiesel de Aceites Manuelita está situada en los llanos orientales en el departamento del Meta, municipio de San Carlos de Guaroa. Cuenta con una capacidad instalada de 350.000 litros diarios¹, para lo cual se abastece del aceite crudo de palma (CPO) generado por la planta extractora ubicada en los predios aledaños.

Durante los casi cinco años de operación, la planta ha sido direccionada bajo el Planificador de Recursos Empresariales - Sistemas Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos (ERP SAP). En un principio la versión 4.7 soportó todas las actividades de mantenimiento y durante el cuarto año se realizó el cambio de versión a 6.0. Con el fin de llevar a cabo los objetivos planteados en el presente documento, se hará uso del ERP SAP, modificando, ingresando y/o validando las bases de datos de equipos cargadas en el sistema, así como los planes y rutinas de mantenimiento existentes para los activos de la unidad de biodiesel.

¹ http://www.manuelita.com/index.php?p=manuelitaaceitesybiodiesel/aceitesmanuelitas_a_&

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO Y DE MANTENIMIENTO

1.1 OBJETIVO GENERAL

Puesta en marcha de la estrategia de mantenimiento de la planta de biodiesel de Aceites Manuelita.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar los sistemas y subsistemas del proceso productivo.
2. Validar el listado maestro de equipos en planta.
3. Actualizar y modificar el contenido de equipos en el ERP SAP.
4. Enlazar las rutinas de mantenimiento de acuerdo al tipo de equipo y proceso para todos los activos sujetos a manutención.
5. Crear y/o modificar los planes de mantenimiento para los activos sujetos a manutención.
6. Lanzar una estrategia de mantenimiento para la planta acorde al proceso productivo.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Un sistema de mantenimiento brinda la posibilidad de detectar fallas potenciales, haciendo posible su corrección temprana al evitar daños mayores que terminen en pérdidas por parada de equipos². Uno de los componentes del sistema es el plan de mantenimiento, el cual permite sostener la disponibilidad e incrementar la confiabilidad de los equipos ofreciendo una mayor continuidad en la operación.

² Amendola, Luis. Organización y Gestión del Mantenimiento. Santiago de Chile: PMM Institute for Learning, 2007

Actualmente la planta cuenta con cerca de 1.800 activos fijos entre equipos e instrumentos sujetos a mantenimiento, distribuidos en cuatro edificios principales, Refinería, Biodiesel, Glicerina y Utilitarios. Parte esencial de las actividades realizadas en los equipos conlleva el uso de materiales, en SAP se encuentran creados cerca de 15.000 códigos de materiales pertenecientes al almacén de biodiesel, de los cuales cerca del 35% tienen planificación por punto de pedido. Es de aclarar que no todos los códigos son utilizados y actualmente se está trabajando en la revisión de los mismos para disminuir el costo del almacén, ya que en el pasado no existía una forma clara de creación de códigos lo que ocasionaba duplicidad en algunos materiales.

Este escrito pretende dar solución a las falencias detectadas en el sistema después de la actualización de la versión, generando una estrategia que permita maximizar los tiempos de disponibilidad de equipos, a través de la planeación de actividades que aseguren la detección temprana de fallas potenciales en los mismos.

1.4 METODOLOGÍA DEL PROYECTO

El proyecto cuenta con seis pasos agrupados en cuatro fases de implementación discriminadas en el capítulo cinco, a continuación se describe el proceso de obtención de los resultados para cada fase y el orden llevado a cabo para su implementación.

1.4.1 Identificación de equipos Para la recolección de datos en planta se formularon dos métodos de obtención de la información:

- Verificación del listado de equipos cargados en cada ubicación versus los equipos instalados en planta de acuerdo a la línea de proceso.
- Toma de datos de todos los equipos en cada uno de los pisos del edificio.

Una vez analizados, se optó por el segundo método como el más apropiado, lo anterior se soporta en que una recolección de datos en campo de manera exhaustiva asegura la inclusión de los equipos objeto del presente proyecto. El proceso se inicia en los pisos inferiores por pequeños sistemas como los de bombeo que agrupan bomba, motor, tanque y los instrumentos de medición; las

tuberías de proceso y sistemas adicionales se tratan al tiempo garantizando un barrido de toda la zona antes de migrar a los pisos superiores.

1.4.2 Validación y actualización de datos maestros Obtenidos los datos en campo se procederá a la tabulación de los mismos, para ello se elaboraran diferentes modelos en archivos planos de Excel dependiendo del tipo de equipo. Una vez ingresada la información se realizará la depuración de los equipos en SAP llevando a cabo labores como,

- Eliminación de equipos duplicados.
- Modificación de los textos si tuviera lugar.
- Ingreso de la información obtenida en el perfil del equipo.
- Creación de equipos faltantes.

1.4.3 Rutinas de mantenimiento La revisión de las tareas de mantenimiento se hará a partir de los procedimientos usados en la actualidad, se incluirán además las notas más relevantes de los manuales por tipos de equipos, por último se incluirán las actividades que por experiencia del personal son requeridas en los mismos. Hecho esto, se modificará la información en SAP de tal forma que las hojas de ruta usadas en los planes de mantenimiento contengan la información de las actividades realizables en cada intervención.

1.4.4 Actualización de la estrategia en SAP Validados y actualizados en SAP los equipos existentes en planta y modificadas las rutinas de mantenimiento ajustándose a lo requerido por el proceso, se procederá a la definición de los equipos para manutención, los cuales estarán incluidos en los planes de mantenimiento de la estrategia.

Los criterios de selección de los equipos están definidos por Aceites Manuelita S.A., dichas políticas no serán objeto de estudio, por tanto no se incluirán en el presente escrito. Obtenidos los equipos bajo los lineamientos anteriores se tendrán dos grupos, el primero con los equipos llevaderos a la falla y el segundo con los equipos sujetos a mantenimiento, haciendo uso de este último grupo se asignará en SAP el equipo a cada plan de mantenimiento según lo descrito en la anterior fase.

1.5 SISTEMA SAP

El planificador de recursos empresariales (ERP) SAP, es un sistema integrado para la gestión y administración de empresas. Este ofrece soluciones en diferentes entornos mediante la interconexión de módulos, estos módulos son:

- AM Administración de recursos.
- CO Control.
- FI Módulo de finanzas.
- HR Recursos humanos.
- IS Soluciones integrales.
- MM Manejo de materiales.
- OC Oficinas y comunicación.
- PM Mantenimiento de planta.
- PP Planificación de producción.
- PS Manejo de proyectos.
- QA Aseguramiento de la calidad.
- SD Ventas y distribución.

1.5.1 Módulo de gestión mantenimiento Permite la planeación, el control de las actividades de mantenimiento y la administración de servicios para asegurar la disponibilidad de los sistemas operativos. El módulo está constituido por seis sub-módulos³ que facilitan su integración y manejo interno, estos sub-módulos son:

- PM-EQM: Objetos técnicos y de equipos.
- PM-PRM: Mantenimiento preventivo.
- PM-WOC: Administración de ordenes de mantenimiento.
- PM-PRO: Proyectos de mantenimiento.
- PM-SMA: Administración de servicios.
- PM-IS: Sistema de información de mantenimiento de planta.

El ingreso y manejo de la información se realiza a través de la interfaz gráfica ilustrada en la figura 1.

³ FLOREZ, Oscar Jaimes. Plan de mantenimiento para los equipos críticos de la planta de producción de Nexans Colombia S.A. aplicando SAP. Monografía de grado Especialista en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas Escuela de ingeniería Mecánica. 2013.

Figura 1. Interfaz del usuario para el módulo PM-SAP



El módulo PM se comunica con el de materiales a través de transacciones que permiten ligar repuestos y servicios de manera exclusiva a cada equipo⁴, de esta forma podemos obtener datos sobre las reparaciones y los elementos utilizados en ellos, igualmente podemos preparar labores de mantenimiento basados en el historial de intervenciones planeando efectivamente una intervención futura.

1.5.1.1 Hoja de ruta en SAP Uno de los componentes básicos del sistema de mantenimiento SAP, es la hoja de ruta, en la cual se listan las tareas a ejecutar en cada una de las actividades de mantenimiento. Para hacer uso de esta en un plan de mantenimiento se debe asignar a una o varias posiciones de mantenimiento, de forma que las operaciones descritas en el instructivo se generen para los equipos

⁴ RAMSAY DIETZ, Lisa. Sap en la empresa. Madrid: Anaya multimedia, 2000.

con las frecuencias definidas en el paquete de mantenimiento. El planificador de SAP posee tres tipos de hojas de ruta (ver anexo C) según la necesidad.

- Hoja de ruta para equipo: son utilizadas por lo general en equipos claves dentro del proceso y cuyo mantenimiento se cumple rigurosamente ya que poseen un enlace específico con el mismo, permitiendo realizar actividades que solo tienen validez en el equipo asignado.
- Hoja de ruta para ubicación técnica: se emplea cuando el mantenimiento es realizado por unidades de proceso, esta facilita la integración de todas las labores de mantenimiento ejecutables a cada equipo dentro de un sistema, la diferenciación de las actividades se hace mediante las operaciones en el grupo de hojas de ruta.
- Hoja de ruta por instructivo: son usadas para crear actividades básicas de mantenimiento, no están ligadas a ningún equipo o estructura y pueden ser usadas de forma simple en cualquier plan a través de una posición de mantenimiento en un grupo de hojas de ruta.

Por su flexibilidad la hoja de ruta por instructivo es la más usada para la generación de planes, en la figura 2 se ilustran sus componentes principales.

Figura 2. Componentes de una hoja de ruta por instructivo

Modificar instrucción: re.

GrHRuta PREVENT. CENTRIFUGA WESFALIA

Resumen general operación

Op.	Descripción operación	T.
0010	MANTTO TIPO A (15 DIAS)	
0020	MANTTO TIPO B (MENSUAL)	
0030	MANTTO TIPO C (2 MESES)	
0040	MANTTO TIPO D (4 MESES)	
0050	MANTTO TIPO E (CADA 6 MESES)	
0060	MANTTO TIPO F (CADA 12 MESES)	
0210		

Modificar instrucción: operación trabajo interno

GrHRuta CENTWESF MANTTO PREVENT. CENTRIFUGA WESFALIA

Operación/Suboperación 0020 /

Clave de modelo

Txt.brv.operación MANTTO TIPO B (MENSUAL)

Puesto tbjo./Centro MANTBD04 / 2110 MANTTO INSTRUMENTACION

Clave de control PM01 Mantenimiento - propio

Conjunto

Estado instalación 1 En funcionamiento

Factor ejecución 1 Cantidad oper.fija

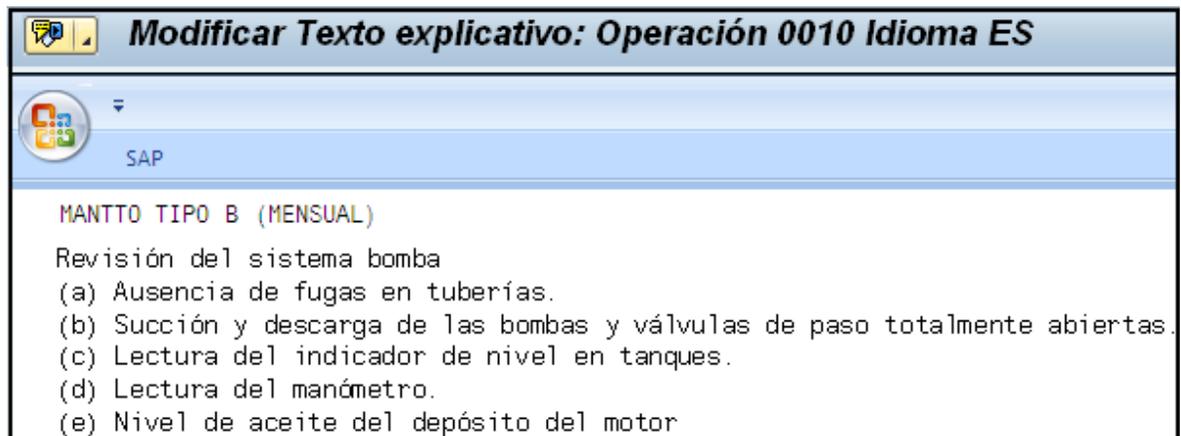
Valores prefijados

Trabajo	2 H	Clase actividad	MOMTO
Cantidad	1	Porcentaje	100
Duración normal	2 H	Distr.tbjo.interno	

Los principales elementos de la hoja de ruta son:

- Operación: es la actividad principal a realizar dentro de la ruta, todas las operaciones y sub-operaciones involucran el ejecutor, la duración y el paso a paso de la tarea, este último se incorpora como texto y es adicionado por el sistema en cada orden de trabajo, la figura 3, ilustra un ejemplo de ello.

Figura 3. Texto explicativo para una orden de trabajo



- Sub-operaciones: es el componente que permite la adición de otras labores ejecutables por especialidades dentro de una misma actividad, estas son listadas jerárquicamente después de la operación en la hoja de ruta y pueden tener frecuencias de ejecución diferentes, las cuales aparecen la orden de trabajo de acuerdo con el paquete de mantenimiento asignado.
- Paquetes de mantenimiento preventivo: corresponde a la lista de frecuencias disponibles para las actividades de mantenimiento, estas pueden ser en horas o días. En la planta de biodiesel la unidad seleccionada es días y su duración mínima es de 8 días e incrementa semanal, mensual y anualmente hasta los dos años. La figura 4 ilustra la selección en SAP para la hoja de ruta.

Figura 4. Frecuencias del paquete de mantenimiento preventivo

Vis.instrucción: Res.paquetes mantenimiento

Paquete mantenimiento preventivo Propia Externo Cab. Plan

GrHRuta CENTWESF MANTTO PREVENT. CENTRIFUGA WESFALIA ContGrpoHR 1

Resumen oper.paquetes mant.prev.

Op.	SOp	Descripción operación	A	B	C	D	E	F	G	H	I
0010		MANTTO TIPO A (15 DIAS)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0020		MANTTO TIPO B (MENSUAL)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0030		MANTTO TIPO C (2 MESES)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0040		MANTTO TIPO D (4 MESES)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0050		MANTTO TIPO E (CADA 6 MESES)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0060		MANTTO TIPO F (CADA 12 MESES)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Selección de paquete operación : 0010

Paqt.	Txt Paquete	Jerarquía
A	MANT. CADA 8 DIAS	A
B	MANT. CADA 15 DIAS	B
C	MANT. CADA 30 DIAS	C
D	MANT. CADA 60 DIAS	D
E	MANT. CADA 90 DIAS	E
F	MANT. CADA 120 DIAS	F
G	MANT. CADA 180 DIAS	G
H	MANT. CADA 270 DIAS	H

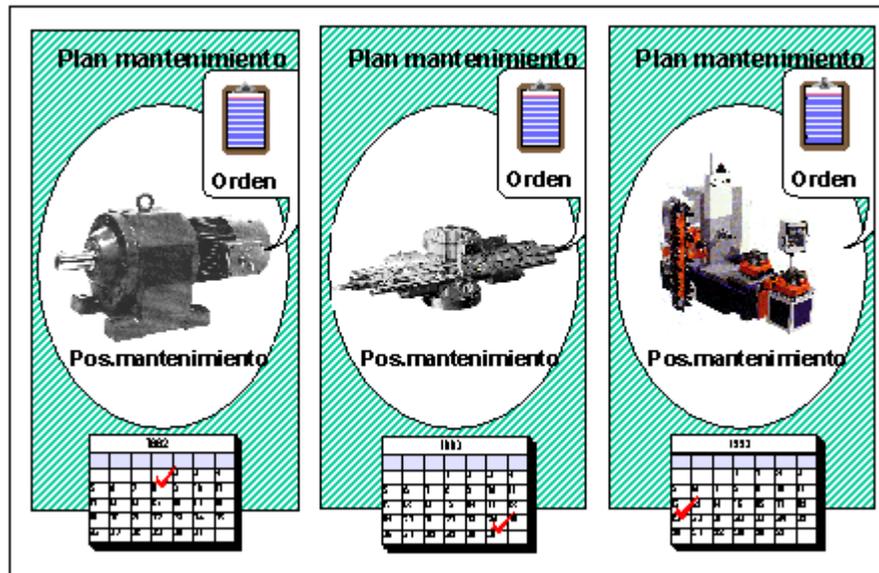
- Componentes de materiales: están representados por los materiales de cambio requeridos para la ejecución de una actividad rutinaria como el cambio de aceite en los reductores y son cargados directamente a la operación desde la hoja de ruta. Mediante la integración de los módulos, el sistema desde PM verifica la existencia de material en el modulo MM y advierte al usuario antes de liberar la orden en caso no tener existencias para atender la misma. De igual forma el sistema calcula las cantidades requeridas de todos los componentes en hojas de ruta y alerta al planificador de materiales sobre la falta de consumibles para cubrir las necesidades de mantenimiento.

- Medios auxiliares de fabricación: dentro de las funcionalidades de la hoja de ruta, SAP permite la asignación de trabajos a otros talleres cuando los propios no lo puedan proveer como la fabricación de piezas o calibración certificada de instrumentos. Esta actividad se registra de forma similar a una operación haciendo un cambio en el personal responsable y en la clave de control.

1.5.1.2 Planes de mantenimiento en SAP Según el tipo de equipos y la frecuencia de ejecución de las actividades se pueden configurar tres tipos de planes de mantenimiento:

- Diversos equipos con diversas fechas: para este caso se asigna un plan de mantenimiento para cada objeto como se ilustra en la figura 5, creando fechas independientes para la ejecución de las labores. Este tipo de plan es el más común por su flexibilidad.

Figura 5. Plan de mantenimiento individual por equipo⁵



- Diversos equipos con una misma fecha: este ciclo (ver figura 6) se presenta por lo general en plantas con sistemas de respaldo, para este grupo de equipos el sistema genera una toma de mantenimiento (orden de trabajo) para cada objeto con una fecha de ejecución común.

⁵ <https://help.sap.com>

- Sistemas de equipos: para este caso (ver figura 7) el sistema genera una sola orden para los equipos incluidos en la lista de objetos de la orden.

Figura 6. Plan de mantenimiento con fecha compartida⁶

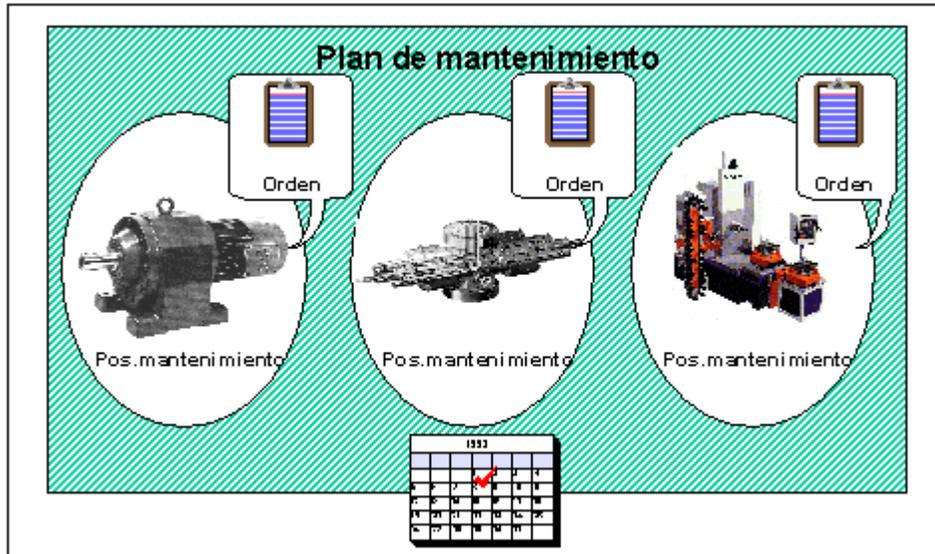
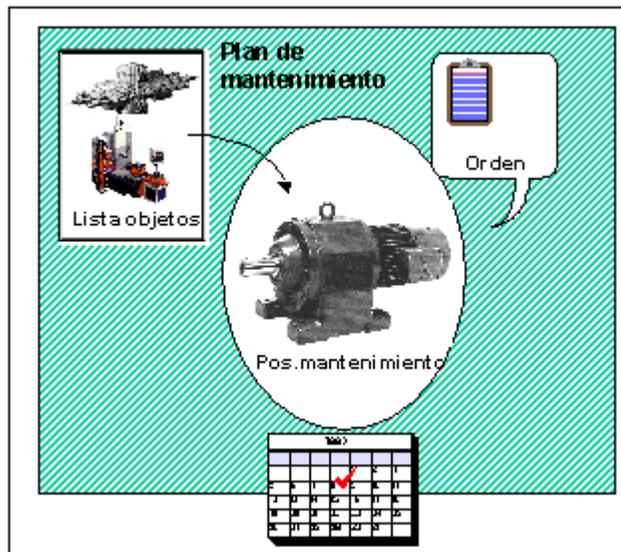


Figura 7. Plan de mantenimiento para una lista de equipos⁷



⁶ <https://help.sap.com>

⁷ <https://help.sap.com>

Complementariamente SAP estructura los planes de mantenimiento en función del tiempo y en función la actividad.

- Planes de mantenimiento en función del tiempo: son realizables para ciclos concretos de tiempo, por ejemplo, semanal, mensual o cada cierto número de horas, estos se denominan plan de ciclo individual o plan de estrategia, dependiendo si tiene una o varias frecuencias respectivamente.
- Planes de mantenimiento en función de la actividad: permiten planificar las actividades por medio de contadores vinculados a puntos de medida, esto significa que se crea una variable y se liga al equipo, posteriormente esta variable es actualizada en el sistema y este calcula el lanzamiento de la orden para la ejecución de la labor. Como en el caso anterior también se puede recurrir a planes de estrategia si se tienen varios equipos con contadores.

1.5.2 Módulo de gestión de materiales Este módulo comprende todas las funciones relacionadas con el aprovisionamiento, adquisición y control de la cadena de suministro, integrando otras áreas funcionales de SAP como, las compras, la planificación de necesidades, la gestión de stocks, las entradas de mercancías entre otros.

El módulo de manejo de materiales (MM), esta compuesto por siete sub-módulos que permiten además de su administración la interacción con las otras áreas de SAP, estos sub-módulos son:

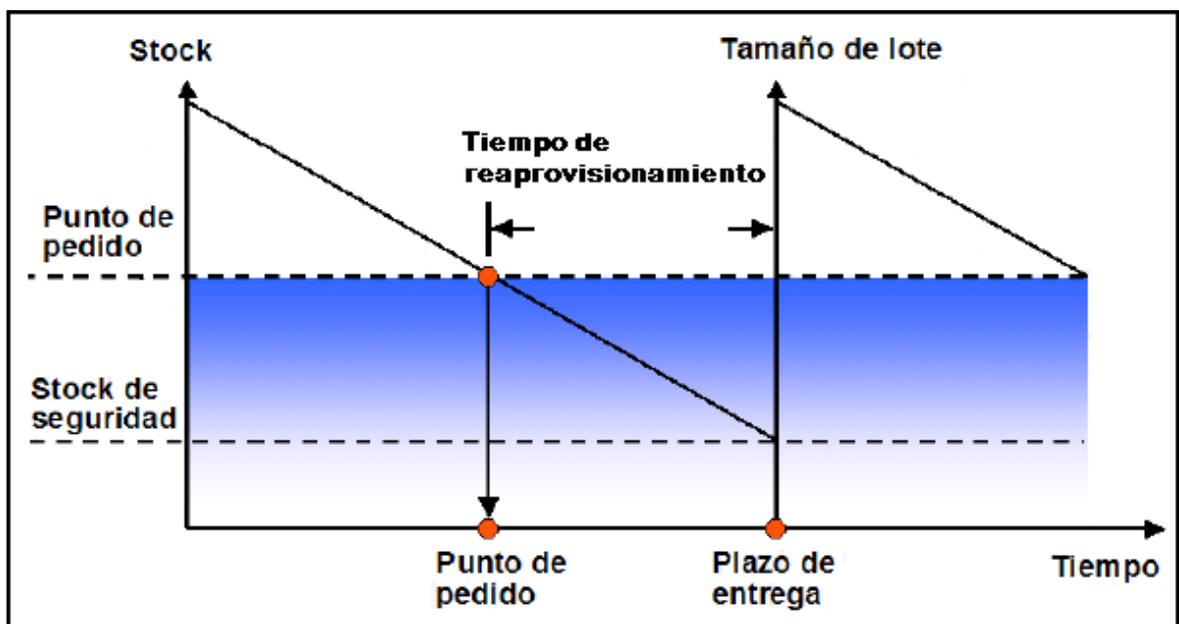
- MM-IM: Gestión de inventarios.
- MM-IV: Verificación de facturas.
- MM-PUR: Compras.
- MM-EDI: Intercambio electrónico de datos.
- MM-WM: Gestión de almacenes.
- MM-CBP: Planificación de necesidades.
- MM-SRV: Gestión de servicios.

Uno de los módulos mas relevantes por su implicación en el mantenimiento de equipos es el de planificación de necesidades, ya que a través de el se establecen los parametros de stock de materiales, distinguiendo tres modalidades según la criticidad y valor de los mismos. A continuación se describen las modalidades de planificación:

- Sin planificación de necesidad (ND): Obedece a elementos que son de baja rotación y alto costo, generalmente son valorados por el usuario quien determina su necesidad de pedido, pueden convertirse en materiales críticos dependiendo de su uso final, en cuyo caso afectan el valor del almacén pero disminuyen el riesgo de pérdida por lucro cesante.
- Planificación automática (VM): Este método se aplica en materiales de muy alta rotación y bajo costo, cuya demanda puede verse afectada por la producción. El sistema calcula periódicamente los consumos y pronostica el pedido de compra basado en el tiempo de reposición y la rata de consumo.
- Planificación por punto de pedido (VB): Es quizás la estrategia mas usada en el aprovisionamiento de materiales, este inicia cuando el total del stock y las entradas fijas se encuentran por debajo del punto de pedido.

El punto de pedido debe cubrir las necesidades de material promedio esperadas durante los plazos de reaprovisionamiento, mientras el stock de seguridad cubre los consumos excesivos de material dentro del plazo de reaprovisionamiento y cualquier necesidad adicional que pueda surgir durante los retrasos en entregas. Su ciclo de operación es detallado en la figura 8.

Figura 8. Esquema de planificación por punto de pedido



2. GENERALIDADES DEL SISTEMA PRODUCTIVO

El biodiesel es un sustituto del diesel de petróleo para motores de combustión interna. La tabla 1 contiene las especificaciones acorde con las normas europeas (EN) y las normas internacionales (ISO), el biodiesel puede ser producido a partir de materias primas agrícolas como grasas vegetales o animales en presencia de un catalizador, generando glicerina como un subproducto general del proceso.

Tabla 1. Especificaciones para el uso del diesel y el biodiesel⁸

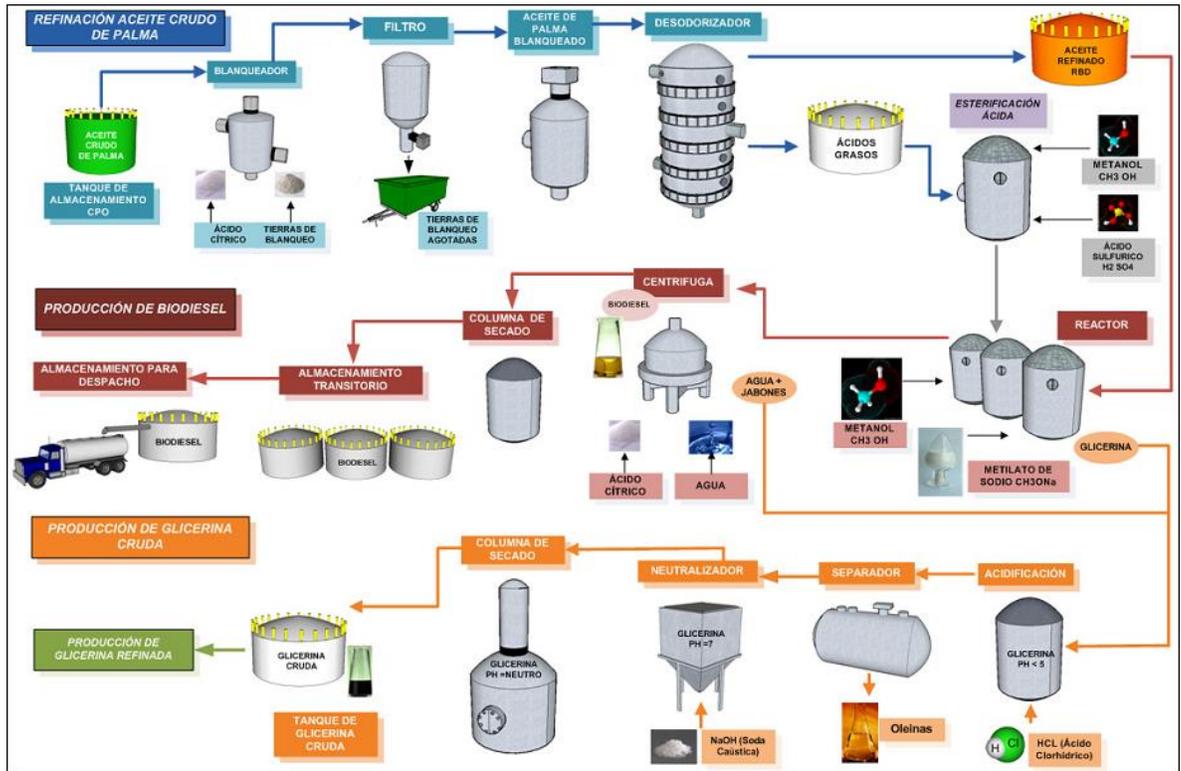
Parámetro	Norma	Unidades	UNE EN 590 Diesel	Limite CEN/TC 19 Biodiesel
Densidad (15°C)	EN ISO 12185	g/cm ³	0.820-0.845	0.860-0.900
Viscosidad Cinemática 40°C	EN ISO 3104	cSt	2.0-4.5	3.5-5.0
Punto Inflamación	EN 22719 ISO/CD 3679	°C	55 min.	101 min.
Azufre	EN ISO 14596	ppm	350 máx.	10 máx.
Residuo Carbonoso(10%)	EN ISO 10370	%	0.30 máx.	0.30 máx.
Contaminación Total	EN 12662	ppm	24 máx.	24 máx.
Agua	EN ISO 12937	ppm	200 máx.	500 máx.
Corrosión al cobre	EN ISO 2160	-	Clase 1	Clase 1
Cenizas Sulfatadas	EN ISO 6245 ISO 3987	%	0.01 máx.	0.02 máx.
Estabilidad Oxidación	EN ISO 12205 prEN 14112	mg/l	25 máx.	6 h min.
Número de Cetano	EN ISO 5165	-	51 min.	51 min.
Índice de Cetano	EN ISO 4264	-	46 min.	

Para la obtención del biodiesel, el aceite crudo de palma (CPO) debe ser tratado en principio en el edificio de refinación a través de una serie de procesos para obtener un aceite refinado, blanqueado y desodorizado (RBD), que se transforma en la materia prima para la obtención del biodiesel en la siguiente etapa del proceso⁹.

⁸ CIRIA, J. Ignacio. "Propiedades y características de combustibles diesel y biodiesel". Internet (<http://recursoslibres.files.wordpress.com/2011/10/propiedades-y-caracteristicas-e-diesel-y-biodiesel.pdf>).

⁹ GANDUGLIA, Federico. Manual de biocombustibles, asociación regional de petróleo y gas natural en Latinoamérica y el Caribe. Bogotá, 2009.

Figura 9. Proceso productivo del biodiesel¹⁰



2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

La unidad de biodiesel cuenta con dos tipos de procesos diferentes e independientes que se ilustran de forma global en la figura 9. El primero denominado transesterificación aprovecha el RBD proveniente de la refinera, el segundo conocido como esterificación ácida tiene como compuesto principal los ácidos grasos presentes en el CPO, los cuales son obtenidos en la refinera de aceite mediante el proceso de desodorización.

Estos procesos son descritos a continuación teniendo en cuenta la tabla 2, en la cual se mencionan los equipos mencionados en cada etapa del proceso, según la taxonomía usada en la planta de biodiesel de aceites Manuelita

¹⁰ <http://www.manuelita.com/index.php?p=manuelitaaceitesybiodiesel/procesoproductivo/procesodeplanta&>

Tabla 2. Equipos mencionados en el proceso de biodiesel

Equipo en texto	Denominación
Unidad 166	SISTEMA PURIFICACION CONDENSADO GLICERINA
Tanque flash V4	TANQUE 163V4 FLASH METHANOL
Tanque S1	TANQUE SEPARADOR DE FASE 166S1
Separador V7	TANQUE 163V7 LAVADO METILESTER
Columna 163C1	COLUMNA 163C1 DESTILACION BIODIESEL
Inter. Biodiesel E4	INTERCAM PRECALENTADOR METILIESTER 163E4
Intercambiador E5	INTERCAM 163E5 CALENTADOR METILIESTER
Intercambiador E6	INTERCAM CONDENSADOR METILIESTER 163E6
Reactor A1	REACTOR 191A1 ESTERIFICACION ACIDA
Bomba 191	BOMBA 191P1 ALIM TK ESTERIFICACION ACIDA
bomba 909	BOMBA P909 SUCCION TANQUE ACIDOS GRASOS
Unidad 160	SISTEMA RECTIFICACION METHANOL BIODIESEL
Tanque V801	TANQUE V801 ALMACENAMIENTO ACID/SUFURICO
Bomba P826	BOMBA P826 DISTRIBUCION ACIDO SULFURICO
Bomba 166P4	BOMBA TRANSFERENCIA ACIDO GRASO 166P4
Tanque evap V3	TANQUE 191V3 REACTOR FLASH ESTERIFICAC
Intercambiador E2	INTERCAMB 191E2 ENFRIADOR ESTERIF. ACIDA
Separador V2	TANQUE 191V2 DECANTADOR ESTERIFICACION
Bomba 166P2	BOMBA TRANSFERENCIA GLICERINA 166P2
Unidad 163	SISTEMA PROD METILESTER GLICERINA BODIE
Intercambiador E1	INTERCAMBIADOR DE CALOR 166E1
Evaporador V1	TANQUE 166V1 VAPORIZADOR DE METHANOL
Separador S1	TANQUE SEPARADOR DE FASE 166S1
Tanque V3	TANQUE 166V3 DE PASO GLICERINA
Intercambiador E3	INTERCAMBIADOR PRECALENTADOR GLICE 166E3
Columna 166C1	COLUMNA 166C1 DESTIL. GLICERINA METHANOL
Inter. Methanol E4	INTERCAMBIADOR SOBRECALENTADOR GLI 166E4
Columna 160C1	COLUMNA 160C1 DESTILACION GLICERINA
Tanque V2	TANQUE V160V2 ALMACENAMIEN METHANOL SECO

2.1.1 Transesterificación Es el método por el cual se convierte el aceite, el metanol y el metilato de sodio en biodiesel, dicho proceso se lleva a cabo en cuatro reactores, en el reactor cero se realiza la dosificación y mezcla de las materias primas, el metanol es adicionado para mejorar el rendimiento de la reacción y evitar que se revierta.

La mezcla es alimentada al primer ciclo de la reacción compuesta por el reactor 1 y la bomba de recirculación que controla el nivel de la mezcla en el reactor, como resultado de la reacción se obtienen glicerinas y jabones los cuales son enviados a la unidad 166 para ser tratados posteriormente. La fase ligera de la mezcla es enviada al reactor 2 donde se adicionan metanol y metilato, la reacción generada produce glicerina rica en estos componentes por ello es enviada al reactor cero para su aprovechamiento. La fase ligera de esta reacción es enviada al reactor tres con una previa dosificación de metanol y metilato, donde es agitada obteniendo una mezcla de biodiesel lista para la etapa de separación, las glicerinas y jabones sobrantes de la mezcla son enviadas a la unidad 166.

El biodiesel es llevado a un tanque flash V4 donde se capta cerca del 80% del metanol presente en la mezcla mediante la circulación de la misma. Seguidamente el producto se envía a un tanque de separación por gravedad S1, en este el metanol restante y los demás componentes no deseables de la mezcla son retirados por el fondo del tanque y enviados a la unidad 166 para su tratamiento.

En este estado el biodiesel aún contiene trazas de glicerina, jabones y catalizador, estas impurezas son eliminadas a través de dos lavados con agua y ácido cítrico en el separador V7, allí es calentado y enviado a la centrífuga donde la fase agua-glicerina es enviada para recuperación en la unidad 166, mientras que el biodiesel húmedo es llevado a la columna de purificación 163C1 mediante el paso a través de dos intercambiadores E4 y E5, donde alcanza los 160°C, evaporando los últimos residuos de metanol y agua. El metanol resultante de la columna 163C1 es condensado en el intercambiador E6 y es enviado a la unidad de rectificación de metanol para ser recuperado en la unidad 160, mientras que el biodiesel terminado es enfriado hasta los 50°C y enviado para almacenamiento.

2.1.2 Esterificación ácida El objetivo de la unidad de esterificación ácida es producir biodiesel a partir del contenido de ácidos grasos en los aceites y grasas con alta acidez, la reacción se lleva a cabo en el reactor A1 donde es adicionado metanol y ácido sulfúrico como catalizador para obtener biodiesel.

Los aceites y grasas con alta acidez provenientes de la unidad de refinería de aceite son enviados a un tanque pulmón, el cual por medio de la bomba P909 transfiere el ácido graso a la unidad 191. La bomba 191P1 envía los ácidos grasos y el metanol proveniente de la unidad 160 al intercambiador E1 y de allí al reactor A1. El ácido sulfúrico es suministrado del tanque pulmón V1 mediante la bomba 166P4.

Los ácidos grasos, el metanol y el ácido sulfúrico reaccionan en el reactor A1 durante dos horas a una temperatura de 130°C y una presión entre 10 y 11 bar transformándolos en biodiesel. La glicerina generada junto con el exceso de metanol y ácido sulfúrico son enviados al tanque evaporador V3, donde se evapora y recupera el metanol, la mezcla restante pasa por el intercambiador E2 para bajar su temperatura y luego va a un tanque separador V2, donde es dividido en dos fases. La fase ligera es biodiesel con trazas de metanol, esta es enviada por la bomba 166P2 a la unidad 163, mientras que la fase pesada compuesta por glicerina con algo de ácido sulfúrico y metanol es enviada a la unidad 166.

2.1.3 Purificación de la glicerina cruda La separación de jabones se realiza mediante la acidificación de la glicerina, los ácidos grasos restantes y la glicerina, son enviados a un tanque pulmón para ser bombeados hacia el intercambiador E1 e inyectados en el evaporador V1. El metanol remanente es evaporado y enviado a la unidad 160, al tiempo que la mezcla saliente es llevada a un reactor para la adición de ácido cítrico.

La composición resultante se transporta a un separador S1, donde la glicerina saliente es enviada a un reactor para ajustar su ph, una vez neutralizada se envía por desborde hacia el tanque pulmón, al tiempo que los ácidos grasos son bombeados hacia el tanque de almacenamiento para su uso en la esterificación.

2.1.4 Purificación de la glicerina pura La glicerina proveniente del reactor A1 que contiene metanol y agua, es enviada por rebose al tanque pulmón V3 y bombeada a un intercambiador de placas E3, donde es precalentada con la glicerina libre de metanol que sale de la columna de concentración 166C1.

La glicerina precalentada por el intercambiador E3 ingresa a la columna de concentración C1, esta es circulada a través de un intercambiador E4, el cual permite incrementar la temperatura de la glicerina en la columna C1, logrando la evaporación del metanol húmedo, a la vez que es enviado a la columna de destilación de metanol en la unidad 160 mientras que la glicerina obtenida es transferida al tanque de almacenamiento.

2.1.5 Rectificación de metanol El metanol proveniente de las unidades de proceso es recogido en el tanque V1, de allí pasa a un intercambiador antes de ingresar a la columna de destilación C1 para ser evaporado. El metanol condensado y rectificado es enfriado y enviado al tanque V2.

El metanol puro es enviado desde el tanque primario hasta el tanque pulmón V2, donde es mezclado con el metanol rectificado en la columna C1, este a vez se envía a las unidades de esterificación ácida y de transesterificación.

2.1.6 Ácido cítrico Luego de la etapa de producción en los reactores 1 y 2, el biodiesel es lavado con una solución de ácido cítrico, facilitando la remoción de los jabones en la centrífuga, el ácido es preparado en un tanque agitador obteniendo una solución rica en cítrico, que es llevada al tanque pulmón para ser inyectada al proceso en la etapa de circulación del tanque separador 163V7.

3. ACTUALIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA

El edificio de biodiesel esta distribuido en seis pisos como se indica en la figura 10, los dos primeros concentran la mayoría de los equipos rotativos, mientras que en los restantes se ubican equipos de proceso como las columnas y tanques que por su tamaño ocupan gran parte de la estructura.

Figura 10. Vista panorámica del edificio de biodiesel¹¹



De acuerdo con la información obtenida de SAP, el edificio de Biodiesel cuenta con 509 equipos, estos a su vez fueron agrupados en 22 tipos lo que permite establecer una base de comparación inicial con el trabajo a realizar en campo, los grupos obtenidos se ilustran en la tabla 3.

¹¹ http://co.geoview.info/planta_de_biodiesel_aceites_manuelita_sa,24844515p

Tabla 3. Clasificación de activos en SAP por tipo de equipo

Tipo de equipo	Cant	Tipo de equipo	Cant
Transmisores de flujo	39	Bombas centrifugas	39
Válv. Controladoras de flujo	29	Bombas desp. Positivo	11
Transmisores de nivel	36	Reductores de ejes paralelos	5
Válv. Controladoras de nivel	7	Mezcladores	8
Válv. Controladoras de presión	24	Separadores centrifugos	2
Transmisores de presión	40	Puente gruas	4
Transmisores de temperatura	52	Motores eléctricos	51
Válv. Controladoras temperatura	10	Tanques de proceso	41
Válv. Controladoras de proceso	40	Reactores de proceso	6
Válv. Control presión/vacio	11	Intercambiadores	22
Válvulas de seguridad	27	Analizadores de Ph	5

3.1 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

Siguiendo el método descrito en el numeral 1.4, se realizó la toma de datos en campo. Primero se delimitaron los subsistemas y se procedió a la toma de datos de los equipos periféricos, para luego continuar con los del sistema. Los datos obtenidos se tabularon siguiendo el mismo patrón usado para los equipos registrados en SAP. Los 513 equipos identificados son clasificados en la tabla 4.

Tabla 4. Clasificación de activos en campo por tipo de equipo

Tipo de equipo	Cant	Tipo de equipo	Cant
Transmisores de flujo	39	Bombas centrifugas	38
Válv. Controladoras de flujo	31	Bombas desp. Positivo	11
Transmisores de nivel	37	Reductores de ejes paralelos	5
Válv. Controladoras de nivel	7	Mezcladores	8
Válv. Controladoras de presión	24	Separadores centrifugos	2
Transmisores de presión	37	Puente gruas	4
Transmisores de temperatura	59	Motores eléctricos	51
Válv. Controladoras temperatura	12	Tanques de proceso	39
Válv. Controladoras de proceso	40	Reactores de proceso	6
Válv. Control presión/vacio	11	Intercambiadores	22
Válvulas de seguridad	26	Analizadores de Ph	4

3.2 VALIDACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE DATOS MAESTROS

Una vez concluida la etapa de recolección de datos se evidenció la pérdida de información en algunos de los equipos, esto en su mayoría a causa del ambiente de trabajo al cual están expuestos. Fue necesario acudir a toda la información disponible (servidor de mantenimiento, proveedores y fabricantes) con el objeto de consolidar la mayor cantidad posible de datos para la actualización de los equipos.

Una vez recolectados los datos se generaron plantillas en Excel para la tabulación de los mismos como se ilustra en la tabla 5. Para su creación se tomaron en cuenta las variables más relevantes de cada tipo de equipo facilitando la revisión posterior de los ítems.

Tabla 5. Plantilla para la recolección de información en bombas

C	E	F	G	H	K	L	M	N
SUBSISTEMA ^A	TAG DE PLANTA ^A	DESCRIPCION DEL EQUIPO ^A	MARCA BOMBA ^A	MODELO BOMBA ^A	CABEZA BOMBA ^A m	CAUDAL BOMBA ^A m ³ /h	VELOCIDAD BOMB ^A	MARCA SELLO ^A
Destilacion de metanol	160P5	Bomba recirculacion columna de destilacion	Pompetravaini	TBA 291/2	40	1	1750	JOHN CRANE
Purificacion de metilester y flash de metanol	163P3	Bomba de extraccion de metilester	Canberra	3196ST	50	20	3550	JOHN CRANE
Transesterificacion	163P15	Bomba de tanque de paso	KSB	32 - 160	45	21	3500	
Transesterificacion	163P3	Bomba de extraccion de glicerina	Fuchinecco	FR40SB			940	LATTY U1000 GB EPDM
Transesterificacion	163P4	Bomba de recicaje del segundo lazo	Canberra	3196MT	20	200	1770	JOHN CRANE

Tabulada la información se realizó la verificación de datos recolectados contra los que figuran en el sistema registrando las siguientes observaciones:

- Número total de equipos: la primera anomalía detectada se refiere a la cantidad de equipos registrados en el sistema versus los instalados en planta. Por sistema se encontraron 509 equipos, mientras que el proceso de recolección de datos arrojó un total de 513 equipos, entre las novedades detectadas se evidenciaron, equipos con doble o triple codificación, equipos que fueron retirados del proceso y aún figuran activos y equipos que no se cargaron al sistema cuando se actualizó la versión del ERP. la solución a esta falencia se da con la corrección de las otras anomalías detectadas.

- Equipos duplicados: como se indica en la tabla 6, se encontraron dos casos con equipos cargados en sistema bajo un mismo nombre y diferente código. El primero hace relación a una bomba de proceso y el segundo a un tanque de almacenamiento de insumos, seguidamente se exponen los equipos involucrados.

Tabla 6. Equipos duplicados en el sistema

Equipo	Denominación
BOM2-5005	BOMBA TRANSFERENCIA ACIDO GRASO 166P4
BOM2-5042	BOMBA TRANSFERENCIA ACIDO GRASO 166P4
TAN1-5056	TANQUE T802 ALMACENAMIENTO SODA CAUSTICA
TAN1-5089	TANQUE T802 ALMACENAMIENTO SODA CAUSTICA
TAN1-5095	TANQUE T802 ALMACENAMIENTO SODA CAUSTICA

La depuración de estos equipos radica en la modificación de su estatus (ver anexo A), esto se da al inactivar (NOAC) y fijar la petición de borrado (PTBO) para el equipo desde el modulo PM en SAP como se observa en la figura 11. Con ello se le informa al sistema que los anteriores no están disponibles y por tanto no son tenidos en cuenta para las búsquedas futuras en el sistema. Para efectos de trazabilidad las modificaciones realizadas son registradas en el texto explicativo del equipo, indicando la fecha y causa de la misma.

Figura 11. Modificación del estatus de mantenimiento de un equipo

The screenshot shows the SAP 'Modificar equipo : Datos generales' form. The 'Status' field is highlighted with a blue box and contains the text 'MONT NOAC PTBO'. Other fields include 'Equipo' (BOM2-5042), 'Tipo' (1), 'Denominación' (BOMBA TRANSFERENCIA ACIDO GRASO 166P4), 'Válido de' (23.01.2013), and 'Fin de validez' (31.12.9999). The form also shows tabs for 'General', 'Emplazamiento', 'Datos MT', 'Garantías', and 'Datos Adi...'. The 'Oper' field is set to 'OPER'.

- Equipos faltantes: al evaluar el listado se encontraron siete equipos faltantes en planta, dado que estos son representativos para el proceso se indagó con operaciones y se constato que efectivamente los equipos no se encuentran en campo, las razones para ello obedecen a cambios en el proceso, cambios de tecnología y errores iniciales en la primera versión del sistema, en la tabla 7 se indica el listado de equipos para depuración.

Tabla 7. Equipos faltantes en campo

Equipo	Denominación
PHT1-5002	ANALIZADOR PHT163S2B
PHT1-5007	ANALIZADOR PHT163V7 PH 163V7
PIT1-5047	TRANSM. PIT80003 INDIC. PRESIÓN T-803
PIT1-5048	TRANSM. PIT80009 INDIC. PRESIÓN T-803
PIT1-5072	TRANSM. FIT191P4 INDIC. PRESION 191A1
PSV1-5036	VALVULA 191P4 SEGURIDAD DESCARGA 191P4
PSV1-5038	VALVULA 191P3 SEGURIDAD DESCARGA BOMBA

El tratamiento dado a estos equipos es similar al usado en los equipos duplicados, la diferencia se encuentra en las notas explicativas donde se indica la razón de la supresión del equipo y la persona que avaló el mismo.

- Equipos sin codificación: de acuerdo con la revisión hecha en campo se identificó un total de 14 equipos que no figuran en el sistema, estos en su mayoría corresponden a termómetros, válvulas de control de flujo y temperatura, una de las causas de este error radica en que los equipos no han presentado fallos desde la actualización de la versión y adicionalmente no se encontró una rutina de mantenimiento que los involucrara directamente. Dichos equipos son listados en la tabla 8.

Tabla 8. Equipos faltantes en el sistema

Equipo	Denominación
	VALVULA PSV191P1 SEGURIDAD 191P1
	ANALIZADOR PHT163V9 PH DESCARGA 163V9
	TRANSM. LIT163AG2 INDIC. NIVEL 163AG2
	VALVULA FCV163A2 CONTROL FLUJO A 163A2
	VALVULA FCV163E3-2 CONTROL FLUJO A 163E3
	VALVULA TCV163V1-1 CONTROL TEMP. 163V1
	VALVULA TCV163V1-2 CONTROL TEMP. 163V1
	TRANSM. TIT160E4-1 INDIC. TEMP. 160E4
	TRANSM. TIT163P14 TEMP/DESC. 163P14
	TRANSM. TIT163E1 INDIC/TEMP. ENTR. 163E1
	TRANSM. TIT163E5 INDIC/TEMP. SALD. 163E5
	TRANSM. TIT163E1-1 INDIC. TEMP. 163V7
	TRANSM. TIT163E1-2 INDIC. TEMP. 163V7
	TRANSM. TIT163V2 INDIC/TEMP. 163V2

Para la corrección de punto fue necesario la creación de los equipos en el sistema (ver anexo B), apoyados en las normas internas para creación de equipos por parte de la compañía, las cuales no serán objeto de estudio en este escrito. En la figura 12 se ilustra la plantilla inicial de creación de equipos.

Figura 12. Creación de un nuevo equipo

Crear equipo : Emplazamiento

Resumen clases PtosMedida/Contador

Equipo: TIT1-5151 Tipo: 1 Maquinaria y equipo

Denominación: TRANSM. TIT163E1 INDIC/TEMP. ENTR. 163E1 Nota inter.

Status: MONT OPER

Válido de: 22.02.2014 Fin de validez: 31.12.9999

General Emplazamiento Datos MT Clasificación Garantí...

Datos de emplazamiento

Ce.emplazam.: 2110 Planta de Biodiesel Yaguarito

Emplazamiento: BI_BIODIES PLANTA BODIESEL

Análisis Grupo:

Área de empresa: A13 BODIESEL

Imputación

Sociedad: 0200 ACEITES MANUELITA S.A. Palmira

Activo fijo: 152000001760 / 0 TRANSM. TIT163E1 INDIC/TEMP. ENTR. 163E1

Centro coste: 2024014 / GMAN Biodiesel

Una vez se realizaron los ajustes a las anomalías detectados en la revisión de campo, se dio inicio al proceso de actualización de los datos maestros de los equipos en SAP, partiendo de las plantillas usadas para la tabulación de la información indicadas al inicio de este capítulo.

SAP permite al usuario registrar datos de interés para cada equipo en la ficha técnica del mismo, esto se realiza a través del resumen clases, el cual está asociado a la valoración de clase que se carga cuando se crea el equipo y hace referencia a las características propias de cada grupo, un ejemplo de ello se observa en la figura 13, donde se ilustran algunas de las características asociadas a un motor eléctrico.

El cargue de la información se realizó de manera individual a través de la transacción Modificar Equipo (IE02), en la figura 14 se observa la ficha técnica de una bomba centrífuga después de la actualización.

Figura 13. Resumen clases para un motor eléctrico

Objeto

Equipo MOTOR MP803 DESCARGUE SODA CAUSTIC_

Categoría clase Clase de equipo

Asignaciones

Clase	Denominación	Cla...	S...	Ic...	Pos
MOTOR_ELECTRICO	MOTOR ELECTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>	10

Entrada /

Val.de Clase MOTOR_ELECTRICO - Objeto MTE2-5030

General

Denom.característica	Valor
MARCA	
MODELO	
SERIE	
FRAME	
VELOCIDAD TRABAJO	
POTENCIA	
VOLTAJE	

Figura 14. Resumen clases bomba centrífuga después de la actualización

Objeto

Equipo BOMBA 163P15 SALIDA TANQUE PASO

Categoría clase Clase de equipo

Asignaciones

Denominación	Cla...	S...	Ic...	Pos
BOMBA MECANICA	<input checked="" type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>	10

Entrada /

Val.de Clase BOMBA_MECANICA - Objeto BOM1-5023

General

Denom.característica	Valor
TAMAÑO	(1X2X7)"
TIPO DE CARCAZA	SIMPLE
TIPO IMPULSOR	ABIERTO
MATERIAL A BOMBEAR	METHYLESTER
IMPULSOR	177.8MM (AISI 316)
VELOCIDAD TRABAJO	3500 RPM
NPSH	11.16 ft
PRESION DESCARGA	64.00 psi
POTENCIA MANDO	9.86 hp
CAUDAL EN GPM	90.26 gpm

3.3 RUTINAS DE MANTENIMIENTO

Una parte esencial de los planes de mantenimiento la constituye el paso a paso de las actividades a realizar en cada inspección. En SAP esto hace parte de la hoja de ruta, que incluye entre otros la duración, el ejecutor y los materiales. Estas labores también llamadas procedimientos, son generadas a partir de las recomendaciones dadas por los fabricantes y en algunos casos ajustadas de acuerdo a las condiciones de operación en las diferentes etapas del proceso.

3.3.1 Estándares y procedimientos de mantenimiento preventivo Como se mencionó en el numeral 3.1 se identificaron 22 clases de equipos, los cuales fueron agrupados en 13 categorías compartiendo actividades básicas de lubricación, limpieza y ajuste según su tipo. Actualmente la planta de biodiesel cuenta con un listado de 45 procedimientos, de los cuales se tomarán los necesarios para adaptar según las categorías de equipos identificados. Las tablas 9 y 10 ilustran las categorías de equipos y los tipos de procedimientos encontrados.

Tabla 9. Equipos con actividades de mantenimiento compartidas

Tipos de equipos	Cant
Transmisores flujo/nivel/presión/temp.	172
Válv. Control. Flujo/nivel/presión/vacio/proceso/temp.	125
Válvulas de seguridad	26
Bombas centrífugas	38
Bombas desp. Positivo	11
Reductores de ejes paralelos	5
Mezcladores	8
Separadores centrífugos	2
Puente gruas	4
Motores eléctricos	51
Tanques y reactores de proceso	45
Intercambiadores	22
Analizadores de Ph	4

Tabla 10. Lista de procedimientos en sistema

Tipo de equipo	Cant	Tipo de equipo	Cant
Separadores centrífugos	2	Otros Equipos	4
Mezcladores y agitadores	1	Reductores	1
Analizadores de Ph	2	Tanques de proceso	1
Bombas en general	2	Transportadores sinfín	1
Transmisores	8	Intercambiadores	1
Válvulas de control	3	Ventiladores	1
Válvulas de seguridad	1	Compresores	1
Sistema contra incendios	8	Generadores	1
Sistemas protección eléctrica	6	Estructuras	1

Una vez revisados y valorados se concluyó que 12 de estos procedimientos serán usados como base para las rutinas de mantenimiento, a continuación se relacionan los mismos con las notas de las modificaciones realizadas.

- Separadores Centrífugos: aplicable a las dos centrífugas instaladas en planta. La frecuencia sugerida por el fabricante está dada en horas, sin embargo la estrategia usada en SAP esta en días, por lo tanto se realiza la modificación de los tiempos a las fechas más próximas en días, basados en una operación continua.
- Mezcladores: se incluyen las siguientes actividades, lubricación de acoples, inspección visual del sistema de agitación (aspas y eje), revisión semestral (en parada de planta) y/o cambio por deterioro evidente de los bujes o rodamientos del eje agitador.
- Analizadores de ph: la verificación de la calibración se realiza anualmente de acuerdo con el manual del equipo, se ha observado que algunos equipos presentan diferencias de medida en periodos más cortos de tiempo, basados en ello se incluyó una verificación semestral para todos los analizadores.
- Transmisores: se revisaron los procedimientos individuales por tipo de transmisor (Onda guiada, Radar, Coriolis, etc.) y variable medida (presión, nivel, flujo, etc.). Se realizan cambios en la secuencia de las actividades para limpieza y toma de datos y se unifica la frecuencia de revisión de 4 a 6 meses para todos los equipos, esto para concordar con las paradas de planta ya que en algunos casos es requerido el desmonte del equipo para realizar la actividad.

- Bombas: se cuenta con dos procedimientos para este tipo de equipos. El primero hace referencia a la parte de predictivo y el segundo a las rutinas preventivas de inspección. No se realizaron modificaciones a los procedimientos ya que estos tienen en cuenta las actividades sugeridas por los fabricantes. Las labores sugeridas por el personal técnico tienen su aplicación específica en intervenciones por daños. Por política de la compañía existe un plan independiente para rutas de mantenimiento predictivo en toda la planta. Por ello se separó esta actividad de la rutina preventiva.
- Válvulas de control: se validaron los procedimientos para las variables de flujo, nivel y temperatura. Basados en estas se generaron las faltantes para presión/vacio y válvulas de proceso en general.
- Sistemas de protección eléctrica: en este segmento se identificaron procedimientos para:
 - Revisión de motores eléctricos: se modificaron los tiempos de lubricación y cantidades de grasa a aplicar (ver anexo D) para los motores que lo requieren de acuerdo a lo recomendado por cada fabricante.
 - Inspección de alumbrado en edificios: se ajustan los tiempos de revisión a 3 meses como resultado del histórico de intervenciones donde se identificó un MTBF de 120 días.
 - Inspección a banco de condensadores: no se realizan cambios.
 - Revisión de bandejas de cableado eléctrico: no se realizan cambios.
 - Inspección centros de control motores: se cambia la frecuencia de ejecución de 4 a 6 meses ya que solo es factible en paradas.
 - Sistemas de control de potencia: no se realizan cambios.
- Reductores: de acuerdo a lo indagado con el personal técnico y soportado con los fabricantes se establece una operación para cambio anual de aceites en los reductores de planta, se excluyen los reductores de los separadores centrífugos ya que poseen frecuencias específicas de cambio.
- Intercambiadores: se crea el procedimiento para intercambiadores de tubos, lo encontrado corresponde a los de placa. Se incluye el proceso de desarmado y armado para limpieza de acuerdo con el manual del equipo, se anexan las longitudes entre bastidores para el cierre de equipos y la lista de chequeo para la determinación del cambio de empaques.

- Tanques de proceso: se validaron las actividades de limpieza y sus frecuencias, se establece un plan de inspección aplicando métodos de RBI a partir del panorama de riesgos de planta, se establece una frecuencia anual para ejecución durante las paradas programadas.
- Válvulas de seguridad: se encontró un procedimiento acorde con los tiempos de calibración de los equipos, no se efectúan modificaciones al mismo.
- Estructuras: se avalan actividades de inspección y limpieza, se modifica frecuencia de un mes a tres meses, lo anterior como resultado de los registros de intervención donde se presenta un MTBF de 120 días, lo cual al ser menor busca la prolongación del indicador para el equipo.

3.3.2 Hojas de ruta Una vez definidos y actualizados los procedimientos a implementar en las rutinas de mantenimiento se dio inicio al proceso de cargue de la información, las transacciones usadas son, creación de hojas de ruta por instructivos (IA05) y modificación de hojas de ruta (IA06)

Se modificaron un total de 64 hojas de ruta de acuerdo a las notas realizadas en el capítulo anterior, las cuales se indican en el anexo E, se crearon 8 hojas para las operaciones no encontradas en los procedimientos, las cuales se listan a continuación en la tabla 11.

Tabla 11. Hojas de ruta para faltantes

Texto breve hoja de ruta	Responsable
MANT T/PRE. SIST. ESTERIF. ACIDA U191	MANTBD04
MANT V/CONT TANQUE 163V4 FLASH METHANOL	MANTBD04
MANT V/CONT SIST. CENTRIFUGAS BIODIESEL	MANTBD04
MANT T/PRE. SIST. NITROGENO MANTTA BIOD	MANTBD04
MANT PREV TANQUES NITROGENO PLANTA BIOD	MANTBD05
MANTTO PREV. DETECTORES DE GAS	MANTBD04
MANTTO PREV. DETECTORES DE HUMO	MANTBD04
MANT PREV. SIST. DETECCION F&G BIODIESEL	MANTBD04
MANT PREV. PANEL CONTROL SISTEMA F&G	MANTBD04

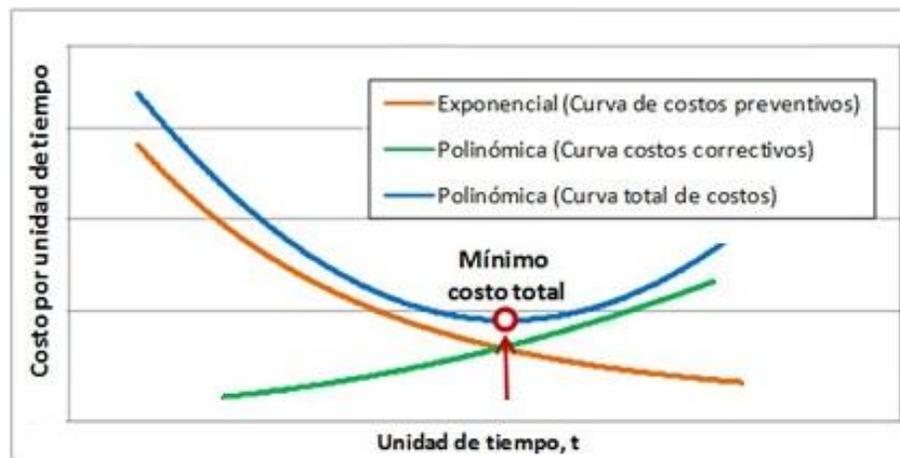
3.4 PLANES DE MANTENIMIENTO

Un plan de mantenimiento “es la descripción de las medidas de mantenimiento preventivo y de inspección que se deben realizar en objetos de mantenimiento. Los planes de mantenimiento describen las fechas y el alcance de las medidas”¹².

Como se indicó en el capítulo dos SAP permite configurar los planes de mantenimiento de tres formas, de acuerdo con el tipo de equipos y la frecuencia de ejecución. Los planes cargados en el sistema son creados en función del tiempo e involucran diversos equipos y diversas fechas.

3.4.1 Equipos para manutención desde el punto de vista del mantenimiento, todo elemento que sufra desgaste puede ser objeto de actividades que procuren el retorno a las condiciones de funcionamiento original. Si bien lo anterior es correcto, debemos tomar en cuenta el punto de equilibrio del mantenimiento (ver figura 15), el cual tiene por objeto minimizar los costos totales al tiempo que se prolonga el ciclo de vida del activo, determinando un intervalo adecuado para aplicar un programa de mantenimiento y los equipos objetos del mismo.

Figura 15. Relación costo beneficio en mantenimiento¹³



¹²SAP Library document classification. [En línea]. <<http://help.sap.com>>.

¹³ Ultramar consultores. El Nuevo rol del mantenimiento. [En línea]. <http://www.mundo-maritimo.cl/noticias/ultramar-consultores-portuarios-el-nuevo-rol-del-mantenimiento> [citado el 24 de mayo de 2010].

Aceites Manuelita tiene políticas y normas para el manejo de activos fijos (equipos para manutención), basados en ellas se obtuvieron 476 equipos que serán incluidos en los planes de mantenimiento tratados en este proyecto, el restante 7.2% (37 equipos), son intervenidos de forma correctiva.

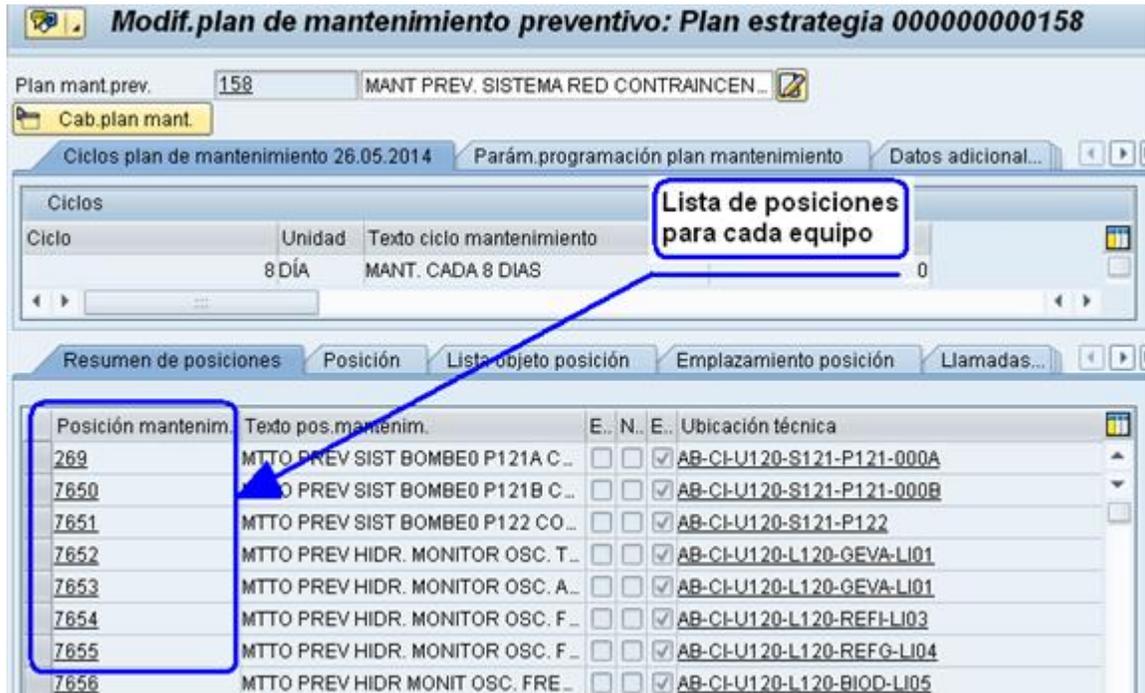
3.4.2 Lanzamiento de la estrategia Actualmente el sistema cuenta con 377 planes, de los cuales una vez efectuada la revisión se determinó que 104 de ellos son aplicables al área de biodiesel. Los planes se catalogaron por tipo de equipo, permitiendo la asignación según la clasificación dada en el numeral 3.3.1., la tabla 12 ilustra la clasificación y el número de equipos en cada uno de ellos.

Tabla 12. Planes de mantenimiento por grupo de equipo

Tipos de equipos	Cant
Transmisores flujo/nivel/presión/temp.	26
Válv. Control. Flujo/nivel/presión/vacio/proceso/temp.	32
Válvulas de seguridad	0
Bombas centrifugas	3
Bombas desp. Positivo	0
Reductores de ejes paralelos	1
Mezcladores	7
Separadores centrifugos	2
Puente gruas	0
Motores eléctricos	2
Tanques y reactores de proceso	6
Intercambiadores	4
Analizadores de Ph	6
Otros no clasificables	15

Identificados los planes, el procedimiento inicia con la asociación de los equipos individuales al plan de mantenimiento escogido a través de la transacción modificar plan de mantenimiento (IP02), la cual permite adicionar una hoja de ruta y un equipo a un plan determinado mediante el uso de una posición de mantenimiento (ver figura 16).

Figura 16. Equipos asociados a un plan de mantenimiento



Las posiciones de mantenimiento son el enlace entre la hoja de ruta y el equipo en el plan de mantenimiento, algunos datos básicos de la posición son ilustrados en la figura 17 y son descritas a continuación.

- **Prioridad:** es el rango de fecha que se da para atención de la orden de trabajo, permitiendo fijar las fechas extremas de inicio y finalización de la actividad, por lo general este plazo es de una semana con excepción de las órdenes de parada que se generan con un plazo anual.
- **Puesto de trabajo:** este figura en la orden de trabajo como principal ejecutor de la misma. El ejecutor de la operación se asigna desde el puesto de trabajo al interior de cada actividad en la hoja de ruta.
- **Hoja de ruta:** en este ítem se integra el tipo, el grupo y el contador de hoja de ruta, los datos adicionales se obtienen de la ficha del equipo y de los datos suministrados en misma.
- **Clase de actividad:** permite clasificar el tipo de labor según sea el mantenimiento a ejecutar, este parámetro varía de acuerdo a la organización.

Figura 17. Datos básicos de la posición de mantenimiento

Datos de planificación

Centro planif. 2110 Planta de Biodiesel Yaguarito Grupo planif. P14 PLANTA BIODIESEL

Clase de orden BI01 Orden de PM Preventiva Biodies... Clase actividad PM 9 Inspección

Pto.tbjo.resp. MANTBD05 / 2110 MANTTO MECANIC... División

Prioridad Prog.peri.actual(7d)

Documento venta

Hoja de ruta para m...

Tp. GrHRuta

A / SISTB0C0 / 1 MANTTO PREV SIST BOMBEO CONTRA INCEND...

Lista de prioridad

Clase actividad PM (1) 9 Entr...

Restricciones

Cl.	A...	Denominación de A...
BI01	1	Reemplazar
BI01	10	Reparación general
BI01	11	Combinación
BI01	13	Otro
BI01	4	Ajustar
BI01	5	Reacondicionar
BI01	7	Limpieza
BI01	8	Prueba
BI01	9	Inspección

9 Entradas encontradas

Con el fin de evitar la acumulación de actividades al momento de activar los planes, SAP permite generar horizontes de programación en cada uno. El correcto balance de los estos facilita que las actividades se generen con diferencias en su fecha de ejecución. Los parámetros principales se indican en la figura 18.

Figura 18. Parametrización de fechas para un plan de mantenimiento

Modif. plan de mantenimiento preventivo: Plan estrategia 00000000404

Plan mant.prev. 404 PLAN MTO. AIRES ACONDICIONADOS BIOD...

Cab.plan mant.

Ciclos plan de mantenimiento 26.05.2014 Parám.programación plan mantenimiento Datos adicional...

Determinación fecha		Control de orden de entrega		Indicador de programación	
Fact.dec.conclusión retr.	100 %	Horizonte apertura	80 %	<input checked="" type="radio"/> Tiempo	
Tolerancia (+)	10 %	Intervalo de toma	360 DÍA	<input type="radio"/> Tmpo.según día fijado	
Fact.dec.concl.anticipada	100 %	<input type="checkbox"/> Sujeto a conclusión		<input type="radio"/> Tmpo., calend.fábrica	
Tolerancia (-)	10 %				
Factor de dilatación	1.20				
Calendario de fábrica	<input type="checkbox"/>				

Una vez incluidos los equipos en el plan de mantenimiento es necesario realizar la activación del mismo, la transacción IP10 permite iniciar el plan generando las llamadas de programación, las cuales serán usadas para obtener las órdenes de mantenimiento relacionadas.

La verificación de la correcta programación del plan se realiza de dos formas. La primera está relacionada con el costo del plan y se realiza a través de la transacción cálculo de costos (IP31), permitiendo obtener el valor de la mano de obra y los materiales cargados en la hoja.

La segunda forma es la proyección de las órdenes de mantenimiento generadas a partir del plan. La transacción simulación del plan (IP19), ofrece una visualización de las órdenes en proceso, las ejecutas y las futuras para cada equipo del plan, la figura 19 ilustra lo anterior para el plan de los equipos de la red contraincendios.

Figura 19. Simulación gráfica de un plan de mantenimiento



Finalizado el proceso de cargue y prueba para los planes fue necesario la creación de tres planes adicionales así:

- Bombas de desplazamiento positivo: existen 11 equipos de esta clase en el edificio. Se tomó como base la hoja de ruta de bombas centrífugas y se modificaron las frecuencias de revisión y cambios de aceite de acuerdo con lo descrito en los manuales.

- Válvulas de seguridad: el sistema cuenta con un procedimiento para este tipo de equipos, por tanto se creó un plan para incluir las 26 válvulas existentes y se modificó la frecuencia de la hoja de ruta según las recomendaciones hechas por los fabricantes de este tipo de válvulas.
- Puentes grúa: el sistema no cuenta con un procedimiento para la intervención de este tipo de equipos, por tanto se generó la lista de actividades con base en las intervenciones históricas y las dadas en los manuales de operación del equipo. Seguidamente se agruparon las actividades creando la hoja de ruta con las frecuencias sugeridas por el fabricante. Por último se creó el plan de mantenimiento para puentes grúa agrupando los equipos y las hojas de ruta.

4. CONCLUSIONES

- Mediante la revisión efectuada en campo se logró la identificación de los diferentes sistemas que conforman el proceso productivo, apoyados en los datos se actualizaron las hojas de vida de los equipos y se depuró el sistema al validar los equipos que conforman los diferentes sistemas y subsistemas del proceso productivo de la planta de biodiesel de aceites Manuelita.
- Se revisaron y modificaron los planes de mantenimiento en SAP aplicables al edificio de biodiesel de la planta de aceites Manuelita, asegurando la inclusión de las hojas de ruta que fueron ajustadas a cada proceso productivo, para los equipos definidos como mantenibles siguiendo las políticas de la organización.
- Con la actualización de los planes se realizó el lanzamiento o activación de la estrategia, obteniendo un ciclo inicial de un año para la evaluación y seguimiento, en adelante los lanzamientos serán mensuales de acuerdo con lo establecido en el ciclo de programación de los planes.
- Durante la elaboración del presente trabajo se evidenció una falencia en la información existente en el sistema y en planta, por tanto el método descrito puede ser tomado como modelo para la implementación en las áreas faltantes, mejorando la confiabilidad en el sistema.

BIBLIOGRAFÍA

Amendola, Luis. Organización y Gestión del Mantenimiento. Santiago de Chile: PMM Institute for Learning, 2007.

CIRIA, J. Ignacio. “Propiedades y características de combustibles diesel y biodiesel”. Internet (<http://recursoslibres.files.wordpress.com/2011/10/propiedades-y-caracteristicas-e-diesel-y-biodiesel.pdf>).

FLOREZ, Oscar Jaimes. Plan de mantenimiento para los equipos críticos de la planta de producción de Nexans Colombia S.A. aplicando SAP. Monografía de grado Especialista en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas Escuela de ingeniería Mecánica. 2013.

GANDUGLIA, Federico. Manual de biocombustibles, asociación regional de petróleo y gas natural en Latinoamérica y el Caribe. Bogotá, 2009.

RAMSAY DIETZ, Lisa. Sap en la empresa. Madrid: Anaya multimedia, 2000.

SAP Library document classification. [En línea]. <<http://help.sap.com>>.

Ultramar consultores. El Nuevo rol del mantenimiento. [En línea]. <http://www.mundo-maritimo.cl/noticias/ultramar-consultores-portuarios-el-nuevo-rol-del-mantenimiento> [citado el 24 de mayo de 2010].

ANEXOS

ANEXO A. Estatus de los equipos en el sistema

The screenshot shows a software interface titled "Modificar status". At the top, there is a header bar with a printer icon and the title. Below the header, there is a sub-header with a folder icon. The main area contains two rows of data: "Equipo" with the value "BOM1-5023" and "Tipo" with the value "1 Maquinaria y equipo". Below this, there is a "Denominación" field with the value "BOMBA 163P15 SALIDA TANQUE PASO".

Below the data fields, there are two tabs: "Status" (selected) and "Operaciones empresariales". Under the "Status" tab, there are two panels:

- Status del sistema:** Contains a "Stat Txt." field with two options: "DISP A disposición" (unchecked) and "MONT Montado" (checked).
- Status con número de clasificación:** Contains a "N° Stat Txt." field with five radio button options: "10 ALMA En Almacén", "20 DISP Disponible", "30 OPER En operación" (selected), "40 REPE En reparación externa", and "50 REPI En reparación interna".

Existen dos estatus básicos para el sistema en lo concerniente a equipos,

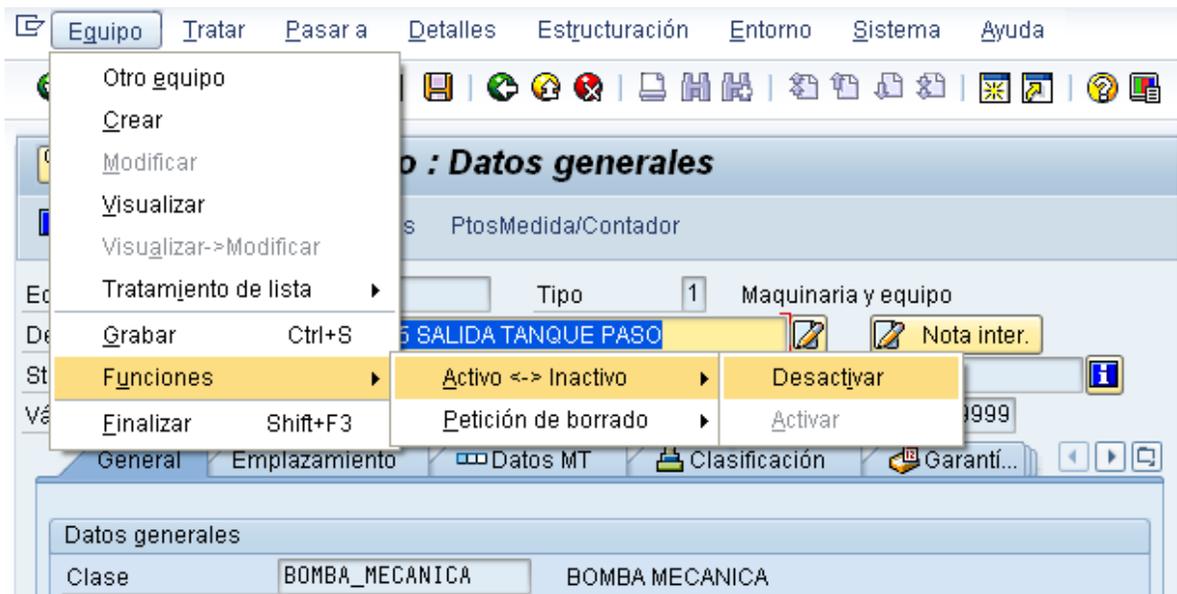
- DISP: hace referencia a un estado transitorio para el equipo, ya que puede estar listo para ser usado o en proceso de reparación.
- MONT: indica que el equipo está en planta y en la etapa productiva.

Complementario al estatus del equipo se encuentra la clasificación de los mismos, la cual indica la posición exacta del equipo, estas fases son,

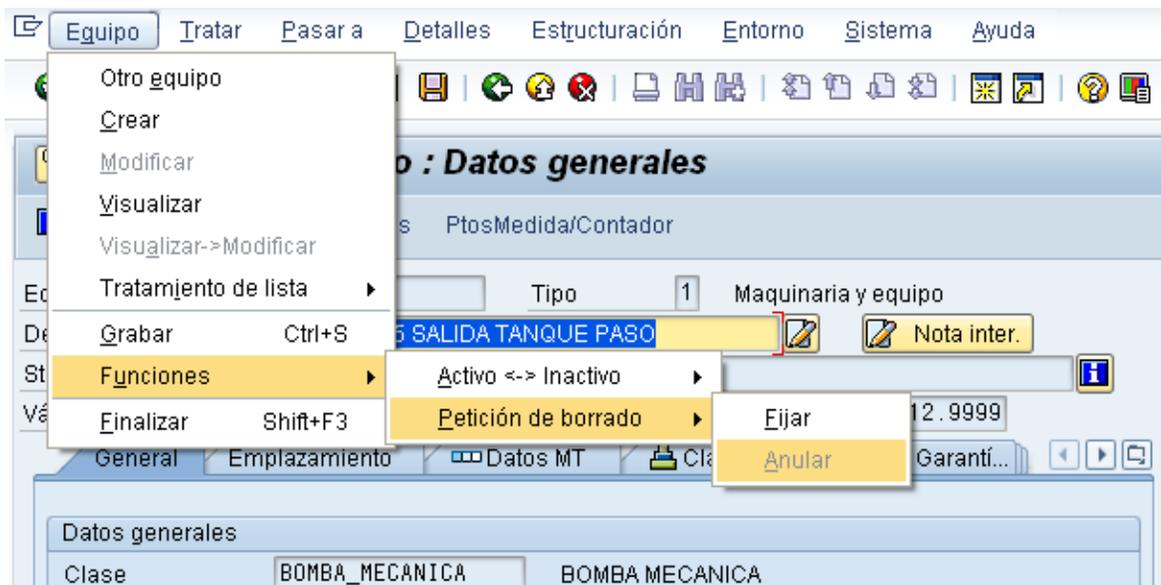
- ALMA: el equipo se encuentra disponible para uso en almacén.
- DISP: el equipo está en taller como respaldo cuando se requiera.
- OPER: el equipo está en etapa productiva en planta.
- REPE: el equipo se encuentra en reparación en el taller.
- REPI: el equipo fue retirado de la empresa para reparación.

Adicional al estatus de operatividad del equipo, SAP define el estado de actividad y uso del mismo mediante las funciones de activación y petición de borrado.

- Activo/Inactivo: el equipo sigue existiendo en el sistema y permite realizar búsquedas y obtener estadísticas sobre el mismo, pero no es factible realizar acciones de mantenimiento sobre este.



- Petición de borrado: se desactivan las funciones de mantenimiento además de las funciones de búsqueda, esto es la exclusión completa del equipo.



ANEXO B. Creación de equipos en el sistema

A través de la transacción IE01, se realiza el proceso de creación de equipos completando los datos solicitados en cada una de las solapas, seguidamente se monta el equipo en la ubicación técnica de acuerdo a la etapa del proceso.

Crear equipo : Datos generales

Resumen clases PtosMedida/Contador

Equipo: TM0000000001 IE Tipo: M Números de Serie Llantas

Denominación: [Campo vacío]

Status: DISP

Válido de: 16.05.2014 Fin de validez: 31.12.9999

General Emplazamiento Organización Estructura

Datos generales

Clase: [Campo vacío]

Tp.objeto: [Campo vacío]

Grupos autoriz: [Campo vacío]

Solapas con la información relevante del equipo

Equipo Tratar Pasar a Detalles Estructuración Entorno Sistema Ayuda

Gráfico estructura

Lista de estructuras

Enlace de/hacia

Objeto de enlace

Modif.lugar montaje Shift+F7

Subequipos

Modificar lugar de montaje de un equipo

Ubic.técn.: [Campo vacío]

Equipo superior: [Campo vacío]

Posición: [Campo vacío]

Mont/Desm. PN: 16.05.2014 00:00:00

Montaje + trsf.datos

ANEXO C. Hojas de ruta

Tipos de hojas de ruta disponibles en el ERP



Grupo de hojas de ruta para las bombas de de la red contraincendios, una contiene las actividades a ejecutar en los sistemas de bombeo y la otra las pruebas generales al sistema de aspersion en la planta.

CG...	HR txt.br.	Ce.	PetBor	Estrat.
1	MANTTO PREV SIST BOMBEO CONTRA INCENDIO	2110	<input type="checkbox"/>	BIODIA
2	MANTTO PREV SIST RED CONTRA INCENDIOS	2110	<input type="checkbox"/>	BIODIA

Operaciones de la hoja de ruta para las bombas de la red contraincendios.

Visualizar instrucción: resumen operaciones

GrHRuta SISTBOCO MANTTO PREV SIST BOMBEO CONTRA INCENDIO ContGrpoHR 1

Resumen general operación								
Op.	5Op	PtoTrab	Ce.	Ctrl	Descripción operación	T..	Trabajo	
0010		MANTBD05	2110	PM01	MANTTO TIPO A (SEMANAL)	<input checked="" type="checkbox"/>	2	
0020		MANTBD05	2110	PM01	MANTTO TIPO B (MENSUAL)	<input checked="" type="checkbox"/>	4	
0030		MANTBD05	2110	PM01	MANTTO TIPO C (CADA 6 MESES)	<input checked="" type="checkbox"/>	6	
0040		MANTBD05	2110	PM01	MANTTO TIPO D (CADA 12 MESES)	<input checked="" type="checkbox"/>	12	
0050		MANTBD09	2110	PM01	SERVICIO MANT. GENERAL BOMBA CONT. INCEN	<input type="checkbox"/>	0	

Características de una actividad semestral en la hoja de ruta de un intercambiador

Visualizar instrucción: operación trabajo interno

GrHRuta INTER08 PLAN MTO. INTERC. ESTERIFIC. ACIDA U191 ContGrpoHR 1

Operación/Suboperación 0010 /

Clave de modelo

Txt.br.v.operación MANTTO TIPO A (6 MESES)

Puesto tbjo./Centro MANTBD05 / 2110 MANTTO MECANICO EXT. AMSA

Clave de control PM01 Mantenimiento - propio

Conjunto 

Estado instalación 1 En funcionamiento

Factor ejecución 1 Cantidad oper.fija

Valores prefijados

Trabajo	<input type="text"/> 2 H	Clase actividad	MOMTO
Cantidad	<input type="text"/> 1	Porcentaje	100
Duración normal	<input type="text"/> 2 H	Clave cálculo	2 Calcular trabajo
		Distr.tbjo.interno	<input type="text"/>

ANEXO D. Lubricación de rodamientos en motores

Lubricación para motores Siemens serie 1LA5/ 1LA9

Duración de la grasa y tiempo de reengrase Engrase permanente ¹⁾			
Serie	Tamaño	Nº de polos	Duración de la grasa hasta KT 40 °C ²⁾
todos	56 a 250	2 a 8	20000 h ó 40000 h ³⁾
Reengrase ²⁾			
Serie	Tamaño	Nº de polos	Tiempo de reengrase hasta KT 40 °C ²⁾
1LA6	100 a 160	2 a 8	8000 h
1LA5 1LA7 1LA9	100 a 225	2 a 8	8000 h
1LA8	315 a 400	2	4000 h
		4 a 8	6000 h
	450	2	3000 h
		4 a 8	6000 h

Lubricación para motores CEMP serie II G

Tamaño	Polos	Cojinete			Intervalo horas lubricación	Cantidad de grasa*
		Delantero de bolas	Delantero de rodillos	Trasero de bolas		
160	2	6309 C3	NU 309	6309 C3	5500	12 g
	4				8250	
	6 - 8				11000	
180	2	6310 C3	NU 310	6310 C3	2000	12 g
	4				6000	15 g
	6 - 8				7000	
200	2	6312 C3	NU 312	6312 C3	2100	12 g
	4				5000	15 g
	6 - 8				7000	

ANEXO E. Hojas de ruta por instructivo usadas

Grp hojas	Texto breve hoja de ruta
AGITADOR	MANTTO PREVENT. AGITADORES
ALUMBRAD	MANTTO PREV. ALUMBRADO GENERAL
ANALIPHT	MANTTO PREVENT. ANALIZADORES PHT
BADIELBI	MANT. BANDEJAS DISTR. ELECTRICA PLANTA
CENCOMO	MANTTO PREV. CENTRO CONTROL MOTORES
CENTSERV	MANTTO PREVENT. CENTRIFUGA SERVINCI
CENTWESF	MANTTO PREVENT. CENTRIFUGA WESFALIA
ESTRUCTU	MANTTO PREV. ESTRUCTURAS PLANTA
INTER05	PLAN MTO. INTERC. PROD. METILESTER GLIC.
INTER06	PLAN MTO. INTERC. PURIF. CONDENSADO GLIC
INTER07	PLAN MTO. INTERC. RECTIF. METHANOL BD
INTER08	PLAN MTO. INTERC. ESTERIFIC. ACIDA U191
MOBOBIOD	CBM MOTOR/BOMBA BODIESEL
MTRBIOD	CBM MOTOR/REDUCTOR BODIESEL
REDUCTBD	MANT PREV. REDUCTORES BODIESEL
SISTCO02	MANT. PREV SIST CONTROL PLANTA BODIESEL
TANQUE07	MANT PREV TANQUES PURIF. CONDENSADO GLIC
TANQUE08	MANT PREV TANQUES RECTIF. METHANOL BD
TANQUE09	MANT PREV TANQUES PREPARACION ACID/CITR
TANQUE10	MANT PREV TANQUES ESTERIF. ACIDA U191
TANQUE11	MANT PREV TANQUES NITROGENO PLANTA BIOD
TRACOR04	MANT T/COR. SIST. PROD METILESTER GLI/BD
TRACOR05	MANT T/COR. SIST. PURIFICACION COND/GLIC
TRACOR06	MANT T/COR. SIST. RECTIF. METHANOL BIOD.
TRACOR07	MANT T/COR. SIST. PREPARACION ACI/CITRIC
TRACOR08	MANT T/COR. SIST ESTERIFICACION AC. U191
TRACOR12	MANT T/COR SIST SIST GEN/VAP PLANTA BIOD
TRAIINT02	MANT T/INT. SIST. PROD. BODIESEL PLANTA
TRAIINT02	MANT T/INT. SIST. PROD. BODIESEL PLANTA
TRAPRE04	MANT T/PRE. SIST. PROD METILESTER GLIC.
TRAPRE05	MANT T/PRE. SIST. PURIF. CONDENSADO GLIC
TRAPRE06	MANT T/PRE. SIST. RECT. METHANOL BIOD.
TRONGU05	PLAN T/OGU. SIST. RECTIF. METHANOL BIOD.
TRONGU06	PLAN T/OGU. SIST. ESTERIF. ACIDA U191

Grp hojas	Texto breve hoja de ruta
TRPRDI03	MANT T/DIF. SIST. PROD. BIOD. PLANTA BD
TRTEBD01	MANT. T/TEMP. SIST. REACTOR 163V BIOD.
TRTEBD02	MANT. T/TEMP. SIST. COLUM 163C1 DEST BD
TRTEBD03	MANT. T/TEMP. SIST. PURIF CONDENSADO GLI
TRTEBD04	MANT. T/TEMP. SIST. RECTIF. METHANOL BD
TRTEBD06	MANT. T/TEMP. SISTEMA DE PASO TK163A2 BD
TRTEBD07	MANT. T/TEMP. SISTEMA CENTRIFUGAS BIOD.
TRTEBD08	MANT. T/TEMP. SIST. TK T908 ALM OLEINAS
TRTEBD09	MANT. T/TEMP. SIST. GENERACION VACIO 166
TRTEBD10	MANT. T/TEMP. SIST. ESTERIF. ACIDA U191
VCONBD02	MANT V/CONT SIST. PASO TK163A2 BIOD.
VCONBD03	MANT V/CONT REACTOR 163V1 PRIM/LAZO BD
VCONBD04	MANT V/CONT REACTOR 163V2 SEG/LAZO BIOD
VCONBD05	MANT V/CONT REACTOR RECTIFIC. TERC/BIOD.
VCONBD06	MANT V/CONT SEPA. GLIC. METILESTER 163S1
VCONBD07	MANT V/CONT TK 163V7 DE METILESTER
VCONBD08	MANT V/CONT COLUM. 163C1 DESTILACION BD
VCONBD09	MANT V/CONT TK 163V6 ALM. METHAN RECU.
VCONBD10	MANT V/CONT SIST. PURIF. CONDENSADO GLIC
VCONBD11	MANT V/CONT SIST. RECTIF. METHANOL BIOD.
VCONBD12	MANT V/CONT SIST. PREPARACION ACI/CITRI.
VCONBD13	MANT V/CONT SIST. ESTERIFIC. ACIDA U191
VCONNI01	MANT V/CONT SIST. RED NITROGENO BIOD.
VONFBD01	MANT. VAL/ONF SIST. PROD METILESTER GL/B
VONFBD02	MANT. VAL/ONF SIST. TK 166V1 VAP. METHAN
VONFBD03	MANT. VAL/ONF SIST. REACT 166V2 ACIDIFIC
VONFBD04	MANT. VAL/ONF SIST. SEPARADOR FASE 166S1
VONFBD05	MANT. VAL/ONF REACTOR 166V1 NEUTRAL. BD
VONFBD06	MANT. VAL/ONF SIST. TK PASO GLIC. 166V3
VONFBD07	MANT. VAL/ONF SIST. T803 ALMAC. METHANOL
VONFBD08	MANT. VAL/ONF SIST. INTE.160E2 COND/METH
VONFBD09	MANT. VAL/ONF TK 600A1 DISOLUCION AC/CIT
VONFBD10	MANT. VAL/ONF SIST. TK PASO A/SULF 191V1