

FORMULACIÓN DE UN MODELO DE PLANEACIÓN Y PREPARACIÓN DE
TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DEL CPF
CUSIANA

DIEGO LEÓN RUEDA LOZANO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2015

FORMULACIÓN DE UN MODELO DE PLANEACIÓN Y PREPARACIÓN DE
TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DEL CPF
CUSIANA

DIEGO LEÓN RUEDA LOZANO

Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de Especialista
en Gerencia de Mantenimiento

Director: JUAN PAULO RUEDA PRADO
Especialista en gerencia de mantenimiento

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2015

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 Objetivos Generales:.....	15
2.2 Objetivos Específicos:.....	15
3. MARCO CONTEXTUAL.....	16
3.1 RESEÑA HISTORICA.....	16
3.2 MISIÓN.....	18
3.3 VISIÓN.....	18
3.4 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	18
3.5 CONTEXTUALIZACIÓN DEL ALCANCE DE MANTENIMIENTO	19
3.5.1 PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE STORK EN EL CPF CUSIANA	19
3.5.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL CONTRATO DE STORK EN CASANARE.....	20
4 ANÁLISIS DE LA LITERATURA RECOPIADA.....	23
4.1 MARCO CONCEPTUAL	23
4.1.2 Mantenimiento Preventivo	24
4.1.4 Matriz de riesgo.....	26
4.1.6 Los 8 pilares de TPM	28
4.1.7 Metodología 5´S.....	29
4.1.8 Gestión de activos.....	30
4.1.9 Gestión y manejo de inventarios, repuestos e insumos de mantenimiento 30	
4.1.10 Mantenimiento combinado TPM y RCM.....	31
4.2 MARCO LEGAL.....	32
4.2.1 Gestión de activos.....	32

5. FORMULACIÓN DE UN MODELO DE PLANEACIÓN Y PREPARACIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DEL CPF CUSIANA.....	33
5.1 PLANEACIÓN ANTICIPADA.....	33
5.1.1 MTP Plan mediano plazo (3 años).....	34
5.1.2 YP Plan anual.....	34
5.1.3 STP Plan de corto plazo (3 meses).....	35
5.1.4 VSTP Plan de muy corto plazo (1mes).....	35
5.2 PUNTOS DE CONTROL.....	35
5.2.1 Análisis de riesgos operacionales.....	36
5.2.2 Integración de actividades planeadas.....	37
5.2.3 Análisis de riesgos HSE.....	37
5.2.4 Visto Bueno.....	38
5.3 PRIORIZACIÓN DE CORRECTIVOS.....	38
5.4 MODELO RESUMEN DE PLANEACIÓN Y PREPARACIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO.....	42
5.5 PREPARACIÓN DE PAQUETES DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO	43
6. CONCLUSIONES.....	45
BIBLIOGRAFIA.....	48
ANEXOS.....	49

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Proporción de actividades	13
Ilustración 2 Línea histórica de Stork	17
Ilustración 3 Ubicación Geográfica CPF Cusiana (Tauramena, Casanare)	18
Ilustración 4 Fotografía aérea CPF Cusiana	19
Ilustración 5 Organigrama General	20
Ilustración 6 Organigrama IMC (Ingeniería de mantenimiento y confiabilidad)	21
Ilustración 7 Organigrama planeación Integral	21
Ilustración 8 Organigrama ejecución de mantenimiento	22
Ilustración 9 Ejemplo de matriz de riesgos	27
Ilustración 10 Modelo y metodología de planeación y preparación anticipada de trabajos	33
Ilustración 11 Modelo de preparación de muy corto plazo	36
Ilustración 12 Matriz de priorización de correctivos	40
Ilustración 13 Prioridad de programación de trabajos según calificación del riesgo	41
Ilustración 14 Modelo y metodología de planeación y preparación integrada y anticipada de trabajos de mantenimiento	42
Ilustración 15 Tendencia del cumplimiento de Órdenes de trabajos	45
Ilustración 16 Tendencia del back-log de mantenimiento por semana	46
Ilustración 17 Tendencia de la cantidad de avisos de mantenimiento correctivo según prioridad	47

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Cantidad mensual de avisos de mantenimiento según prioridad	47
---	----

LISTADO DE ANEXOS

Anexo A Formato de preparación de paquetes de trabajo.....	49
Anexo B Formato de preparación de paquetes de trabajo.....	50
Anexo C Formato de lista de chequeo para revisión de paquetes de trabajo.....	50

RESUMEN

TITULO: FORMULACIÓN DE UN MODELO DE PLANEACIÓN Y PREPARACIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DEL CPF CUSIANA¹

AUTOR: DIEGO LEON RUEDA LOZANO.

PALABRAS CLAVES: PLANEACIÓN, COMUNICACIÓN, ORDEN, PRIORIZACIÓN.

El presente documento plantea la problemática y consecuencias que puede generar un mal proceso de planeación y preparación de trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo; donde la comunicación, el orden y la disciplina juegan papel fundamental en el cumplimiento de los tiempos y resultados planeados. Se ha detectado que las pérdidas no son de origen técnico, por el contrario son de origen organizacional y administrativo. Por lo anterior, surge la necesidad de corregir canales de comunicación y estructurar el proceso de planeación y preparación.

Se muestra un modelo y metodología con el fin de mitigar las pérdidas que esta problemática puede generar; Donde se generan canales de comunicación, revisión de riesgos inherentes a la ejecución de los trabajos, control de los recursos logísticos y humanos planeados y preparados. Todas las áreas deben estar enteradas e involucradas en la planeación y preparación de toda actividad para que el modelo tenga un resultado exitoso.

Finalmente se pretende mitigar el impacto que genera la inclusión de actividades correctivas en el programa de mantenimiento. Se plantea una manera de crear conciencia en el solicitante; de cuál es la verdadera prioridad de los avisos de mantenimiento correctivo generados, y el impacto positivo sobre el cumplimiento de la programación semanal del mantenimiento.

ABSTRACT

¹ Monografía

Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en gerencia de mantenimiento
Director: Juan Paulo Rueda Prado.

TITLE: FORMULATE A MODEL OF PREVENTIVE AND CORRECTIVE MAINTENANCE PLANNING AND WORK PREPARATION ON CPF CUSIANA.²

KEY WORDS: PLANNING, COMMUNICATION, ORDERLINESS, PRIORITIZATION.

This paper presents the problems and consequences that can generate wrong planning and preparation process of maintenance; where communication, orderliness and discipline play key role achieving times and planned results. It has been found that the losses are not technical origin, on the contrary are organizational and administrative origin. Therefore, arises the need to correct channels of communication and to structure the process of planning and preparation.

It shows a model and methodology in order to mitigate losses that this problem could cause; where communication channels, review of risks inherent in the execution of work, checking of planned and prepared logistics and human resources are generated. Every areas must be buried and involved in the planning and preparation of all activity in order to the model has a successful outcome.

Finally it intend to mitigate the impact of the inclusion of corrective activities in the maintenance program. A way to create awareness in the Maintenance warning generator; of what is the real priority of corrective maintenance warnings generated.

Also the positive impact on the maintenance weekly programming compliance.

Creating formats mitigates the risk of errors and omitting elements in the preparation of the work packages. So they play important part in the development of this model.

² Monograph
Mechanical Engineering School. Maintenance management Specialization
Editress: Juan Paulo Rueda Prado.

INTRODUCCIÓN

Stork es una compañía de origen holandés con presencia en Colombia a través de Mecánicos Asociados SAS (MASA), la cual se encarga de custodiar la integridad de los activos de quien sea su contratante, es por eso que implementa tecnologías y metodologías de clase mundial.

En el 2013 Stork adquirió la responsabilidad de gestionar los activos de producción de Equion en el Casanare, siendo la planeación y ejecución del mantenimiento parte importante de este compromiso.

Un buen mantenimiento proactivo aportará a extender el ciclo de vida de los activos y a evitar que fallas inesperadas afecten la disponibilidad de estos.

Es por eso que se busca optimizar y eliminar pérdidas de origen logístico y administrativo mediante un modelo de planeación integrada y anticipada de trabajos de mantenimiento donde haya una comunicación efectiva entre áreas involucradas.

Además se desea dar una correcta importancia y prioridad a los trabajos programados para que su orden de ejecución no afecte la integridad de los activos.

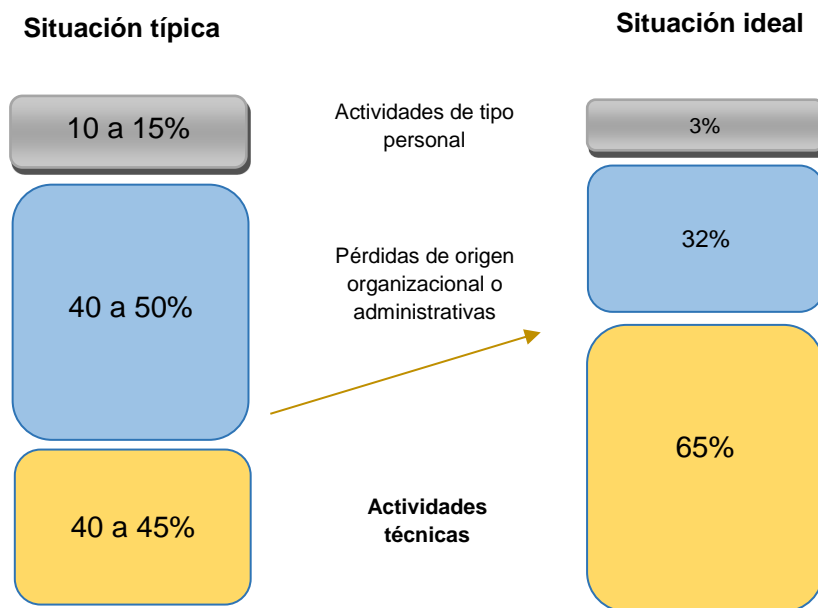
Dentro de este esfuerzo de optimización se involucran el orden, aseo y disciplina a la hora de preparar los paquetes de trabajo de mantenimiento preventivo y correctivo, con el fin de que estén bien elaborados desde la primera vez.

El modelo presentado es extrapolable a lugares donde se realice planeación y ejecución de mantenimiento sin importar el sector industrial donde se desarrolle.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desempeño de un departamento de mantenimiento depende de la efectividad de la ejecución de los servicios que se le han solicitado o este ha detectado. En la mayoría de actividades este desempeño no depende principalmente de capacidad técnica del personal ejecutor, por el contrario se ha detectado que la mayoría de las pérdidas son de origen organizacional y administrativas.

Ilustración 1 Proporción de actividades



Fuente: Documento "programa de transferencia de conocimiento", Stork, 2013.

Las mayores fuentes de ineficiencia en la ejecución de los trabajos son los descansos excesivos durante los turnos de trabajo, la espera y discusión sobre asignación de recursos, las demoras por fallas logísticas, errores en la planeación y re-trabajos en la ejecución. A pesar de que se puede aumentar la dedicación en actividades técnicas a través de las mejoras en los procedimientos administrativos y de seguridad, puede mejorarse aún más con metodologías de preparación y ejecución del trabajo planeado.

Finalizando el segundo trimestre del 2013 los resultados del indicador que mide el cumplimiento de ejecución del plan de mantenimiento en todas las disciplinas no es el esperado, afectando el desempeño de los equipos; esto se refleja en el aumento de servicios de mantenimiento correctivo.

Dado a que se cuenta con igual cantidad de horas hombre todas las semanas, el aumento de mantenimientos correctivos afectará nuevamente en el cumplimiento del plan de mantenimiento cada semana. Esto se convierte en un problema de comportamiento con efecto bola de nieve.

Gran responsable de la falta de ejecución del plan de mantenimiento es la falta de un modelo de trabajo que integre actividades de mantenimiento de diferentes disciplinas, una manera de trabajo organizada y falta de disciplina y organización a la hora de preparar los paquetes de trabajo.

Las personas responsables de los procesos de planeación y ejecución trabajan de manera aislada y sin un modelo base, lo que obliga a estructurar un modelo de planeación y ejecución integrada.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos Generales:

Formular un modelo de planeación integrada y anticipada además de una preparación de paquetes de trabajo disciplinada para las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo del CPF Cusiana.

2.2 Objetivos Específicos:

- Analizar la situación actual del proceso de planeación de los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Elaborar formatos que permitan preparar actividades de mantenimiento de manera organizada y disciplinada.
- Integrar los procesos de planeación y ejecución del mantenimiento mediante el modelo propuesto.
- Lograr que las actividades correctivas no programadas no tengan una influencia significativa sobre los programas de mantenimiento semanales.

3. MARCO CONTEXTUAL

3.1 RESEÑA HISTORICA

STORK es el nombre general de la empresa hoy, pero su historia más antigua se remonta a su fundación en 1827 como “Nederlandse Fabriek van Werktuigen en Spoorwegmaterieel” (Dutch machine and railway equipment works), en resumen: Werkspoor, que más tarde se convirtió también en el nombre oficial.

Esta compañía originalmente con sede en Amsterdam se fusionó en 1954 sobre una base igualitaria con “Gebroeders Stork & Co.”, que fue fundada en Hengelo en 1868. Esto significa que 1827 es la fecha más temprana en que las raíces de la empresa se pueden rastrear. STORK se concentra principalmente en equipos de producción industrial (de vapor y otros motores, calderas, bombas, refinerías de azúcar), mientras que las principales actividades de Werkspoor eran los medios de transporte (componentes de buques, locomotoras de vapor, trenes diésel, carros, autobuses y puentes).

Creció fuertemente en el sector que puede ser mejor descrito como bienes de capital pesados. La naturaleza vulnerable de este mercado (finalización de la reconstrucción de la posguerra, los grandes proyectos, procesos de toma de decisiones de largo plazo) llevó la empresa a iniciar un plan de largo plazo y alcance, y con un exitoso apoyo del gobierno, cambio de tendencia en los años 1970 y 1980. Esto llevó a la compañía a nuevos mercados de equipos de producción industrial (más livianos), concentrándose en las necesidades primarias: ropa, alimentos, energía, agua / aire y el transporte, así como los servicios técnicos para el mantenimiento de las instalaciones industriales.

Actividades aeroespaciales se añadieron a esta lista en 1996, gracias a la adquisición de las empresas Fokker especializadas en la construcción de componentes de aeronaves y servicios de mantenimiento de aeronaves. Una reorientación estratégica a principios de 2000 dio lugar a una estructura con 5 grupos, centrándose en las tecnologías digitales (textil) de impresión, procesamiento de aves / comida rápida, aeroespacial, componentes industriales y servicios técnicos. En 2004 Stork vendió el grupo de Componentes Industriales; después de eso, los cuatro grupos restantes (Stork Prints, Stork Food Systems, Stork Fokker y Stork Industry Services)

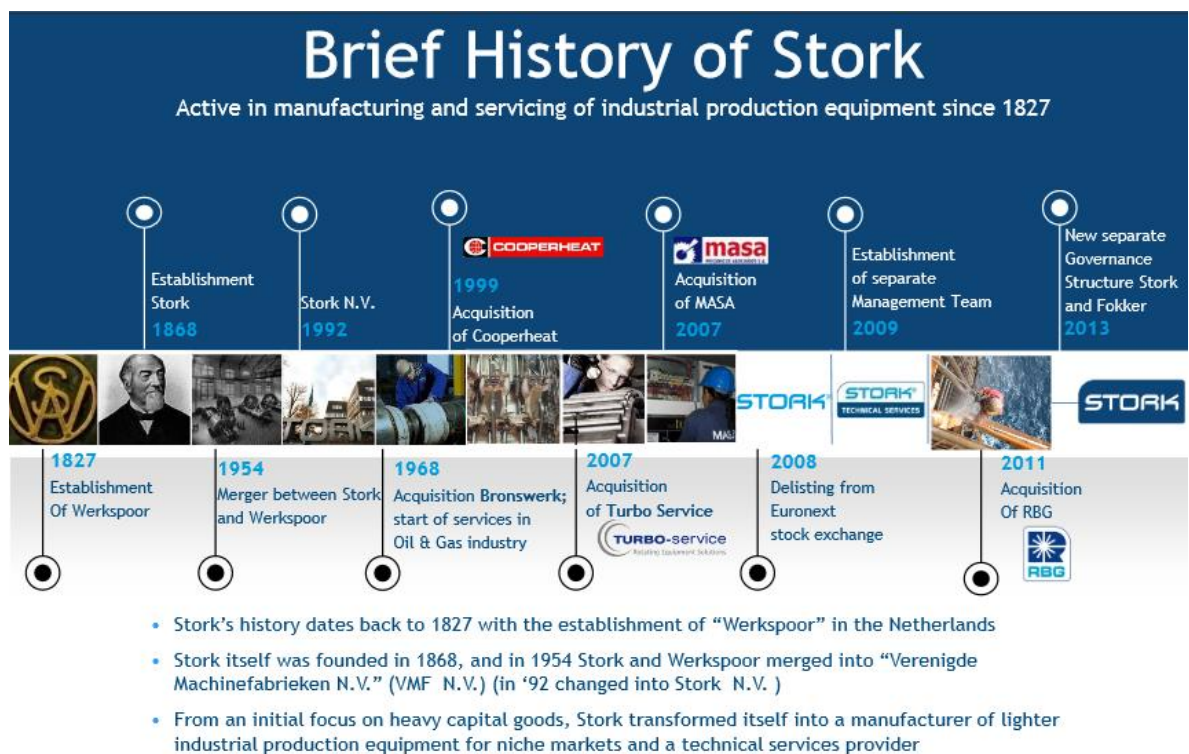
En 2007 adquirió Stork Turbo-Services y MASA (Mecánicos Asociados SAS) en Colombia. En 2008 Stork dejó de cotizar en la Bolsa Euronext y estableció en

2009 dos equipos de gestión independientes: Stork Technical Services y Fokker Technologies.

En mayo de 2011 Stork anunció la adquisición de RBG Limited, un proveedor del Reino Unido encargado de inspeccionar y evaluar servicios de reparación de la industria energética global. RBG Limited ha sido adquirido como una adición estratégica para Stork Holding BV.

Finalmente en enero del 2013 se dio inicio a una nueva estructura que separa a Stork technical services y Fokker Technologies.

Ilustración 2 Línea histórica de Stork



Fuente: Who we are. Our History. Recuperado de: URL (<http://www.stork.com>)

En 2013 Stork gana su primer contrato en Colombia ya no bajo el nombre Mecánicos Asociados SAS, Si no como Stork Technical Services Colombia. Un contrato con Equion Energía Limited que consiste en la operación y el mantenimiento e inspecciones mayores de las facilidades de Equion en el Casanare

3.2 MISIÓN

La Misión de la empresa es agregar valor a nuestros clientes ofreciendo soluciones integrales de gestión de activos, comprometidos con el progreso de nuestros colaboradores, y con los más altos estándares de seguridad, gestión de riesgos y responsabilidad social corporativa.

3.3 VISIÓN

La Visión de Stork en Colombia es ser en 2016 una organización emprendedora, ágil, con el mejor talento humano y socio estratégico de preferencia de nuestros clientes, alcanzando un crecimiento en ventas del 21% en los sectores industriales intensivos de capital en Latinoamérica y el Caribe.

3.4 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Las actividades de este proyecto se realizan en el municipio de Tauramena en el departamento del Casanare. El CPF Cusiana está localizado en la cordillera oriental a 140 km de Bogotá, tiene una extensión aproximada de 150 km² y produce petróleo liviano de excelente calidad.

El crudo de Cusiana tiene una densidad de 0.81g/ml, una viscosidad de 1.66cSt a 40°C y 32dinas/cm de tensión superficial.

Ilustración 3 Ubicación Geográfica CPF Cusiana (Tauramena, Casanare)



Fuente: Google maps, 2015.

Ilustración 4 Fotografía aérea CPF Cusiana



Fuente: Fotografías. Google maps, 2015.

3.5 CONTEXTUALIZACIÓN DEL ALCANCE DE MANTENIMIENTO

3.5.1 ³PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE STORK EN EL CPF CUSIANA

Stork está encargado del mantenimiento integral en las facilidades de Equion en el Casanare lo cual se entiende como todas las actividades requeridas para que la función de la planta se cumpla de acuerdo con la planeación de la producción y los parámetros del diseño. Entre otras, comprende las actividades de Planeación programación, ejecución y optimización de la función mantenimiento para todas las familias de equipos, reciprocantes, rotativos, eléctricos, de instrumentación, de control, válvulas y demás, incluyendo todos los tipos de mantenimiento proactivo, predictivo, preventivo, correctivo, inspecciones y mantenimientos mayores, gestión de paradas de planta, mantenimiento de válvulas, pozos, instrumentos y controles, análisis de falla, sistemas de contra incendio, asistencia en los trabajos de inspección tanto intrusiva como no intrusiva, instalación y retiro de aislamientos, arme y desarme de andamios, contempla también las áreas de confiabilidad, administración de inventarios, optimización de plantas y demás temas definidos por la estrategia específica de mantenimiento establecida en los módulos de SAP, actualizada, mejorada y documentada.

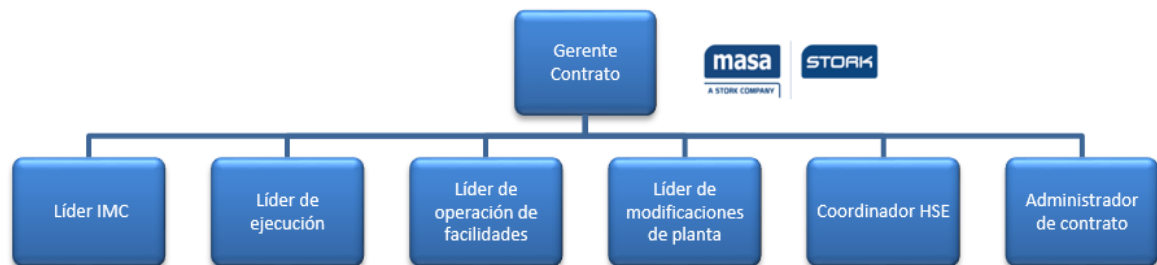
³ STORK. (2013). Documento: Marco de referencia Contrato Stork – Equion Energía

Esta estrategia está diseñada con el enfoque del establecimiento de una cultura de Gestión de Activos centrada en la Confiabilidad Operacional que pretende entender mejor los activos eliminando sus fallas y sus consecuencias con una efectiva relación en términos de costo beneficio.

3.5.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL CONTRATO DE STORK EN CASANARE

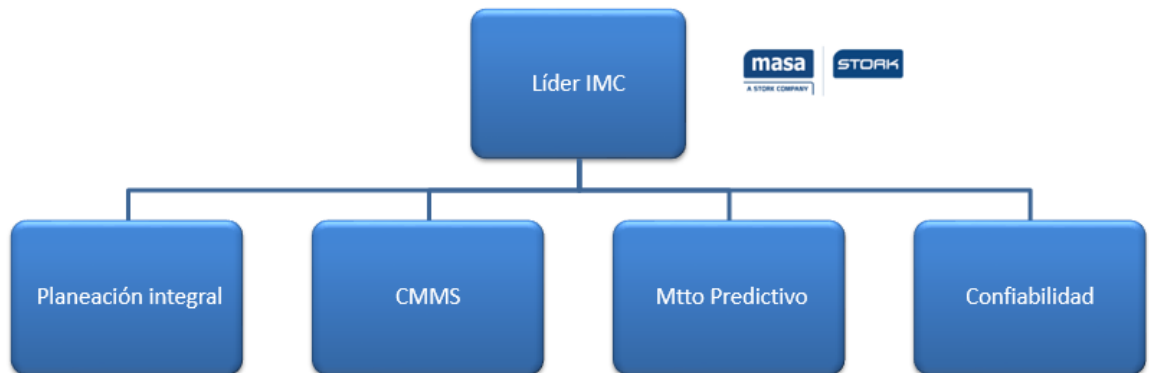
Todos los equipos de soporte de Stork en Colombia son los mismos que para Mecánicos Asociados SAS, por lo que su estructura en el Casanare se limita únicamente al personal operativo y necesario para el desarrollo de las actividades antes descritas.

Ilustración 5 Organigrama General



Fuente: Diseño propio.

Ilustración 6 Organigrama IMC (Ingeniería de mantenimiento y confiabilidad)



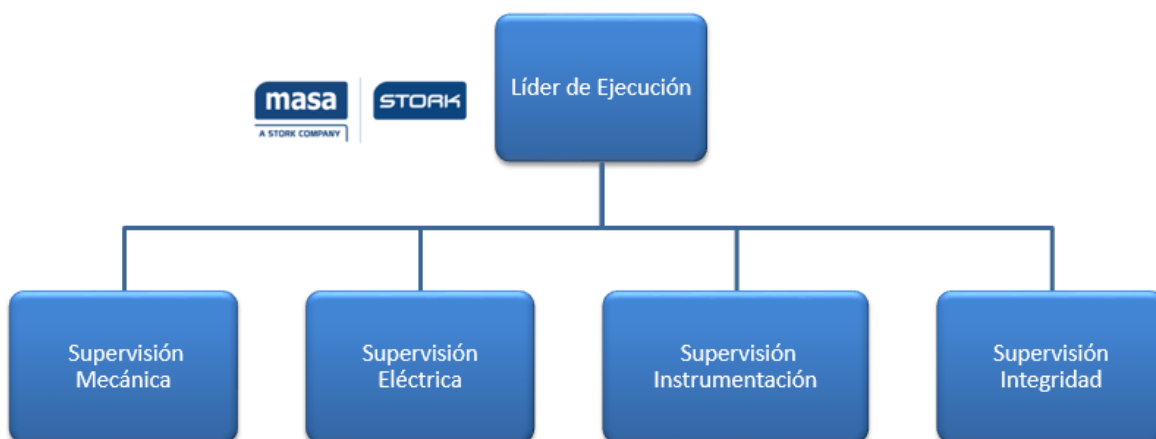
Fuente: Diseño propio.

Ilustración 7 Organigrama planeación Integral



Fuente: Diseño propio.

Ilustración 8 Organigrama ejecución de mantenimiento



Fuente: Diseño propio.

El área de modificaciones de planta cuenta con ingenieros por cada disciplina para el diseño. La ejecución se realiza con personal que se contrata de manera temporal para cada proyecto. Cuenta con un planeador, el cual debe estar en constante comunicación con el planeador líder de mantenimiento.

4 ANÁLISIS DE LA LITERATURA RECOPIADA

4.1 MARCO CONCEPTUAL

El desarrollo del modelo planteado en esta monografía se fundamenta en algunos de los pilares del TPM (Mantenimiento Productivo Total), donde buscamos la eliminación sistemática de pérdidas de origen administrativo y/u organizacional, para lo que primero debemos identificarlas en los métodos de trabajo

4.1.1 ⁴Mantenimiento Correctivo

Es el conjunto de actividades de reparación y sustitución de elementos deteriorados por repuestos que se realiza cuando aparece el fallo.

Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir los fallos y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad. Tiene como inconvenientes, que el fallo puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia.

⁵El principal inconveniente que presenta este tipo de acción de mantenimiento consiste en que el usuario detecta la falla cuando el equipo está en servicio, en el preciso momento en que se pierde su funcionalidad, ya sea al ponerlo en marcha o durante su utilización. Además, porque la mayoría de operarios encargados de usar los equipos no son expertos en fallas.

Existen dos tipos de tareas no planeadas de orden correctivo:

- El Desvare, que consiste en aplicar una reparación inmediata al equipo para devolverlo a la condición de trabajo u operación, pero no

⁴ MUÑOZ, Ma. Belén. Mantenimiento Industrial, Madrid: Universidad Carlos III de Madrid, 2010. P 6.

⁵ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento planeación, ejecución y control. México: Alfaomega, 2013. P. 427.

necesariamente a sus condiciones estándar. Se aplica en urgencias donde no se debe paralizar el proceso operativo de bienes y/o servicios.

- Reparación correcta y definitiva, para la cual se tienen experiencias previas similares y se conoce la causa raíz de la falla. Esta reparación devuelve la maquina a sus condiciones estándar de producción y mantenimiento.

Las áreas de mantenimiento correctivo son las que se realizan con intención de recuperar la funcionalidad del elemento, tras la pérdida de su capacidad para realizar la función. Una tarea de mantenimiento correctivo típica consta de las siguientes actividades:

- Detección de la falla
- Localización de la falla
- Desmontaje
- Recuperación o sustitución
- Montaje
- Pruebas
- Verificación

Debido a lo crítico que resulta devolver la funcionalidad en el menor tiempo posible, el proceso de planeación debe ser estricto y disciplinado con el fin de evitar demoras y re trabajos a la hora de ejecutar el trabajo. Esta monografía da una breve recomendación de cómo evitarlo.

4.1.2 Mantenimiento Preventivo

Es el conjunto de actividades programadas de antemano, tales como inspecciones regulares, pruebas, reparaciones, etc., encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos de un sistema.

Las desventajas que presenta este sistema son:

- Cambios innecesarios: al alcanzarse la vida útil de un elemento se procede a su cambio, encontrándose muchas veces que el elemento que se cambia permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. En otros casos, ya con el equipo desmontado, se observa la necesidad de "aprovechar" para realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado, cuyo coste

es escaso frente al correspondiente de desmontaje y montaje, con el fin de prolongar la vida del conjunto. Estamos ante el caso de una anticipación del reemplazo o cambio prematuro.

- Problemas iniciales de operación: cuando se desmonta, se montan piezas nuevas, se monta y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.
- Coste en inventarios: el coste en inventarios sigue siendo alto aunque previsible, lo cual permite una mejor gestión.
- Mano de obra: se necesitará contar con mano de obra intensiva y especial para períodos cortos, a efectos de liberar el equipo para el servicio lo más rápidamente posible.
- Mantenimiento no efectuado: si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se produce una degeneración del servicio.

Por lo tanto, la planificación para la aplicación de este sistema consiste en:

- Definir qué partes o elementos serán objeto de este mantenimiento
- Establecer la vida útil de los mismos
- Determinar los trabajos a realizar en cada caso
- Agrupar los trabajos según época en que deberán efectuarse las intervenciones

4.1.3 ⁶ Acciones predictivas

La revisión y el estudio de las variables (físicas y químicas) internas o externas, asociadas (directa o indirectamente) al proceso de operación de una máquina, permite diagnosticar el comportamiento futuro en tiempo real de la posible aparición de fallas o situaciones fuera de las condiciones estándar, con el fin de

⁶ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento planeación, ejecución y control. México: Alfaomega, 2013. P. 433-435.

evitarlas a toda costa y alargar los periodos de funcionalidad del equipo y, por ende, de la vida útil total.

EL mantenimiento predictivo estudia la evolución temporal de ciertos parámetros para asociarlos a la ocurrencia de fallas, con el fin de determinar en qué periodo de tiempo esa situación va a generar escenarios fuera de los estándares, para planificar todas las tareas proactivas con tiempo suficiente, para que esa avería no cause consecuencias graves ni genere paradas imprevistas de equipos.

La inspección y la evaluación de parámetros se pueden realizar en forma periódica, o en forma continua, dependiendo de diversos factores como son: el tipo de planta, los tipos de fallas por diagnosticar y la inversión que se quiera realizar.

4.1.4 Matriz de riesgo

⁷La Matriz de Riesgos o también llamada Matriz de la Probabilidad del Impacto MPI, es una combinación de medición y priorización de Riesgos, una matriz de riesgo es una herramienta de control y de gestión normalmente utilizada para identificar las actividades (procesos y productos) más importantes, el tipo y nivel de riesgos inherentes a estas actividades y los factores exógenos y endógenos que engendran estos riesgos (factores de riesgo). Igualmente, una matriz de riesgo permite evaluar la efectividad de una adecuada gestión y administración de los riesgos financieros, operativos y estratégicos que impactan la misión de la organización.

⁷ Matriz de riesgo. Recuperado de: URL (<http://www.cemla.org/actividades/matrizriesgo>)

- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida del equipo.
- Involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan, o mantienen equipo.
- Activamente involucrar a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores de piso.
- Promover el TPM a través de motivación con actividades autónomas de pequeños grupos.

El TPM tiene un triple objetivo: cero averías en producción, cero defectos de calidad y cero accidentes; cuando esto se ha logrado, el periodo de operación mejora, los costos se reducen, el inventario puede ser minimizado, y en consecuencia la productividad se incrementa.

4.1.6 Los 8 pilares de TPM

Una implementación exitosa de TPM requiere apoyo de 8 pilares fundamentales como soporte a la estructura, estos pilares son:

1. Mantenimiento Autónomo
2. Mantenimiento Planificado
3. Mejora enfocada
4. Educación y entrenamiento
5. Control inicial de equipos y productos
6. Mantenimiento de la calidad
7. Seguridad y medio ambiente
8. Gestión administrativa

El desarrollo de actividades plasmadas en este documento hace parte de al menos 3 de los pilares del TPM. La clave es establecer relaciones entre los pilares y atarlos con las actividades existentes en el desarrollo de organización que están funcionando. No se debe desmontar lo que se tiene establecido y construido en la organización de la empresa, pues estos hacen parte de esfuerzo y éxito de la compañía.

4.1.7 Metodología 5´S

Se llama 5's a la metodología que representa acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienzan con "s". Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro de trabajo. En adición a lo anterior se complementa la metodología con 4's adicionales que aseguran la permanencia de las 5's en el tiempo.

Las 5's todas tienen un mismo objetivo: Conseguir una empresa limpia, ordenada y un grato ambiente de trabajo.

- **SEIRI (CLASIFICACIÓN)**

Separar la herramienta, equipos, consumibles y repuestos necesarios, de los que no van a ser útiles en las labores de mantenimiento preventivo.

Esto significa, tener lo justo y necesario para el buen desarrollo de las actividades de mantenimiento

- **Seiton (organizar)**

La herramienta, equipos, consumibles y repuestos necesarios, deben ser fácilmente accesibles al personal de mantenimiento ejecutor.

- **Seiso (cuidado)**

Mantener limpia y en buen estado la herramienta y equipos necesarios para la ejecución del mantenimiento preventivo.

- **Seiketsu (limpieza)**

Mantener aseado el sitio de ejecución de las labores de mantenimiento, antes, durante y después.

"No es más limpio el que más limpia, es más limpio el que menos ensucia"
Mantener constantemente el estado de orden, limpieza e higiene de nuestro sitio de trabajo.

- **Shitsuke (disciplina)**

Convertir en hábito el empleo y utilización de las “s” anteriores para obtener una adecuada ejecución del mantenimiento.

4.1.8 Gestión de activos

⁹Las empresas se enfrentan día a día a la difícil situación de incorporar, administrar y mantener una mayor cantidad de activos fijos para atender os mismo mercados con los mismo servicios y productos. Lo cual genera la necesidad de desarrollar una metodología de gestión de activos basada en costos e indicadores que garanticen que estos produzcan una vez más ingresos y menos gastos.

El LCC (Life Cicle Cost) y la metodología de gestión de activos son la única forma de enfrentar estos hechos que conducen una vez más a la necesidad de desarrollar metodologías científicas, prácticas y útiles que permitan controlar los costos durante su ciclo integral de vida, con apoyo de los indicadores estratégicos de LCC y costos integrales.

El impacto de la implementación de la tecnología de gestión de activos en las empresas se refleja en sus cuatro objetivos principales: reducción de costos en la gestión y operación del mantenimiento, aumento de la disponibilidad de los equipos y líneas de producción, incremento de la vida útil de los activos y disminución de los niveles de inventarios de repuestos e insumos

4.1.9 Gestión y manejo de inventarios, repuestos e insumos de mantenimiento

¹⁰La utilización de un sistema o una metodología que permita administrar y controlar el manejo de los insumos, los repuestos y las materias primas de mantenimiento se considera como un instrumento avanzado, ya que mediante su aplicación se logran sustanciales ahorros en la gestión y la operación del mantenimiento industrial, como también se logran mejoras logísticas en el servicio de mantenimiento.

Los hechos que generan la no funcionalidad y la no disponibilidad de los equipos pueden ser tres:

- Tareas proactivas (mantenimiento planeados)
- Reparaciones (mantenimientos no planeados: correctivos o modificativos)

⁹ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento planeación, ejecución y control. México: Alfaomega, 2013. P. 474.

¹⁰ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento planeación, ejecución y control. México: Alfaomega, 2013. P. 361.

- Retrasos en el suministro de repuestos, insumos, materias primas de mantenimiento o recursos humanos.

De allí la gran importancia de presentar, al menos los criterios básicos y las estrategias de manejo de los inventarios, insumos, materias primas o repuestos de mantenimiento.

La existencia de almacenes de repuestos o de inventarios se justifica desde dos hechos posibles:

- El consumo de repuestos es más alto que su velocidad de producción o de fabricación, es decir, la demanda es más alta que la oferta.
- El tiempo de transporte o la distancia entre el punto de fabricación o comercialización de repuestos y el punto donde se consumen, o donde se requieren para ser usados, son muy grandes.

Los inventarios son almacenamientos de materias primas, repuestos, insumos, productos en proceso o bienes terminados que aparecen a lo largo de la cadena productiva o del proceso logístico de una empresa. En general, el costo de mantener los inventarios puede alcanzar cifras significativas cercanas hasta del 40% de su valor y representa casi un 15% de la venta total anual de las empresas. De allí la gran importancia de presentar, al menos los criterios básicos y las estrategias fundamentales de manejo de los inventarios, insumos, materias primas, repuestos, productos terminados o en proceso.

4.1.10 Mantenimiento combinado TPM y RCM

¹¹La aplicación del RCM es muy útil en empresas con un gran clima organizacional, donde el recurso humano es motivado y consciente de la importancia del trabajo en equipo de mantenimiento y producción alrededor de las máquinas.

La combinación RCM y TPM tiene la ventaja de mejorar el proceso para facilitar el trabajo en equipo entre mantenimiento y las funciones de producción, mejorar la fiabilidad de las máquinas y reducir los costos de operación. Ambas tácticas son complementarias, pues mientras el TPM mejora la productividad, el RCM aumenta la confiabilidad y la competitividad.

¹¹ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento Industrial Efectivo. Medellín: Coldi, 2012. P. 3-354.

La relación clave entre TPM y RCM estriba en que sus principios clave de organización y confiabilidad se combinan, para garantizar una excelente operación y gestión de mantenimiento.

La utilización conjunta de ambas tácticas permite alcanzar un manejo intensivo y exitoso de los instrumentos básicos y avanzados de mantenimiento, en especial del recurso humano (TPM) y de la tecnología (RCM). Su utilización progresiva al iniciar con TPM para lograr la superación del recurso humano, y luego el énfasis técnico y logístico del RCM, permiten una utilización extensiva de los dos niveles iniciales de mantenimiento. La combinación ideal es implementar el TPM y una vez logrado seguir con RCM, para posteriormente ingresar en una táctica proactiva.

4.2 MARCO LEGAL

4.2.1 Gestión de activos

¹²Conjunto de actividades y prácticas coordinadas y sistemáticas por medio de las cuales una organización maneja de manera óptima y sustentable sus activos y sistemas de activos, su desempeño, riesgo y gastos a lo largo de su ciclo de vida, con el fin de lograr su plan estratégico organizacional

Los factores que influyen el tipo de activos que una organización requiere para lograr sus objetivos, y como los activos son manejados, incluye lo siguiente:

- La naturaleza y el propósito de la organización
- Su contexto operacional
- Sus limitaciones financieras y requisitos reglamentarios
- Las necesidades y las expectativas de la organización y sus interesados

Estos factores influyentes deben tenerse en cuenta al establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente la gestión de activos

¹² INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Asset Management. ISO 55000. Ginebra, Suiza: ISO: 2014.

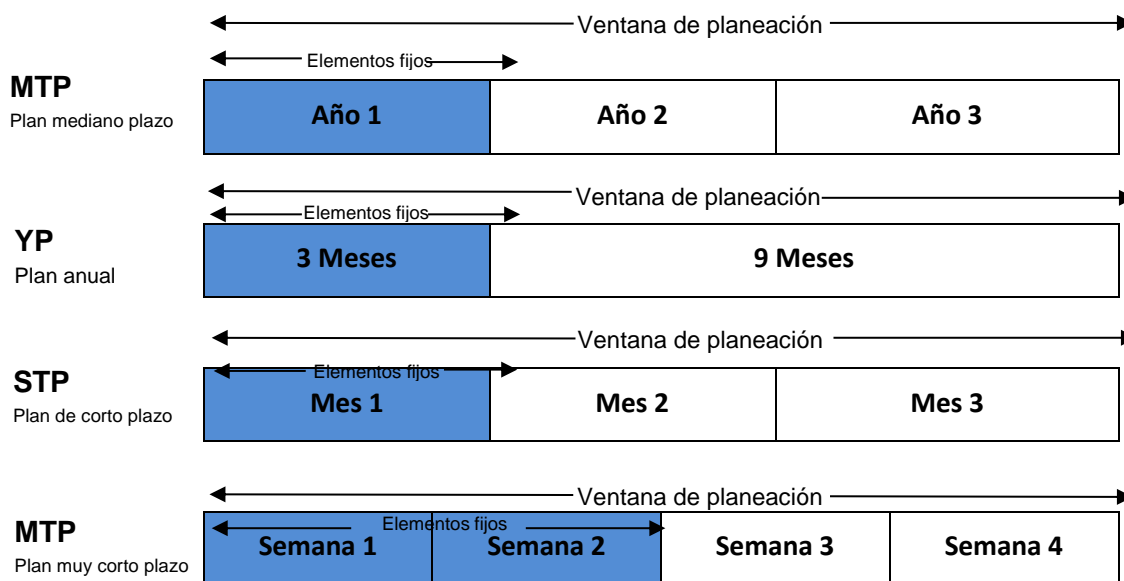
5. FORMULACIÓN DE UN MODELO DE PLANEACIÓN Y PREPARACIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DEL CPF CUSIANA

Ya planteado el problema en donde se muestra una pobre comunicación entre áreas y disciplinas, el trabajo poco ordenado y disciplinado al momento de planear y preparar paquetes de trabajo. Se hace necesario plantear un modelo de planeación anticipada e integrada y de comunicación efectiva con el fin de visualizar y evitar sorpresas e improvisaciones en la ejecución, utilizando los recursos óptimos e idóneos por una sola vez.

El modelo y metodología contempla que es necesaria una planeación integrada y anticipada, por lo que da lugar a planes integrados de mediano, corto y muy corto plazo; en cada uno de ellos se detalla y se congela un periodo evitando cambios que podían afectar el éxito de la ejecución.

5.1 PLANEACIÓN ANTICIPADA

Ilustración 10 Modelo y metodología de planeación y preparación anticipada de trabajos



Fuente: DESMARETZ, Peter & RUEDA, Diego. Stork. Utrecht, Nederland; Yopal, Colombia. 2014.

5.1.1 MTP Plan mediano plazo (3 años)

Se identificarán los trabajos que se puedan realizar por ventanas operativas o proyectos a realizar, en este plan de común acuerdo se fija 1 año y se congelan los trabajos a realizar.

5.1.2 YP Plan anual

En este plan se identifican el 100% de los trabajos que se realizarán durante el año, además de optimizar los tiempos de ejecución, mitigar riesgos y reducir costos, el plan de integración de actividades es una entrada para los planes de negocio y las predicciones de producción.

En la planeación integral táctica los detalles de ejecución son requeridos, involucrando los sitios de trabajo para asegurar que las actividades puedan ser integradas, estarán libres de interferencias y estarán fuera de aplazamientos.

Dentro de la definición se incluye:

- Alcance detallado y contenido de la actividad, incluyendo objetivos, preparación del sitio de trabajo, aislamiento de sistemas, impactos en producción y actividades de pre-comisionamiento.
- Estimado de recursos necesarios (personas, grúas, andamios, equipos especiales, repuestos).
- El inicio más temprano, la finalización más tardía y la duración de la actividad.
- Elementos de riesgo asociados a todo lo relacionado a la actividad.
- Identificar repuestos o equipos de difícil consecución para anticiparse en las compras.

Se identifican repuestos y recursos mayores requeridos en los trabajos con el fin de poder hacer proyecciones de presupuestos y anticiparse a compra de equipos de difícil consecución.

De este plan se fijan 3 meses de ejecución.

5.1.3 STP Plan de corto plazo (3 meses)

En esta planeación integral a corto plazo el nivel de detalle en la planeación aumenta con el objeto de identificar y gestionar los recursos para asegurar el alistamiento y que las actividades programadas en el sitio de trabajo puedan ser finamente ajustadas.

En este nivel de planeación las actividades ya están finamente definidas y los recursos necesarios claramente establecidos y gestionados, así como la programación de actividades deben quedar claramente estructurados. En este punto el objetivo no es crear una nueva programación sino agregar los detalles necesarios para una programación eficiente.

En la planeación integral a corto plazo se define que las actividades integradas en el plan están listas para ser ejecutadas en las ventanas de tiempos definidas para estas.

En las reuniones de comunicación efectiva se realiza la integración de trabajos donde se identifican posibles interferencias y disponibilidad real del uso de recursos compartidos.

5.1.4 VSTP Plan de muy corto plazo (1mes)

La última entrega del proceso de planeación integral a corto plazo es la preparación del trabajo, punto en el cual ya están definidos todos los trabajos a ser ejecutados, ya se identificaron y corrigieron todas las posibles interferencias, ya se estructuró la programación de actividades y ya se gestionaron todos los recursos para asegurar la correcta ejecución de las actividades.

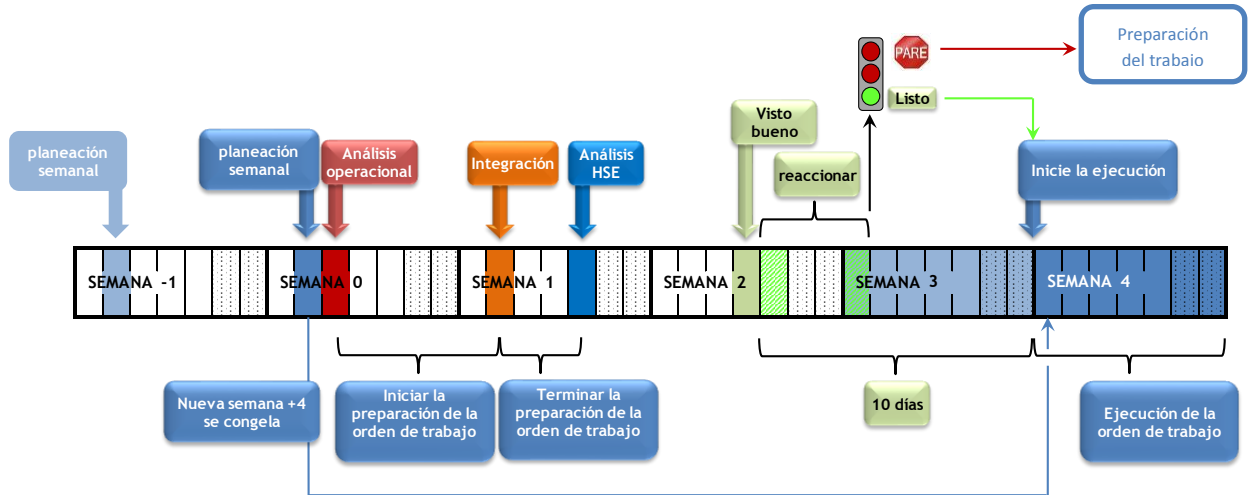
VSTP define quien y como exactamente realizará las actividades.

5.2 PUNTOS DE CONTROL

En la siguiente figura se puede detallar el modelo de muy corto plazo (4 semanas), donde inicia la preparación de los paquetes de trabajo y se llevan a cabo los puntos de control de manera disciplinada, en estos puntos de control se debe tener una comunicación efectiva entre las áreas involucradas en el trabajo –

Planeación, ejecución, seguridad industrial HSE y equipos de soporte a la operación-. Se tiene un cronograma estricto de puntos de control, reuniones o sesiones de comunicación efectiva que se debe respetar semana a semana.

Ilustración 11 Modelo de preparación de muy corto plazo



Fuente: DESMARETZ, Peter & RUEDA, Diego. Stork. Utrecht, Nederland; Yopal, Colombia. 2014.

El objetivo y significado de cada punto de control, reunión o sesión de comunicación efectiva son:

5.2.1 Análisis de riesgos operacionales

En el Análisis de los Riesgos Operacionales se identifican los riesgos asociados al proceso (pérdidas de producción, paradas de planta) y la forma más eficiente para mitigarlos. Así mismo en esta sesión o punto de control, las actividades que presenten interferencias son identificadas.

Se identifican interacciones entre las diferentes actividades y su viabilidad de ejecución relacionada con el proceso de producción debe ser aprobada por los responsables del proceso a intervenir.

Este punto de control se ejecuta en la semana (-)4 antes de la ejecución de las actividades en gestión.

Participantes

- Programador
- Planeador líder o de disciplina
- Supervisores de ejecución de mantenimiento por disciplina
- Supervisores de planta

5.2.2 Integración de actividades planeadas

En esta fase se analizan los resultados del primer punto de control y se identifican los trabajos que pueden ser integrados y ejecutados efectivamente, así mismo se realiza el balance de los recursos a utilizar para la ejecución del mes siguiente. Este punto de control se ejecuta en la semana (-)3 antes de la ejecución de las actividades en gestión.

Participantes

- Programador
- Planeador líder o de disciplina
- Supervisores de ejecución de mantenimiento por disciplina
- Supervisores de planta

5.2.3 Análisis de riesgos HSE

El análisis de riesgos HSE o de seguridad industrial y salud ocupacional es la base para la ejecución del trabajo bajo los estándares de seguridad HSE, se analizan los riesgos y se adoptan medidas para mitigarlos o eliminarlos. Se establece la manera más segura de ejecutar las distintas actividades.

Este punto de control se ejecuta en la semana (-)2 antes de la ejecución de las actividades en gestión.

Participantes

- Programador
- Planeador líder o de disciplina
- Supervisores HSE

5.2.4 Visto Bueno

En este punto de control se verifica la preparación y paquete del trabajo. Se llevará a cabo 10 días antes de iniciar las actividades, en este se revisa que se cumplan las 6 condiciones siguientes:

1. El trabajo debe estar completamente preparado.
2. Los análisis de riesgos en seguridad deben estar aprobados.
3. Los riesgos deben estar totalmente identificados y el control del riesgo debe ser claro y aplicable.
4. El trabajo puede ser ejecutado de acuerdo al plan.
5. Los recursos necesarios (personas, recursos logísticos, materiales, equipos) deben estar disponibles a tiempo.
6. La organización en el sitio debe estar clara.

En caso de que uno o más de los seis puntos no se cumplan, el proceso de preparación del trabajo debe realizarse de nuevo y no podrá ejecutarse. Se autoriza la ejecución del trabajo sólo si se cumplen las seis condiciones.

El objetivo de este punto de control es evitar cualquier clase de sorpresas o improvisación en la ejecución.

Este punto de control se ejecuta 10 días antes de la ejecución de las actividades en gestión.

Participantes

- Programador
- Planeador líder o de disciplina
- Supervisores de ejecución de mantenimiento por disciplina
- Supervisores de planta

5.3 PRIORIZACIÓN DE CORRECTIVOS

Es normal que en todos los equipos de una planta de producción se generen avisos de mantenimiento correctivo. Para el dueño u operador de cada máquina, cada mal funcionamiento o malestar que perciba es importante y de carácter urgente que sea resuelto por el equipo de mantenimiento.

Es por eso que de manera errada se les da una importancia y prioridad de atención a cada aviso, lo que muchas veces no es cierto y por el contrario desplaza actividades proactivas de la programación semanal debido a que los recursos (Horas Hombre) son fijos todas las semanas.

Es importante que cada actividad tenga su correcta calificación de prioridad de ejecución, ya sea reactiva o proactiva. Esta calificación puede estar basada en una correcta calificación de riesgos de la no ejecución de la actividad, resultante de la probabilidad de que un evento ocurra y el impacto del evento en caso de que ocurra.

El impacto tiene diferentes consecuencias las cuales son de mayor o menor importancia según la industria y los objetivos de la empresa. Para este caso se son de principal importancia los siguientes escenarios:

- Afectación a las personas
- Pérdida económica por daño a los activos o por impacto a la producción
- Daño al Medio Ambiente
- Reputación en la industria y/o en la región

Basado en estos escenarios y con el fin de dar la correcta prioridad a cada actividad correctiva se genera una matriz de calificación de riesgos, la cual se utiliza en cada aviso de mantenimiento correctivo; después de la calificación se ubica en un periodo donde su ejecución no tiene riesgo alguno para los escenarios antes mencionados.

Ilustración 12 Matriz de priorización de correctivos

MATRIZ PRIORIZACIÓN DE CORRECTIVOS

CONSECUENCIAS				SEVERIDAD	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA				
PERSONAS	ACTIVOS O PRODUCCIÓN	MEDIO AMBIENTE	REPUTACIÓN		No ocurrirá antes de 12 meses	No ocurrirá antes de 3 meses	No ocurrirá antes de 2 semanas	No ocurrirá antes de 2 días	Ocurrirá antes de 2 días
P	A	M	R		A	B	C	D	E
Sin efecto en salud	Sin impacto	Sin Efecto	Sin Impacto	0	RE-EVALUAR LA NECESIDAD REAL DEL TRABAJO				
Lesión leve o Primeros auxilios	Perdidas menores a 5K USD	Efecto leve < 1m ²	Impacto Interno	1	7	6	5	4	3
Lesión menor sin incapacidad	Perdidas hasta por 20K USD	1m ² < Efecto menor < 10m ²	Impacto Local	2	6	5	4	3	2
Incapacidad temporal > 1 día	Perdidas hasta por 100K USD	10m ² < Contaminación Localizada < 20m ²	Impacto Regional	3	5	4	3	2	1
Incapacidad permanente	Perdidas hasta por 250K USD	20m ² < Contaminación Mayor < 40m ²	Impacto Nacional	4	4	3	2	1	1
1 o mas fatalidades	Perdidas mayores a 250K USD	Contaminación Irreparable > 40m ²	Impacto Internacional	5	3	2	1	1	1



Fuente: SHELL. Risk and Reliability Management, operational excellence in production.

Ilustración 13 Prioridad de programación de trabajos según calificación del riesgo

Priorización del programa de mantenimiento		
Prioridad	Concepto de prioridad	Ultima fecha permitida
8	Usuario define la prioridad	> 12 meses
7	Prioridad rutinaria	12 meses
6	Prioridad rutinaria	6 meses
5	Prioridad rutinaria	8 semanas
4	Prioridad rutinaria	4 semanas
3	Prioridad rutinaria	2 semanas
2	Prioridad rutinaria	Inmediato
1	Prioridad necesaria	Inmediato

Fuente: SHELL. Risk and Reliability Management, operational excellence in production.

De acuerdo a las 2 figuras anteriores, se da la correcta prioridad a cada aviso de mantenimiento correctivo generado y de acuerdo a esa prioridad se ubica en el programa de mantenimiento, el cual podría ser de ejecución inmediata hasta su ejecución en 12 meses.

De esta manera se está aumentando confiabilidad en los equipos y procesos realmente necesarios para una producción efectiva.

5.4 MODELO RESUMEN DE PLANEACIÓN Y PREPARACIÓN DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

Ilustración 14 Modelo y metodología de planeación y preparación integrada y anticipada de trabajos de mantenimiento



Fuente: WITJES, Otto & RUEDA, Diego. Stork. Utrecht, Nederland; Yopal, Colombia. 2014.

5.5 PREPARACIÓN DE PAQUETES DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

La preparación de los trabajos inicia 4 semanas antes de su ejecución, esto no significa que no hayan sido revisados y planeados (dependiendo del trabajo) desde el plan anual; en este periodo se procede con la elaboración de la documentación necesaria para ejecutar y el retiro de las herramientas, equipos y materiales –los cuales ya fueron revisados y reservados- a utilizar en la actividad.

Ver Anexo 1.

Documentos obligatorios para ejecución:

- Orden de trabajo impresa desde el CMMS
- Índice (indicando números y revisiones de los documentos incluidos).
- Permisos de trabajo & listas de chequeo apropiadas
- Certificados: aislamiento, excavación, trabajo en alturas, espacios confinados.
- Análisis de riesgos de la actividad
- P&ID;
- Procedimientos de ejecución

Elementos adicionales para ejecución:

- Índice de documentos adicionales.
- Diagramas (otros necesarios diferentes al P&ID, etc.).
- Lista de chequeo.
- EPP especiales & elementos de prevención colectiva
- Fotos del lugar de ejecución
- Descripción del trabajo o referencia al procedimiento
- Lista de materiales
- Grúa & equipos de izaje
- Andamios
- Solicitud de transporte de equipos (si aplica).
- Manuales (herramientas especiales).

Estos documentos y la preparación del trabajo son revisados por el ejecutor 10 días antes de la fecha programada para la actividad. El espacio adecuado es el cuarto punto de control o “Visto Bueno” según el modelo.

Dado a que se busca una preparación exitosa y sin pasar por alto detalles y teniendo en cuenta los 8 pilares del TPM se implementaron formatos para que todos los elementos sean revisados por las partes interesadas de una manera metódica y disciplinada. Ver Anexo 2.

6. CONCLUSIONES

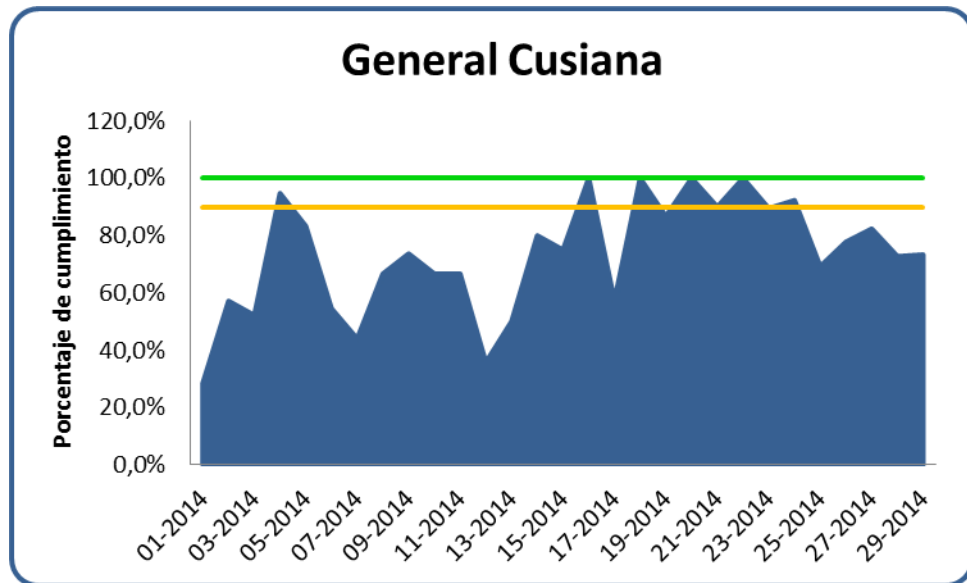
- Los formatos de control de documentación y lista de chequeo de los paquetes de trabajo lograron que haya control, orden y disciplina en la preparación de las actividades de mantenimiento correctivo, evita pasar por alto documentación, materiales y recurso logístico para la ejecución de los trabajos.

Esto genera que no haya reprocesos y demoras a la hora de ejecutar incrementando la cantidad de órdenes de trabajo ejecutadas

Resultado

Aumento del cumplimiento de ejecución de las Ordenes de trabajo programadas semanalmente. En la ilustración 15 de observa una tendencia en ascenso del porcentaje de cumplimiento semanal.

Ilustración 15 Tendencia del cumplimiento de Órdenes de trabajos



Fuente: MACIAS, Alberto. Ing. CMMS Stork 2014

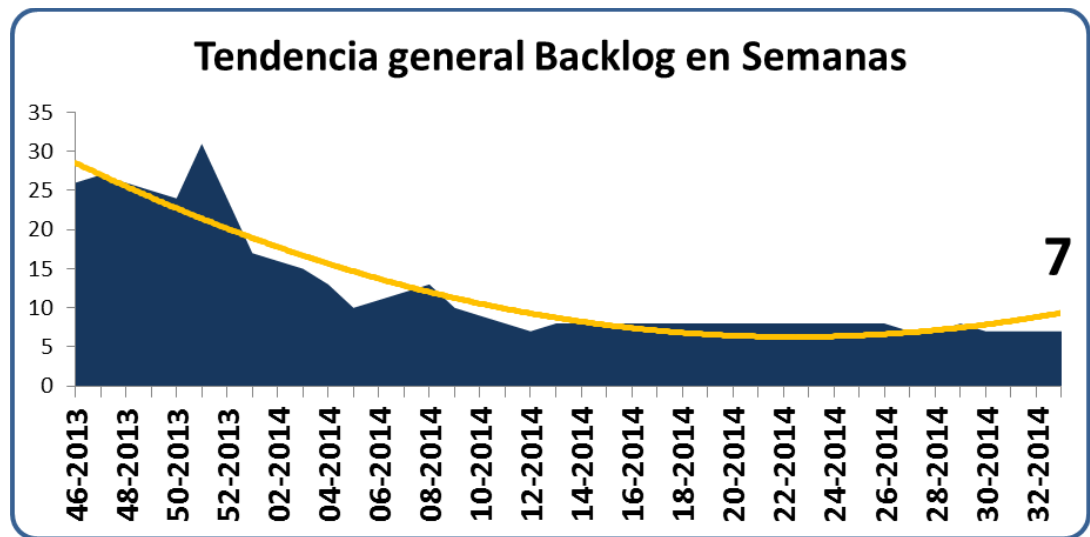
- El modelo de planeación anticipada en integrada, donde existe una comunicación asertiva entre las áreas involucradas en las actividades de mantenimiento logra eliminar pérdidas de origen logístico y administrativo, que lo planeado sea ejecutado en su mayoría, que se logre aprovechar

espacios (paradas de equipos, movilización logística, etc) para incluir actividades que anteriormente no estarían en el panorama del equipo de planeación integral. Esto se ve representado en una disminución del Backlog de mantenimiento semana a semana.

Resultado

Disminución del back-log del programa de mantenimiento preventivo a la mitad.

Ilustración 16 Tendencia del back-log de mantenimiento por semana



Fuente: MACIAS, Alberto. Ing. CMMS Stork 2014

- La matriz de priorización de correctivos logra generar conciencia, de que toda molestia o aviso de mantenimiento correctivo no debe ejecutarse de manera inmediata, esta da la verdadera prioridad dentro del programa de mantenimiento general. Como lo muestra la siguiente figura, actividades que anteriormente eran ejecutadas de manera inmediata, dando su respectiva prioridad logran reprogramarse hasta en un mes adelante.

Resultado

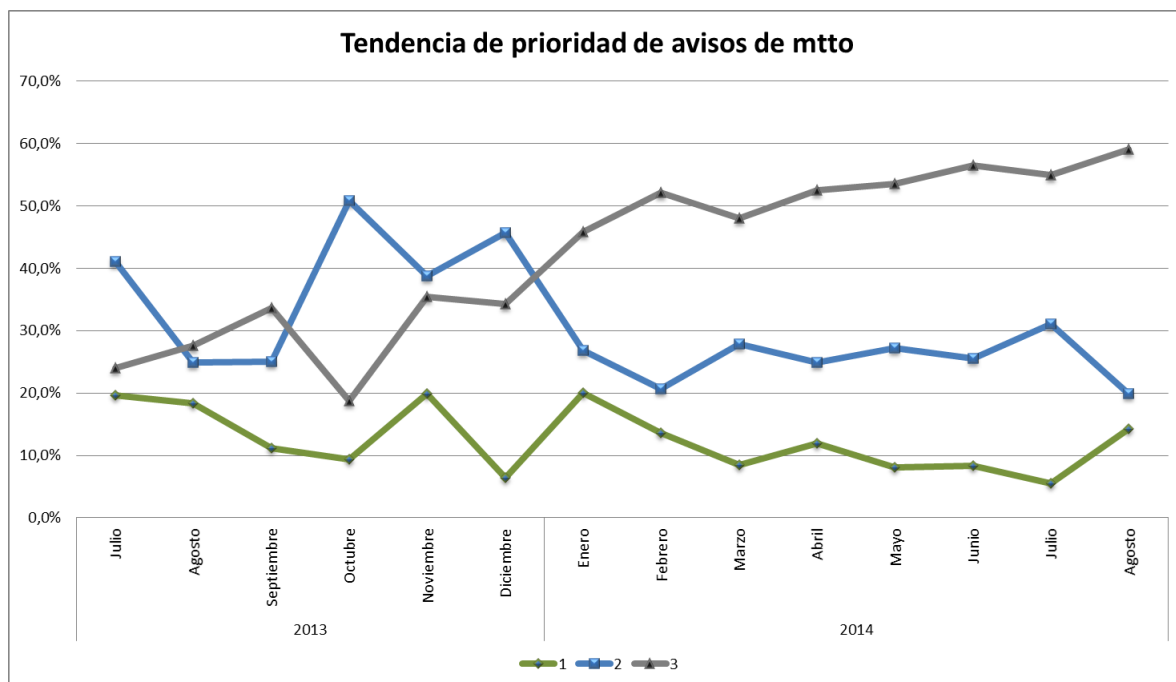
Disminución de los niveles de prioridad de los avisos de mantenimiento correctivo. En la ilustración 17 se observa la tendencia negativa de la prioridad 1 y la tendencia positiva de la prioridad 3.

Tabla 1 Cantidad mensual de avisos de mantenimiento según prioridad

		CANTIDAD AVISOS						
		1	2	3	4	5	6	Total
2013	Julio	31	65	38	20	4	0	158
	Agosto	34	46	51	50	4	0	185
	Septiembre	26	58	78	36	34	0	232
	Octubre	16	87	32	22	14	0	171
	Noviembre	37	72	66	8	3	0	186
	Diciembre	14	100	75	18	12	0	219
2014	Enero	38	51	87	7	5	2	190
	Febrero	23	35	88	4	19	0	169
	Marzo	22	72	124	21	19	0	258
	Abril	26	54	114	16	5	2	217
	Mayo	18	61	120	21	4	0	224
	Junio	14	43	95	9	3	4	168
	Julio	10	56	99	11	2	2	180
	Agosto	23	32	95	9	1	1	161

Fuente: CMMS-SAP-Modulo PM. Equion-Stork

Ilustración 17 Tendencia de la cantidad de avisos de mantenimiento correctivo según prioridad



Fuente: Diseño Propio

BIBLIOGRAFIA

DESMARETZ, Peter. STORK. Utrecht, Nederland. 2014. < www.stork.com

GIRALDO, Sebastián. TPM General. Bogotá: Universidad Industrial de Santander, 2013.

LOPEZ, Libardo. Modelo de planeación y control para los proyectos de gestión de mantenimiento mayor de turbinas a gas en los campos Cusiana y Cupiagua operados por Ecopetrol y BP Colombia. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2010.

MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento Industrial Efectivo. Medellín: Coldi, 2012. P. 3-354.

MORA GUTIERREZ, Alberto. Stock Cero. Envigado: CIMPRO, 2014. P. 3-270.

MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento planeación, ejecución y control. México: Alfaomega, 2013. P. 433-435.

STORK, EQUION & ECOPETROL Asset management solutions [online]. Available from World Wide Web: www.stork.com

WITJES, Otto. STORK. Utrecht, Nederland. 2014. < www.stork.com

ANEXOS

Anexo A Formato de preparación de paquetes de trabajo

PREPARACIÓN DE PAQUETES DE TRABAJO



Orden de trabajo	:	
Inicio de elaboración de paquete de trabajo	:	
Paquete de trabajo completo	:	
Paquete de Trabajo en sitio (supervisor)	:	

1 CONTENIDO DE PAQUETE DE TRABAJO PARA ACTIVIDADES PLANEADAS			
1.1	Documentos obligatorios	Requerido	Listo
	• Orden de trabajo impresa desde el CMMS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• Índice (indicando números y revisiones de los documentos incluidos)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• Permisos de trabajo & listas de chequeo apropiadas (antes de iniciar, aprobación de operaciones)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• Certificados: aislamiento, excavación, trabajo en alturas, espacios confinados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• Análisis de riesgos (ATS, AST)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• Hoja de datos de seguridad de materiales, <u>si aplica</u> (MSDS)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• P&ID	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• Formatos de prueba (presión, tiempo, fluido, etc.) <u>si aplica</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• Procedimientos (relacionar las actividades relevantes del procedimiento(s))	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2	Documentos adicionales	Requerido	Listo
	• Índice de documentos adicionales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• Diagramas (otros necesarios diferentes al P&ID, etc.).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: DESMARETZ, Peter; RUEDA, Diego. Stork. Utrecht, Nederland; Yopal, Colombia. 2014.

Anexo B Formato de preparación de paquetes de trabajo

PREPARACIÓN DE PAQUETES DE TRABAJO



Orden de trabajo :			
	• Lista de chequeo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• EPP especiales & elementos de prevención colectiva (en Lista de chequeo);	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• Fotos (en Lista de chequeo);	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• Descripción del trabajo o referencia al procedimiento (en Lista de chequeo);	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• Lista de materiales (en Lista de chequeo);	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• Grúa & equipos de izaje (en Lista de chequeo);	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• Andamios (en Lista de chequeo);	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• Solicitud de transporte de equipos (si aplica).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• Manuales (herramientas especiales).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3	Paquete de Control de Calidad de Soldadura (QA/QC)	Requerido	Listo
	Si aplica.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4	Formatos	Requerido	Listo
	• Control de Asistencia a Actividades.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• Análisis Periférico de Seguridad del Trabajo.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• Formato registro de actividades diarias grupo técnico.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	• Formato reporte de ODT.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: DESMARETZ, Peter; RUEDA, Diego. Stork. Utrecht, Nederland; Yopal, Colombia. 2014.

Anexo C Formato de lista de chequeo para revisión de paquetes de trabajo

PREPARACIÓN DE PAQUETES DE TRABAJO



Orden de trabajo :				Lista de chequeo de documentos adicionales					
Ítem	Preparación	SÍ	NO	Spec.		Clase		Equip.	
	EPP especiales :			Producto		Presión		Temp.	
	EPC elementos de prevención colectiva :			Fotos & Diagramas					
	Eliminar el aislamiento								
	Grúa y equipos de izaje :								
	Andamios :								
Ítem	Descripción del trabajo o referencia al procedimiento								
Ítem	Materiales, herramientas y consumibles	Referencia STS	Núm.	Unid.					
Ítem	EPP especiales	SÍ	NO						
1	Máscara de filtro								
2	Aire comprimido								
3	Máscara para el polvo								
4	La protección contra caídas								
5	Otro:								
Atención / Comentarios									
				Manejado por:					

Fuente: DESMARETZ, Peter; RUEDA, Diego. Stork. Utrecht, Nederland; Yopal, Colombia. 2014