



Universidad
Tecnológica de Bolívar
CARTAGENA DE INDIAS

**OPTIMIZACION DE MANTENIMIENTO PLANEADO (PMO) EN PUERTO ZONA
FRANCA ARGOS S.A. DE CARTAGENA**

Gabriel Andrés Cuéllar Velilla
Carlos Andrés Oyola Miranda

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y MECATRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS

2010

**OPTIMIZACION DE MANTENIMIENTO PLANEADO (PMO) EN PUERTO ZONA
FRANCA ARGOS S.A. DE CARTAGENA**

Gabriel Andrés Cuéllar Velilla
Carlos Andrés Oyola Miranda

**Monografía Presentada Para Optar El Título De
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

DIRECTOR:
Vladimir Quiroz Mariano

ASESOR:

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y MECATRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS**

2010

Nota de Aceptación

Firma de Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C. OCTUBRE DE 2010

CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C. OCTUBRE DE DE 2010

Señores:

Comité Evaluador

Facultad De Ingeniería Mecánica y Mecatrónica

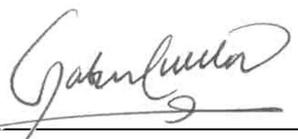
Universidad Tecnológica De Bolívar

Ciudad.

Apreciados señores:

Por medio de la presente nos permitimos someter para su estudio, consideración y aprobación la monografía titulada “**OPTIMIZACION DE MANTENIMIENTO PLANEADO (PMO) EN PUERTO ZONA FRANCA ARGOS S.A. DE CARTAGENA**” Realizada por los Ingenieros Gabriel Andrés Cuéllar Velilla y Carlos Andrés Oyola Miranda para optar al título de Especialistas en Gerencia de Mantenimiento

Cordialmente:



Gabriel Andrés Cuéllar Velilla



Carlos Andrés Oyola Miranda

AUTORIZACIÓN

CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C. OCTUBRE DE 2010

Yo, Gabriel Andrés Cuéllar Velilla, identificado con la Cédula de Ciudadanía N° 73.188.686 de Cartagena (Bolívar), autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el sitio web para su consulta on line.

La Universidad Tecnológica de Bolívar, entidad académica sin ánimo de lucro, queda por lo tanto facultada para ejercer plenamente los derechos anteriormente cedidos en su actividad ordinaria de investigación, docencia y extensión. La cesión otorgada se ajusta a lo que establece la Ley 23 de 1982. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo este documento que hace parte integral del trabajo antes mencionado y entrego al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica de Bolívar.



Gabriel Andrés Cuéllar Velilla
C.C. N° 73.188.686 de Cartagena

AUTORIZACIÓN

CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C. OCTUBRE DE 2010

Yo, Carlos Andrés Oyola Miranda, identificado con la Cédula de Ciudadanía N° 10.769.715 de Montería autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el sitio web para su consulta on line.

La Universidad Tecnológica de Bolívar, entidad académica sin ánimo de lucro, queda por lo tanto facultada para ejercer plenamente los derechos anteriormente cedidos en su actividad ordinaria de investigación, docencia y extensión. La cesión otorgada se ajusta a lo que establece la Ley 23 de 1982. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo este documento que hace parte integral del trabajo antes mencionado y entrego al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica de Bolívar.



Carlos Andrés Oyola Miranda
C.C. N° 10.769.715 de Montería

CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C. OCTUBRE DE 2010

Señores:

Comité Evaluador

Facultad De Ingeniería Mecánica Y Mecatrónica

Universidad Tecnológica De Bolívar

Ciudad.

Apreciados señores:

Por medio de la presente nos permitimos informarles que la monografía titulada **“OPTIMIZACION DE MANTENIMIENTO PLANEADO (PMO) EN PUERTO ZONA FRANCA ARGOS S.A. DE CARTAGENA”** Ha sido desarrollada de acuerdo a los objetivos establecidos por la Especialización de Gerencia en Mantenimiento.

Como el director del proyecto considero que el trabajo es satisfactorio y amerita ser presentado para su evaluación.

Atentamente



Vladimir Quiroz Mariano
Ing. Mecánico

RESUMEN

En la siguiente monografía se presenta la implementación de las tareas de mantenimiento optimizadas con la metodología PMO¹, mediante una adecuada revisión, validación y organización de los procedimientos de mantenimiento definidos como GAMAS² y elaboración de Kits de Materiales requeridos por las tareas resultantes del Plan de Optimización de Mantenimiento.

Luego de un arduo proceso de búsqueda, se recopiló y compiló toda la información encontrada de los equipos en los cuales se desea implementar el Plan de Optimización de Mantenimiento³.

La monografía contiene la documentación y organización de información del plan de mantenimiento optimizado de la siguiente manera:

Edición y organización de Gamas: Homologar formatos de Gamas de Mantenimiento, agregándoles instrucciones básicas de Seguridad Industrial y Medio Ambiente; así como también la organización de las gamas incluyendo revisiones de planeación de tareas. Revisión del Análisis de Riesgos por tareas (AROS), de los procedimientos que lo ameriten con base en los lineamientos de HSE de la compañía.

¹ PMO: Planned Maintenance Optimization - Optimización del Mantenimiento Planeado

² Procedimiento basado en tareas de mantenimiento

³ Ver Lista de Equipos Intervenidos.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	17
OBJETIVOS	19
1. MARCO TEORICO	20
1.1. GENERALIDADES DE UN PLAN DE OPTIMIZACION DE MANTENIMIENTO	20
1.2. GENERALIDADES DEL PROCESO MUELLE	22
1.2.1. DESCRIPCION	22
1.3. PLAN DE OPTIMIZACION DE MANTENIMIENTO EN PUERTO ZONA FRANCA ARGOS	25
1.3.1. EQUIPOS EN PROCESO MUELLE EN ZONA FRANCA ARGOS.....	25
1.4. DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS.....	27
2. DESARROLLO DE UN PLAN DE OPTIMIZACION DE MANTENIMIENTO	33
2.1. CONFIABILIDAD (PLAN Y PRONÓSTICO DE DESEMPEÑO)	33
2.2. ESTRATEGIA PREVIA DE PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO	35
2.3. EL PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO ÓPTIMO	35
2.3.1. Plan y Pronóstico de Desempeño.....	35
2.3.2. Presupuesto de MTTO Óptimo.....	36
2.3.3. Ejecución Oportuna y de Calidad.....	36
3. DESARROLLO DE UN PLAN DE OPTIMIZACION DE MANTENIMIENTO EN PUERTO ZFA	37
3.1. GESTIÓN ÓPTIMA DEL MANTENIMIENTO	39
4. IMPLEMENTACION PMO METODOLOGIA PMO2000	41
4.1. MODELO DE MANTENIMIENTO A IMPLEMENTAR Y COMPARATIVO DE EVOLUCION DE MANTENIMIENTO EN ZONA FRANCA ARGOS CON PMO	42
4.2. RECOPIACIÓN DE TAREAS	46
4.3. RACIONALIZACION Y REVISIÓN DEL FMA	47
4.4. EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS.....	51

4.5. DEFINICIÓN DE LA POLÍTICA DE MANTENIMIENTO	52
4.6. ESTRATEGIAS DE CONTRATACION Y PRESUPUESTO ANUAL DE MANTENIMIENTO.....	53
4.7. CARGA DE TRABAJO REQUERIDA (DETERMINACIÓN DE LA NÓMINA ÓPTIMA)	54
4.8. AGRUPACIÓN Y REVISIÓN.....	55
4.9. APROBACIÓN E IMPLEMENTACIÓN PMO.....	55
5. RESULTADOS DEL PLAN	57
5.1. RESULTADOS PORCENTUALES.....	58
CONCLUSIONES	70
BIBLIOGRAFIA	71

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Plan de Actividades PMO	39
Tabla 2. Gestión Óptima de Mantenimiento	40
Tabla 3. Beneficios y estadísticas	43
Tabla 4. Esquema Tareas a Modos de Falla	47
Tabla 5. Dinámica de Procesos gama	48
Tabla 6. PM Modo de Falla en revisión y eliminación de Gamas	48
Tabla 7. Gamas Mecánicas Optimizadas	59
Tabla 8. Gamas Eléctricas Optimizadas	61
Tabla 9. Gamas Electronicas Optimizadas	63
Tabla 10 . Gamas de Lubricación Optimizadas	65
Tabla 11 . Gamas de Operación Optimizadas	67
Tabla 12. Pasos de la estrategia de Mejoramiento Continuo	69

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación Muelle ZFA	22
Figura 2. Diagrama de Proceso a granel	23
Figura 3. Plano Silos de Cemento	24
Figura 4 .Diagrama de Equipos en ZFA	26
Tabla 5. Dinamica de Procesos fallas y gamas	48
Tabla 6. PM Modo de Falla en revision y eliminacion de Gamas	48
Figura 7. Colectores	30
Figura 8. Cargador de Barcos o Ship Loader	32
Figura 9. Pasos para determinar PMO	33
Figura 10. Conceptual – Desempeño Líder en Mantenimiento	34
Figura 11. Mapa conceptual objetivos estratégicos	37
Figura 12. Mapa conceptual de la clasificación del desarrollo del Plan de Optimización	38
Figura 13. Estructura equipo de trabajo	41
Figura 14 .Modelo de Mantenimiento Actual	42
Figura 15. Comparativo y evolución de un Mantenimiento Basado en Condición	44

en el Puerto de Argos

Figura 16. PM Zona Franca Argos	45
Figura 18. Gama Mecánica por mejorar	49
Figura 19. Gama Mecánica mejorada	50
Figura 20. Control de fallas por medio de la Gestión semanal de Mtto	51
Figura 21. Estrategias de modelo RCM de Mtto	53
Figura 22. HH y determinación de una carga Óptima de trabajo	54
Figura 23. Taxonomía	56
Figura 24. Gama Mecánica Banda Transportadora	60
Figura 25. Gama Elc. transformador	62
Figura 26. Gama Eln. Bascula	64
Figura 27. Gama de Lubricación - Análisis de Aceite	66
Figura 28. Gama de Operación – Colector	68

GLOSARIO

CONFIABILIDAD: Es la probabilidad de que un equipo desarrolle una función específica, bajo unas condiciones específicas durante un tiempo determinado.

DISPONIBILIDAD: Es la probabilidad de que un equipo funcione satisfactoriamente en el momento que sea requerido después del comienzo de su operación.

FALLA: Pérdida de la capacidad de servicio de una máquina o sistema, según las especificaciones de diseño con las que fue construido.

GAMA: Procedimiento basado en tareas de mantenimiento.

MANTENIBILIDAD: Es la probabilidad de que un equipo sea restablecido a una condición específica dentro de un periodo de tiempo dado, usando recursos determinados.

MANTENIMIENTO: Es una combinación de acciones técnicas destinadas a reparar o restaurar un equipo a un estado en el que pueda desempeñar su función.

MODO DE FALLA: Es una posible causa por la cual un equipo puede llegar a un estado de falla.

PRODUCTIVIDAD: Es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla.

WEIBULL: Método de distribución que permite la utilización de las tres zonas de tasa de fallas.

SIGLAS Y ABREVIATURAS.

CMD: Confiabilidad – Mantenibilidad – Disponibilidad; en Ingles RAM – *Reliability Availability Maintainability*.

DT: *Down Time* - Tiempo No Operativo.

EPP: Elemento de Protección Personal.

FMECA: *Failure Mode, Effects Causes and Criticality Analysis*.

HSE: *Health Safety Environment* – Salud Seguridad y Medioambiente.

LCC: *Life Cycle Cost* – Ciclo de Vida económico, costos integrales a lo largo del proceso de vida del activo.

MTBF: *Mean Time Between Failures* - Tiempo Medio Entre Fallas.

MTTO: Mantenimiento.

MTTR: *Mean Time To Repair* - Tiempo Medio para Reparar.

OT: Orden de Trabajo.

P&S: Planeación y Programación del Mantenimiento.

PM: *Preventive Maintenance* - Mantenimiento Preventivo.

PMO: *Planned Maintenance Optimization* - Optimización del Mantenimiento Planeado.

PHVA: Ciclo de Planear, Hacer, Verificar y Actuar.

TPM: *Total Productive Maintenance* - Manejo y Mantenimiento Productivo Total.

TQM: *Total Quality Management* - Gestión Total de la Calidad.

TQC: *Total Quality Control* - Control Total de la Calidad.

RAM:

RBI: *Risk Based Inspection* - Inspección Basada en Riesgos.

RCA: *Root Cause Analysis* - Análisis de Causa Raíz.

RCM: *Reliability Centered Maintenance* - Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad
MCC.

RCFA: *Root Cause Failure Analysis* - Análisis de la causa raíz de la falla.

RIM: *Reliability Information Management* - Gerenciamiento de la Información de Confiabilidad.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento junto con la ingeniería de confiabilidad es visto en organizaciones líderes como una función impulsadora del negocio el cual contribuye a la productividad de los activos y el mejoramiento continuo del desempeño de los mismos.

Optimización de mantenimiento planeado (PMO) es un método diseñado para revisar los requerimientos de mantenimiento, el historial de fallas y la información técnica de los equipos y activos en operación.

Este método facilita el diseño de un marco de trabajo racional y rentable basado en confiabilidad. El mantenimiento junto con la ingeniería de confiabilidad es visto en organizaciones líderes como una función impulsadora del negocio el cual contribuye a la productividad de los activos y el mejoramiento continuo del desempeño de los mismos.

Un proceso de PMO deberá basarse en la criticidad de los equipos, esto se puede obtener revisando la priorización de los trabajos y filtrando la información de los equipos

para su análisis buscando los equipos que más impactan en las paradas. Estos sistemas críticos tienden a impactar del siguiente modo: presentando riesgos de seguridad y medioambientales, tienen un impacto significativo en términos de costos por paradas, así mismo consumen mano de obra en exceso para ser operados y mantenidos.

Según la OMCSINTERNATIONAL, PMO puede trabajar con cualquier programación, rutinas de cambio de aceite, rondas de los operadores y puede ser una herramienta para la revisión de las necesidades de mantenimiento preventivo (pm) en paradas mayores.

La implementación del plan de optimización de mantenimiento tiene como fin garantizar la disponibilidad de los equipos y la confiabilidad de los activos ejecutando del presupuesto costos óptimos de los proyectados para tal fin.

Los equipos y activos del Puerto Cartagena de ZONA FRANCA ARGOS S.A., presentan demoras en los trabajos y ejecución de las gamas, adicional los costos se salen del presupuesto que se tiene para tal fin.

- Se busca la optimización de roles dentro de la ejecución de gamas preventivas.
- Se busca la optimización de la ejecución del presupuesto para mantenimiento
- Se busca optimizar la cultura organizacional que soporta el proceso de planeación y ejecución de mantenimiento en el puerto

OBJETIVOS

Objetivo General

Optimizar el plan de mantenimiento para garantizar la disponibilidad de los equipos y la confiabilidad de los activos del Muelle Zona Franca Argos Cartagena.

Objetivos Específicos

- ❖ Evaluar el plan de mantenimiento actual de los equipos y activos del puerto estableciendo las similitudes y diferencias con un plan de mantenimiento moderno basado en condición.
- ❖ Optimizar los procedimientos de mantenimiento haciendo énfasis en RCM⁴ (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad)
- ❖ Crear gamas preventivas (De reacondicionamiento o cambio de componentes) para los equipos que lo requerían según el historial de fallas y sus consecuencias.
- ❖ Implementar un formato de procedimientos para realizar seguimiento a los resultados de las inspecciones o tareas predictivas

⁴ RCM. Reliability Centered Maintenance - Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad MCC.

1. MARCO TEORICO

1.1. GENERALIDADES DE UN PLAN DE OPTIMIZACION DE MANTENIMIENTO

Es muy común en las organizaciones que en el área de mantenimiento tengan algún tipo de PM, ya sea formal o informal; lo que sería raro es encontrar organizaciones que no tengan ningún tipo de PM.

El PMO Inicia recopilando o documentando el programa de mantenimiento existente (ya sea formal o informal) y subiéndolo a una base de datos, la cual puede ser en Excel. Es importante entender que el mantenimiento lo realiza un grupo amplio de personas, incluyendo los operadores.

Por experiencia vemos que en la mayoría de organizaciones el Plan de Mantenimiento se hace por iniciativa propia de los técnicos o de los operadores y no existe documentación formal; cuando esta situación se presenta simplemente se debe documentar lo que el personal ya ha estado haciendo.

En el siguiente paso se debe involucrar a todo el personal de la planta, se trabajara con equipos multidisciplinarios quienes se encargaran de identificar para qué modos de falla están enfocadas las tareas de mantenimiento; Este equipo de trabajo revisa los modos de falla resultado del FMA y agrega aquellos modos de falla faltantes haciendo un analisis funcional de los equipos y verificando la criticidad de los mismos.

Posteriormente viene la evaluación de consecuencias; cada modo de falla es analizado para determinar si las fallas son ocultas o evidentes. Para aquellas fallas evidentes se realiza un análisis de riesgos y consecuencias operacionales.

En el siguiente paso cada modo de falla es analizado bajo los principios del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) y se establecen las políticas nuevas o revisadas de mantenimiento y una vez el análisis de las tareas haya finalizado se establece el método más eficiente y efectivo para administrar el mantenimiento de los activos teniendo en cuenta limitantes de producción y otros.

El PMO es una metodología basada en el largo plazo y que trata el mantenimiento como un proceso y no como una función o división dentro de una compañía. Pretende en general mejorar la Confiabilidad⁵, la Mantenibilidad⁶, la Disponibilidad⁷ y reducir las horas de trabajo necesarias para atender las necesidades de mantenimiento.

Al final se realizan los nuevos procedimientos de mantenimiento y se establecen los datos que resultaron de la optimización y una vez se ha aprobado el programa, inicia la etapa más importante, su implementación.

De este punto en adelante el mejoramiento puede acelerarse fácilmente y los recursos que se liberan pueden enfocarse a corregir defectos de diseño o limitaciones inherentes a la operación.

5 Es la probabilidad de que un equipo desarrolle una función específica, bajo unas condiciones específicas durante un tiempo determinado.

6 Es la probabilidad de que un equipo sea restablecido a una condición específica dentro de un periodo de tiempo dado, usando recursos determinados.

7 Es la probabilidad de que un equipo funcione satisfactoriamente en el momento que sea requerido después del comienzo de su operación

1.2. GENERALIDADES DEL PROCESO MUELLE

1.2.1. DESCRIPCION

El proceso se lleva a cabo en Puerto Zona Franca Argos Cartagena (*ver figura 1*). Este puerto se encuentra ubicado a 7 kilómetros de la ciudad de Cartagena en la zona de mamonal y está compuesto por un sistema de cargue compuesto por un grupo de bandas, entre otros equipos que garantizan la operatividad de la exportación a Granel⁸.

Puertos ARGOS



Figura 1. Ubicación Muelle ZFA

8 La **carga a granel** es un conjunto de bienes que se transportan sin empaquetar, ni embalar en grandes cantidades

1.2.2. PROCESO CARGUE DE PRODUCTOS A GRANEL CEMENTO

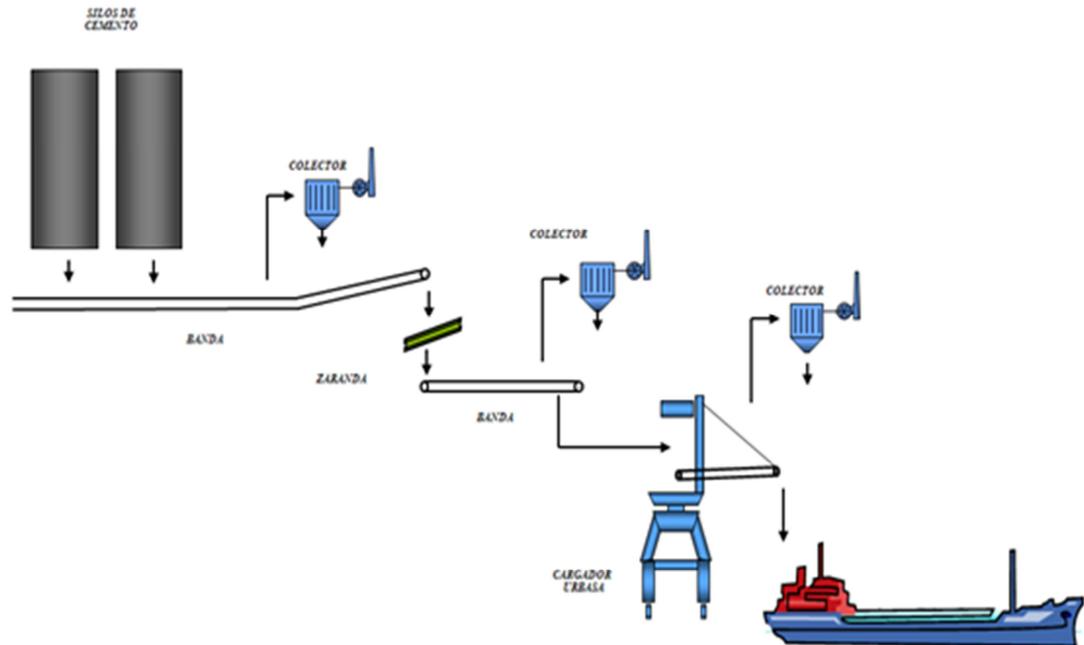


Figura 2. Diagrama de Proceso a granel

El proceso de cargue de este producto inicia con la extracción del cemento de los silos ubicados en planta Cartagena con capacidad de almacenamiento de 72.000 TM. El cemento es transportado a través de un sistema de bandas (9.006 extracción, 11.000 transporte a muelle, 12 plataforma principal muelle) y finalmente el Shiploder⁹ se encarga de entregar a las motonaves (ver figura 2).

⁹ Equipo que se usa como Cargador de Barcos

1.2.3. CARGUE DE PRODUCTOS A GRANEL CLINKER

El proceso de cargue de este producto inicia con la extracción en el salón de almacenamiento de Clinker contiguo a los silos. Se transporta a través de un sistema de bandas en tres túneles que entregan el producto a la banda 9.006, el proceso continua a través del mismo sistema de cargue de cemento a granel (Bandas 11.000, 12 y Shiploader).

En el proceso de cargue de clinker es necesario que intervenga maquinaria pesada como Bulldozers y Cargadores para que, dentro del salón de almacenamiento, muevan el material hacia las zonas de descarga (ver figura 3).

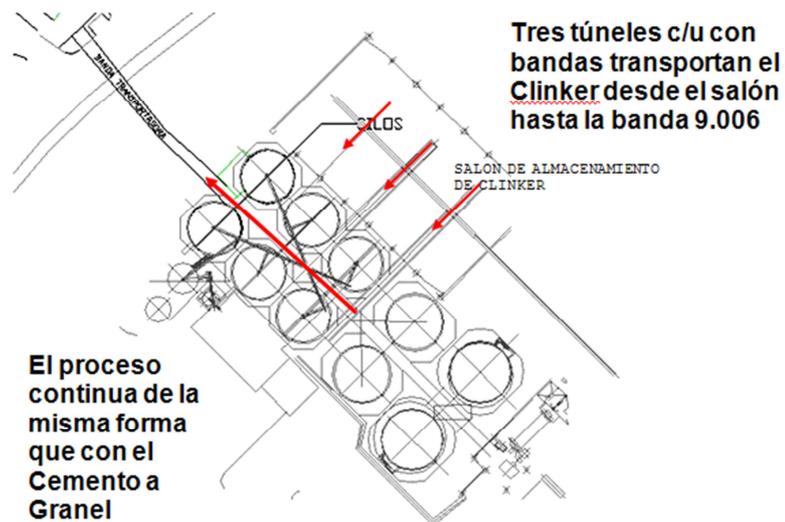


Figura 3. Plano Silos de Cemento

1.3. PLAN DE OPTIMIZACION DE MANTENIMIENTO EN PUERTO ZONA FRANCA ARGOS

Se Inicia recopilando el programa de mantenimiento existente y subiéndolo a una base de datos en Excel y se establecen los activos a los cuales se les va a desarrollar la optimización de mantenimiento. Antes de eso se describe el proceso en el cual intervienen los equipos y se establece el grado de criticidad de los mismos.

1.3.1. EQUIPOS EN PROCESO MUELLE EN ZONA FRANCA ARGOS

EXTRACCION CEMENTO

- Silos de Cemento.
- Compuertas de Extracción o salida del cemento.
- Tornillos Sin fin.
- Regueras Receptoras o Externas.
- Sopladores.
- Bandas transportadoras.
 - Bandas de Descargue de los silos 9 y 10

ESTRACCION CLINKER

- Salón de Clinker
- Vibradores de los Túneles de Clinker
- Bandas Túnel 1, 2 y 3 de Clinker
- Sistema de Colectores en los Túneles de Clinker

OPERACIÓN TRANSPORTE

- Bandas transportadoras.
 - Banda 9006
 - Banda 11000
- Banda Urbasa o Posición 12, 13 y 16
- Zaranda.
- Colectores de Polvo:
 - en (Descarga) Silos de Cemento
 - en Chute o Intersección Banda 9006-11000
 - en Cargador de Buques
 - Cargador de Buques (Cargador Urbasa)

(ver figura 4)

EQUIPOS DEL EQUIPO EN PUERTO ZONA FRANCA ARGOS

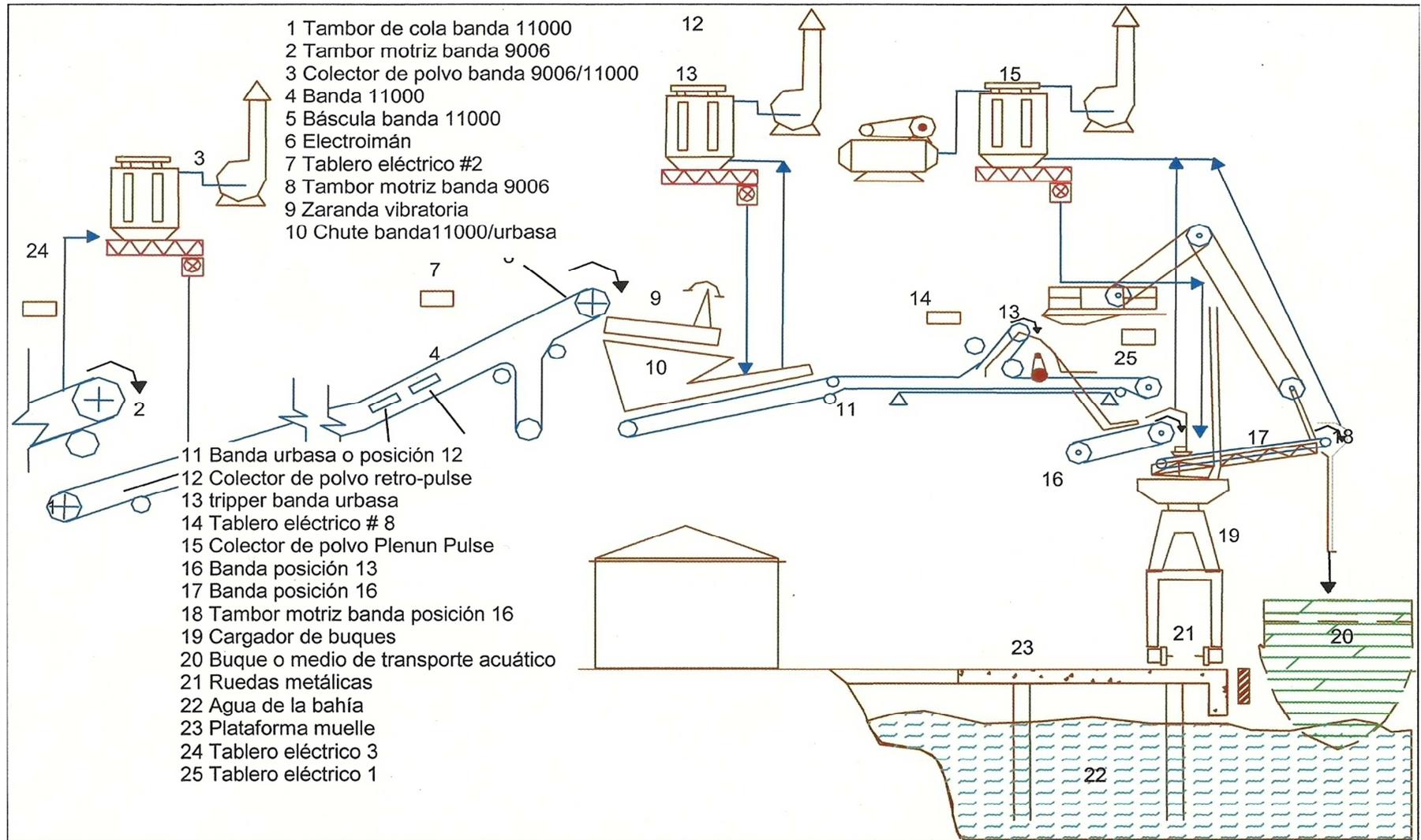


Figura 4 .Diagrama de Equipos en ZFA

1.4. DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS

BANDAS TRANSPORTADORAS

Cintas sin fin de caucho y lona de características especiales movidas por motores eléctricos (*ver figura 5*).



Figura 5 .Banda 11.000

Banda 9006: 145 m de longitud, 1200 mm de ancho; movida por un motor eléctrico de 111.9 KW (150hp) y corriente nominal de 16.9 A. esta banda recibe el Clinker de las bandas receptoras del salón de Clinker

Banda 11.000: 640m de longitud, 1200 mm de ancho, impulsada por un motor de 186.5 KW (250 hp) y corriente nominal de 33 A. recibe el granel de la banda 9006

por medio de un chute o intercepción (9006/11000) lo transporta y entrega en la banda Urbasa

Banda Urbasa: 215m de L, 1200 mm de ancho, impulsada por motor eléctrico de 74.6 KW (100 hp) corriente nominal de 11.8 A. le entrega a las bandas transportadoras del cargador o Ship loader.

Banda 13: 6.5m de L y 1200 mm de ancho, la impulsa un motor eléctrico de 13.4 KV (18hp) y corriente nominal de 33.3 A. recibe el granel de la banda urbasa a través del tripper móvil que se desplaza de acuerdo a la posición del buque, lo transporta y entrega en la posición 16 que hace parte de la pluma o brazo del cargador.

Banda 16: Es la banda que hace parte del Boom o brazo cargador de buques, tiene 23,62 de L y 1050 mm de ancho, impulsada por un motor eléctrico de 26.86 (36hp) con corriente nominal de 46.5 A, esta banda entrega el granel al buque.

ELECTROIMÁN:

Equipo con núcleo imantado y con banda para desalojar al capturar objetos extraños metálicos arrojándolos al exterior de la banda (*Ver figura 6*).

La principal ventaja de un electroimán sobre un imán permanente es que el campo magnético puede ser rápidamente manipulado en un amplio rango controlando la cantidad de corriente eléctrica



Figura 6 .Electroimán

COLECTORES (ver figura 7).

Colectores en (Descarga) Salón de Clinker: Tres colectores del tipo Jet Pulse Ubicados en plataforma de silos – parte inferior recogen el polvo generado en las bandas receptoras y banda 9006. Cada uno con 128 mangas agrupadas para la limpieza en 8 filas de 16 mangas cada una, ventilador con motor eléctrico de 29.8 KW (40hp), Válvula rotatoria para la descarga con motor electrónico de 0.37 KW (0.5 hp). Y compresor con secador para el suministra aire de limpieza del 7 y 8.

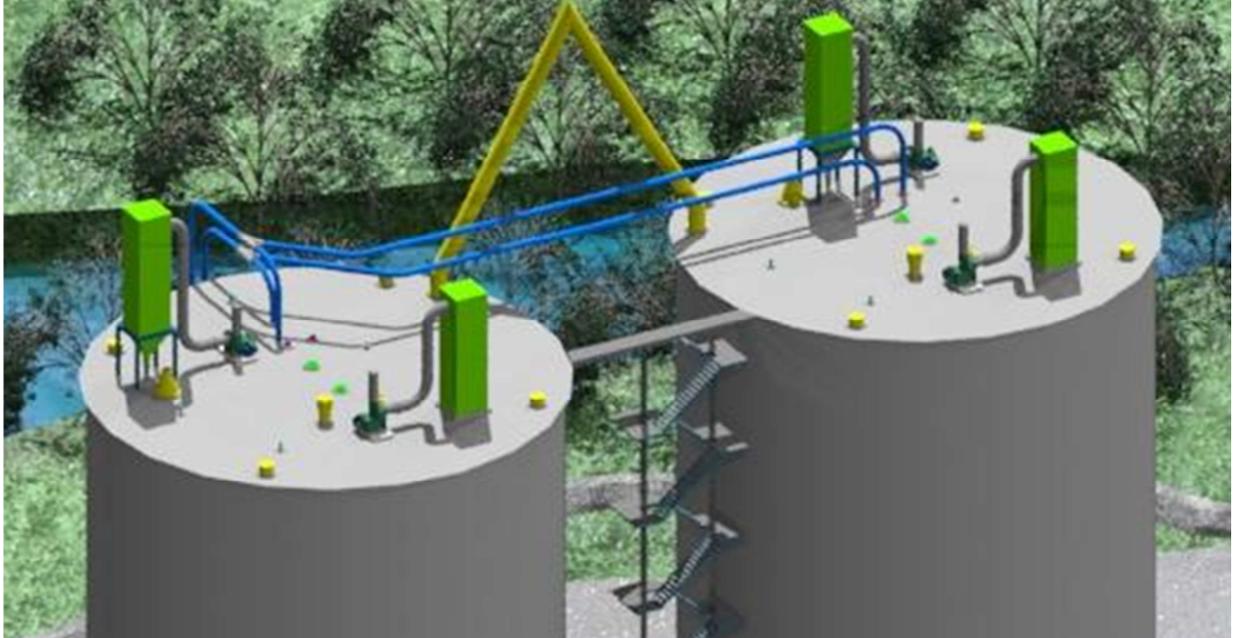


Figura 7. Colectores

Colectores en Chutes o Intersección Bandas: Dos unidades del tipo Retro – Pulse ubicados en chute o intersección 9006/11000 y en chute o intersección 11000/Urbasa ó 11000/Posición 12. Recogen el polvo generado en las descargas de las bandas, con dos secciones con 42 mangas cada una y compuertas motorizadas para la limpieza ventilador con motor eléctrico de 7.46 kW (10 hp), tornillo sinfín para recolección del material y válvula rotatoria a la descarga con motor de 1.49 kW (2 hp).

Colectores en Cargador de Buques: Un colector del tipo Plenun Pulse ubicado en su parte superior. Para recoger polvo generado en las descargas de las bandas posiciones 13 y 16. De 3 secciones con 24 mangas cada sección, ventilador con

motor de 11.19 kW (15 hp), compresor y tres válvulas solenoide para limpieza, válvula rotatoria para la descarga con motor de 0.37 kW (0.5 hp).

CARGADOR DE BUQUES (COMÚNMENTE LLAMADO CARGADOR URBASA):

Cargador marca Urbasa apoyado en 4 soportes, cada soporte con un carretón de 2 ruedas metálicas cada uno, se trasladan sobre rieles, es impulsado por 4 motores eléctricos (uno en cada carretón) (*ver figura 8*).

- Winches para colocarle accesorios
- Calado Aéreo para cemento: 12.5 m
- Movimiento de traslación
- Giro del boom o brazo: 180° movido por piñón centr al accionado por motor eléctrico.
- Inclinación hacia arriba o hacia abajo, controlado por microsuiche para proteger su estabilidad (25°)
- Frenos en cada rueda para asegurarlo a riel cuando está estacionado.
- Cabina de mando, provista de consola con selectores, pulsadores y palancas con:

Pulsador para energizar; palanca para inclinar boom o brazo, pulsador para arrancar banda posiciones 13 y 16, pulsador para accionar winches y pulsador para arrancar.



Figura 8. Cargador de Barcos o Ship Loader

El cargador de buques se traslada a lo largo de la plataforma del muelle, dependiendo de la ubicación de la bodega a cargar del buque.

Sus principales características son:

- Longitud de rieles: 191.0 m.
- Ancho entre rieles: 5.0 m.
- Altura del boom o brazo del cargador de buques con respecto al nivel del mar: 12.85 m.
- Longitud del boom o brazo: 25.45m.

2. DESARROLLO DE UN PLAN DE OPTIMIZACION DE MANTENIMIENTO

Los pasos para desarrollar un Plan de Optimización de Mantenimiento consiste en varias Etapas: Diseño de Plan, Presupuesto y Gestión (ver figura 9).



Figura 9. Pasos para determinar PMO

2.1. CONFIABILIDAD (PLAN Y PRONÓSTICO DE DESEMPEÑO)

Tiene como objeto la Gestión y revisión de la Información del Activo (RIM) y Plan de Mantenimiento Óptimo (RCM / RBI) en el cual usamos como herramientas:

- ❖ Técnicas de diseño de planes centrado en Confiabilidad y el Riesgo: *RCM (FMECA¹⁰) / PMO / RBI¹¹ / IPF*.
- ❖ *RIM* - Análisis de Indicadores de Confiabilidad y Mantenibilidad (*MTBF¹²*, *MTTR¹³*, consumo de repuestos, modos de falla, etc).
- ❖ *RAM* – Modelamiento de Confiabilidad (Técnicas como Weibull, Monte Carlo, etc)

¹⁰ Failure Mode, Effects Causes and Criticality Analysis.

¹¹ Risk Based Inspection - Inspección Basada en Riesgos.

¹² Mean Time Between Failures - Tiempo Medio Entre Fallas.

¹³ Mean Time To Repair - Tiempo Medio para Reparar.

Las salidas de RIM son el

- Pronóstico de Reactivo.
- Consumo De Repuestos.
- Reemplazo De Equipos

Las Salidas de RCM / RBI son Tareas Pv / Pdm Y Frecuencias

Todo tiene como meta desarrollar un *PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD Y RIESGO* (ver figura 10).

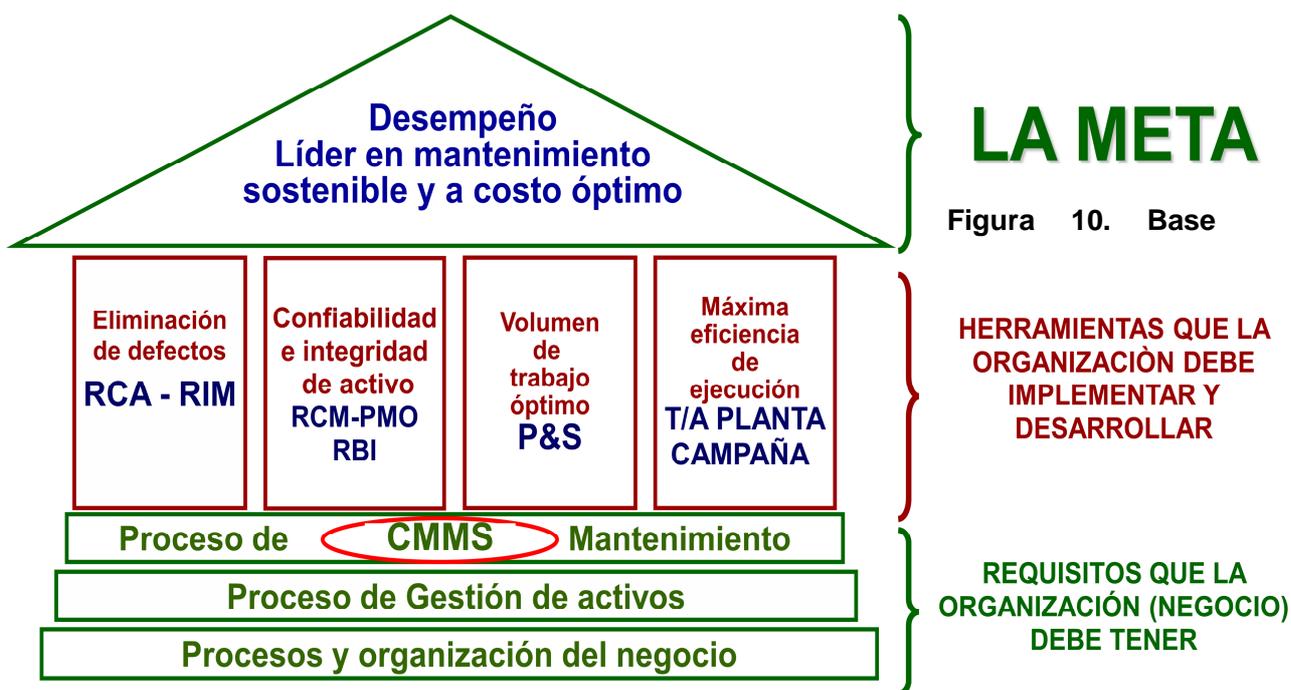


Figura 10. Base

RCA: Análisis de Causa Raíz; **RIM:** Gerenciamiento de la Información de Confiabilidad; **RCM:** Mantenimiento Centrado en confiabilidad; **PMO:** Optimización del Mantenimiento Planeado; **RBI:** Inspección Basada en Riesgo; **P&S:** Planeación y Programación del Mnto

Figura 10. Conceptual – Desempeño Líder en Mantenimiento

2.2. ESTRATEGIA PREVIA DE PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO

Tiene como objeto desarrollar la estrategia de organización y recursos así como la estrategia de contratación de bienes y servicios. Para ello se definen las siguientes herramientas:

- Matriz de actividades Core y No Core (Definición de estrategia de ejecución (Propia Vs Contratada)
- Estimación de Recursos (HH)
- Definición de la estrategia de Abastecimiento (Bienes y Servicios)

Las salidas de estos objetos son cálculo óptimo del recurso propio de mantenimiento requerido y un plan anual de compras y contratación. Esta etapa tiene como meta facilitar para poder hacer un *PRESUPUESTO ÓPTIMO DE MANTENIMIENTO*

2.3. EL PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO ÓPTIMO

2.3.1. Plan y Pronóstico de Desempeño

Preguntándose:

La estrategia de mantenimiento es centrada en Confiabilidad y Riesgo?

Se utiliza herramientas de Confiabilidad para determinar el alcance Mto óptimo?

La información de Fallas y Mantenimiento permite determinar el comportamiento de los equipos y puede hacer un pronóstico confiable de correctivo y por ende, consumo de recursos, materiales y servicios?

2.3.2. Presupuesto de MTTO Óptimo

Planeación y programación (p&s): mediante estimación acertada de recursos, para ejecutar la estrategia diseñada – (HH, Materiales y Servicios). Evaluamos que tan preciso es su presupuesto a las necesidades del período que está gestionando.

Se conoce qué actividades de Mtto, son críticas y No Críticas

Se conoce la estructura de recursos (HH), que requiere para ejecutar la estrategia de mantenimiento centrada en Confiabilidad.

2.3.3. Ejecución Oportuna y de Calidad

Costo real: en este paso se define de la estrategia óptima de ejecución, asegurando la máxima eficiencia de los recursos. Se utiliza eficientemente el recurso y se ejecuta de manera óptima el plan anual de compras y contratación.

Haciendo gestión proactiva o reactiva de sus costos de Mtto; utilizando indicadores de Eficiencia y efectividad en costos. Manejando y controlando a todos los niveles el costo de Mtto; revisando y gestionando las compras de materiales y servicios así como el valor del inventario de repuesto.

3. DESARROLLO DE UN PLAN DE OPTIMIZACION DE MANTENIMIENTO EN PUERTO ZFA

En la metodología de trabajo del PMO clasificamos (ver figura 12). por especialidad el personal que se va a vincular al plan de optimización de mantenimiento, dependiendo de las tres intervenciones:

- ❖ Predictivo básico
- ❖ Predictivo especializado
- ❖ Preventivo

Dentro de las cuales se estudiará los objetivos del plan: evitar intrusivo, eliminando las tareas repetidas y listar de acuerdo a la criticidad. Al final se listan los modos de Falla en el software por tarea definitiva. (ver figura 11).

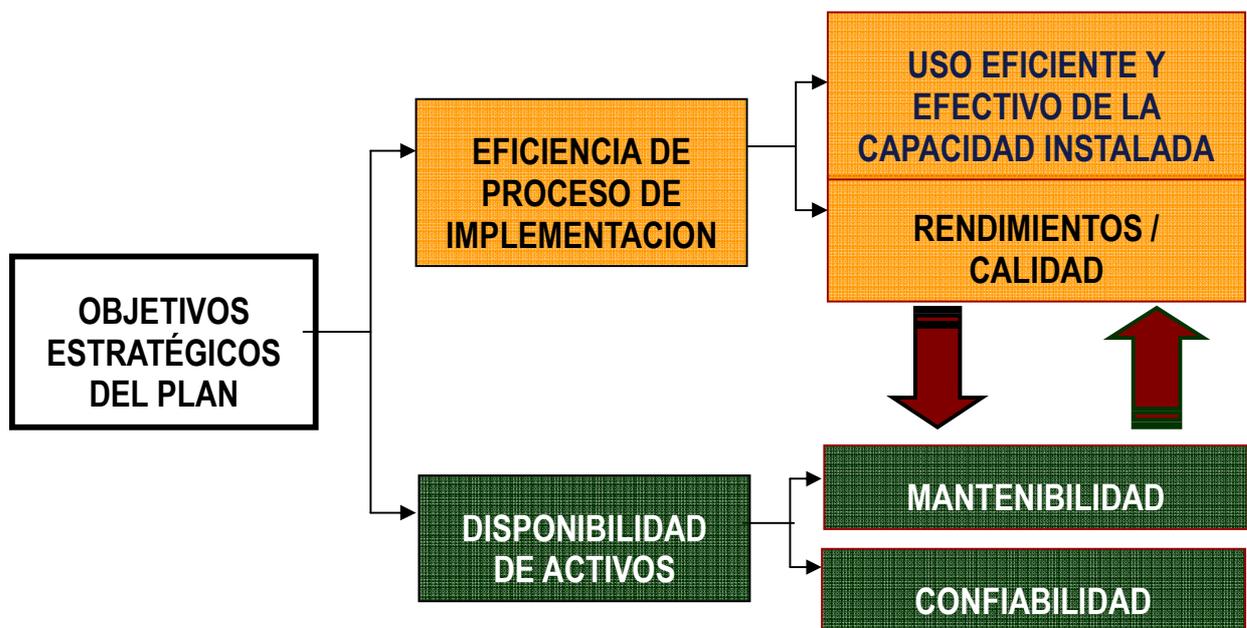


Figura 11. Mapa conceptual objetivos estratégicos

CLASIFICACION DEL DESARROLLO DEL PLAN DE OPTIMIZACION EN ZFA

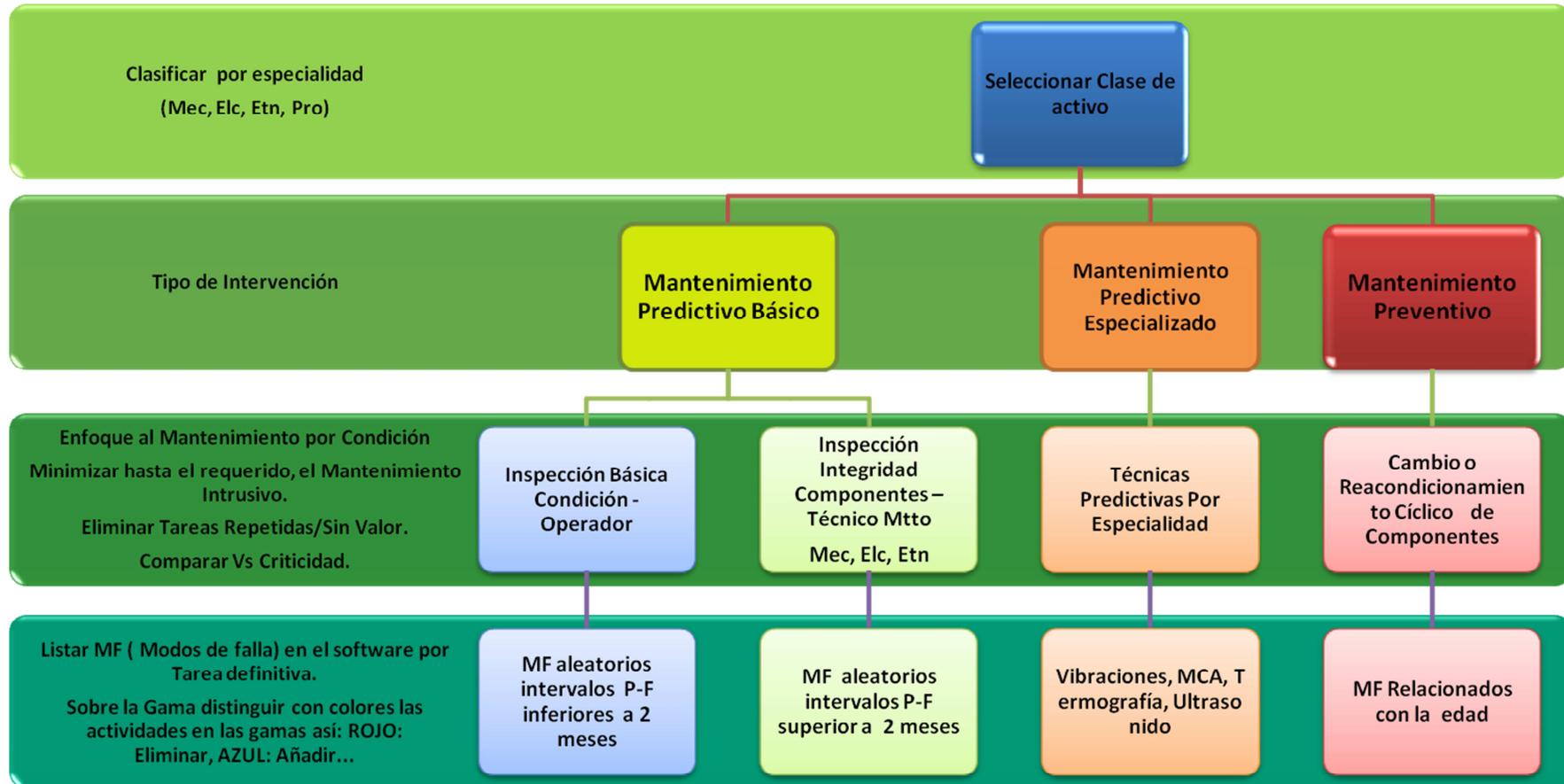


Figura 12. Mapa conceptual de la clasificación del desarrollo del Plan de Optimización

3.1. GESTIÓN ÓPTIMA DEL MANTENIMIENTO

Las actividades generales del plan están centradas en:

1. Estructura: Definición de Estructura, Roles y Responsabilidades
2. Procesos: Aplicación de Herramientas de confiabilidad en cada uno de los procesos. Definición de procedimientos.

PLAN DE ACTIVIDADES

No	ACTIVIDAD
1	REVISION ENTREGABLES
2	VALIDACION ENTREGABLES
3	EDICION TEXTOS DE GAMAS ACTUALIZADAS
4	ALISTAMIENTO DE DATOS
	REVISION RUTAS Y BALANCE CARGA DE TRABAJO
	DEFINICION ULTIMAS FECHAS DE MTTO
5	LISTAS DE PARTES POR ACTIVO
6	KITS DE MATERIALES (PREVENTIVOS)
7	ESTANDARES DE MTTO
8	FICHAS TECNICAS DE EQUIPOS
9	CARGUE DATOS
10	INACTIVAR PROGRAMAS ACTUALES
11	CARGUE DATOS ERP AMBIENTE PRUEBA
12	INACTIVAR PROGRAMAS ACTUALES
13	CARGUE DATOS ERP AMB PRODUCCION

Tabla 1. Plan de Actividades PMO

Del análisis PMO a la estrategia de Mtto: existen porcentajes que hay que estimar:

(%) de actividades para eliminar por no agregar valor o están repetidas

(%) de tareas que se le extiende el intervalo de intervención

(%) tareas que quedan igual;

(%) son nuevas actividades

(%) se asignan a otro responsable.

Para una Gestión de Costos bajo una estrategia centrada en Confiabilidad y el riesgo se tiene un proceso de Gestión Óptima de Mtto (Tabla 2)



Tabla 2. Gestión Óptima de Mantenimiento

4. IMPLEMENTACION PMO METODOLOGIA PMO2000

La metodología consiste en una adecuada revisión, validación y organización de los procedimientos de mantenimiento definidos como GAMAS y elaboración de Kits de Materiales requeridos por las tareas resultantes del Plan de Optimización de Mantenimiento por un equipo de trabajo (Ver figura 13)

Se comienza por organizar la información y buscar quienes serán los responsables de la ejecución de los talleres para PMO, en este caso se organiza por especialidades y se organiza la estrategia de trabajo haciendo un cronograma que incluya al facilitador que implementa el programa de optimización el cual tiene nueve pasos (comienza por la recopilación de tareas y termina con la entrega de un programa dinámico).

ESTRUCTURA DEL EQUIPO TRABAJO



Figura 13. Estructura equipo de trabajo

4.1. MODELO DE MANTENIMIENTO A IMPLEMENTAR Y COMPARATIVO DE EVOLUCION DE MANTENIMIENTO EN ZONA FRANCA ARGOS CON PMO

Se tiene como el modelo de mantenimiento a implementar basado en los procesos de Planeación, Programación, Ejecución y Confiabilidad el cual responde al ciclo de mejoramiento PHVA¹⁴, con su aplicación, se espera incrementar la confiabilidad de la operación de las plantas mediante la implementación de las mejores prácticas de mantenimiento de la industria con el fin de reducir sus costos de operación. El modelo permite la integración de Mantenimiento con las áreas de Producción, Activos fijos, Inventarios y Compras de tal forma que se logre la gestión óptima de sus activos y recursos productivos. (Ver figura 14)

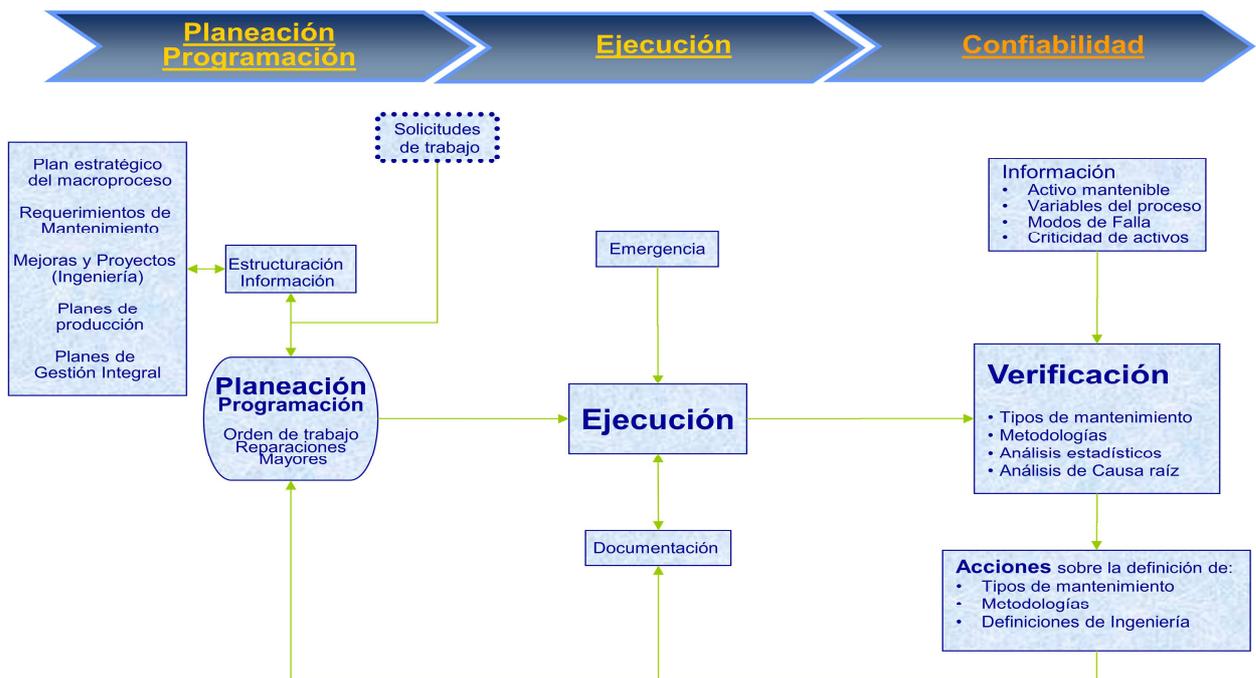


Figura 14 .Modelo de Mantenimiento Actual

¹⁴ PHVA. Planear-hacer-verificar-actuar

Revisamos a continuación las comparaciones y los cambios de mto (Ver figura 15)

- ❖ Mantenimiento basado en condición en vez de horas.
- ❖ No hacer en vez de hacer.
- ❖ Prevención de fallas en vez de mantenimiento preventivo.
- ❖ Muchas horas de servicio, mínimas horas de parada.
- ❖ Centralización de planeación y programación.
- ❖ Aplicación de indicadores de resultado
- ❖ Las nuevas tendencias implican un cambio radical de la dirección de las empresas y del personal responsable del mantenimiento.
- ❖ Mas un diagnóstico y adecuación completos de las estructuras organizacionales

PASOS	MEJORES PRÁCTICAS / PROCESOS	BENEFICIOS ESPERADOS (RANGO Min. - Máx.)		CLAVE DE ÉXITO
		DISPONIBILIDAD Aumento %	COSTOS Reducción %	
1 BÁSICO	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico de Mantenimiento. • Definición de la Política Corporativa de Mantenimiento. • Procesos Básicos: RCA / RIM / P&S / PMO 	2 - 5	(-) 1 - 3	<ul style="list-style-type: none"> • Compromiso gerencial. • Enfoque en lo crítico. • Mentalidad abierta al cambio. • Participación de todos los procesos
2	<ul style="list-style-type: none"> • Aseguramiento procesos básicos. • Mantenimiento Predictivo. • Integridad. • Plan de Mantenimiento Estratégico, Largo Plazo y Parada de Planta. 	5 - 10	(-) 3 - 7	<ul style="list-style-type: none"> • Masificación. • Disciplina. • Cambio cultural • Enfoque en la Optimización del Mantenimiento.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Modelamiento de Confiabilidad. • Análisis Costo de Ciclo de Vida. 	10 - 20	(-) 7 - 15	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de herramientas avanzadas

Tabla 3. Beneficios y estadísticas

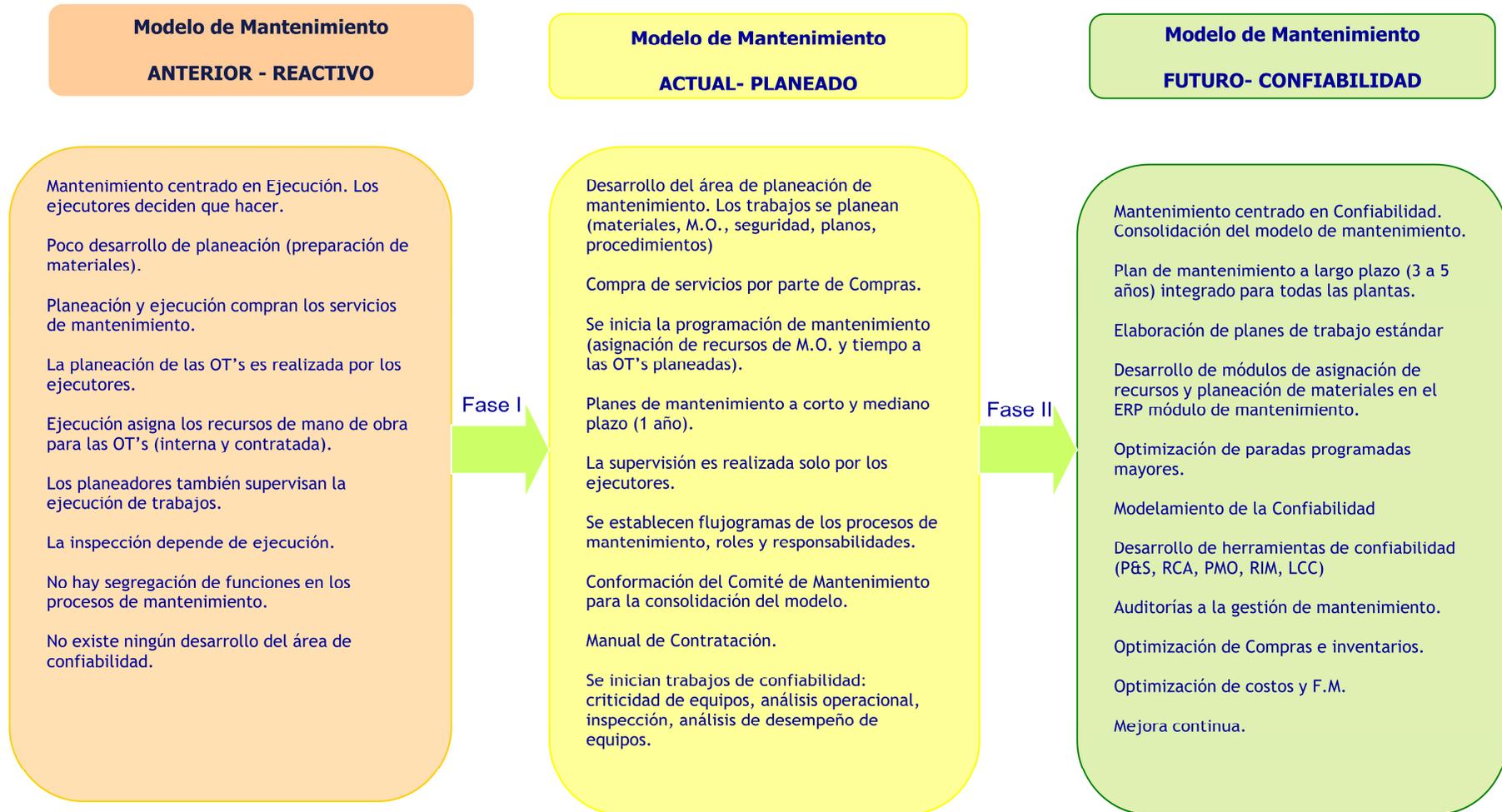


Figura 15. Comparativo y evolución de un Mantenimiento Basado en Condición en el Puerto de Argos

ZONA FRANCA ARGOS S.A. PLANTA CARTAGENA													
PLAN DE MANTENIMIENTO ARGOS													
INFORMACION DEL ACTIVO							INTERVENCION				FRECUENCIA		DESCRIPCION DE LA TAF
PLANTA	COD ACTIVO	DESCRIPCION 1 ACTIVO	DESCRIPCION 2 ACTIVO	SISTEMA	PROCESO	CLASE PROGRAMA	EJECUTOR	TIPO INTERVENCION	SITUACION	DIAS	HRS		
584	40	41860	MUE CARRO APILADOR	TRANSPORTE	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		I	M	180		INSPECCION INTEGRIDAD COMPONENTES
585	40	41869	MUE CENTRO CONTROL MOTORES AUX	ELECTRICO Y CONTROL	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		H	M	180		MONITOREO ANALISIS TERMOGRAFIA
586	40	41869	MUE CENTRO CONTROL MOTORES AUX	ELECTRICO Y CONTROL	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		P	P	720		LIMPIEZA E INSPECCION INTEGRIDAD COMPONENTES
587	40	41869	MUE CENTRO CONTROL MOTORES AUX	ELECTRICO Y CONTROL	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		P	P	720		LIMPIEZA E INSPECCION INTEGRIDAD COMPONENTES
588	40	41869	MUE CENTRO CONTROL MOTORES AUX	ELECTRICO Y CONTROL	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		I	M	360		INSPECCION INTEGRIDAD COMPONENTES
906	40	65253	MUE MOTOR	BANDA 9006	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		P	P	360		VENTILADOR
907	40	65253	MUE MOTOR	BANDA 9006	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		H	P	180		ANALISIS MOT. ELECTRICOS (MCA)
908	40	65253	MUE MOTOR	BANDA 9006	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		H	M	90		MONITOREO ANALISIS VIBRACION
909	40	65254	MUE ARRANCADOR	BANDA 9006	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		P	P	1140		ENSAYO FUNCIONAL E INSPECCION INTEGRIDAD COM
928	40	65772	S01 MOTOR	TORNILLO SINFIN SILOS 12	EXS EXTRACCION SILO	EMPAQUE DESPACHO	K		P	P	360		VENTILADOR
934	40	65924	MUE MOTOR	ZARANDA BANDA 11000	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		P	P	260		VENTILADOR
935	40	65925	MUE ARRANCADOR	ZARANDA BANDA 11000	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		P	P	1140		ENSAYO FUNCIONAL E INSPECCION INTEGRIDAD COM
943	40	69226	MUE MOTOR	BANDA CARGADOR POSICION 16	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		P	P	360		VENTILADOR
944	40	69226	MUE MOTOR	BANDA CARGADOR POSICION 16	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		H	P	180		ANALISIS MOT. ELECTRICOS (MCA)
945	40	69226	MUE MOTOR	BANDA CARGADOR POSICION 16	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		H	M	90		MONITOREO ANALISIS VIBRACION
946	40	69227	MUE ARRANCADOR	BANDA CARGADOR POSICION 16	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		P	P	1140		ENSAYO FUNCIONAL E INSPECCION INTEGRIDAD COM
949	40	69351	MUE MOTOR	BANDA CARGADOR POSICION 13	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		P	P	360		VENTILADOR
950	40	69351	MUE MOTOR	BANDA CARGADOR POSICION 13	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		H	P	180		ANALISIS MOT. ELECTRICOS (MCA)
951	40	69351	MUE MOTOR	BANDA CARGADOR POSICION 13	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		H	M	90		MONITOREO ANALISIS VIBRACION
952	40	69352	MUE ARRANCADOR	BANDA CARGADOR POSICION 13	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		P	P	1140		ENSAYO FUNCIONAL E INSPECCION INTEGRIDAD COM
953	40	69505	MUE MOTOR	BANDA 11000	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		P	P	260		VENTILADOR
954	40	69505	MUE MOTOR	BANDA 11000	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		H	P	180		ANALISIS MOT. ELECTRICOS (MCA)
955	40	69505	MUE MOTOR	BANDA 11000	MUE MUELLE	SERVICIO PORTUARIO	K		H	M	90		MONITOREO ANALISIS VIBRACION SKF

Figura 16. PM Zona Franca Argos

Se establecen cuáles son los modos de falla por equipo que existen y las tareas asociadas a estos modos de falla, creando así nuevas gamas que incluyen tareas específicas para desarrollar (Ver figura 16)

4.2. RECOPIACIÓN DE TAREAS

Inicia recopilando o documentando el programa de mantenimiento existente (formal o informal) y subiéndolo a una base de datos. En este caso se tienen los activos que pasan a ser parte del nuevo plan de Mantenimiento y los que no cumplen porque ya no se encuentran en físico y/o ya fueron dispuestos (Ver figura 17)

Es importante entender que el PM se hace por iniciativa propia de los técnicos o de los operadores para la clasificación de los equipos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	FACO	FAKITL	FANUMB	FAAPID	FAAAID	FAACL3	FAACL4	FAACL5	FAMCU	FADL01	FADL02
2	Cadena	Cadena	Número	Cadena	Número	Cadena	Cadena	Cadena	Cadena	Cadena	Cadena
3	5	25	8	12	8	3	3	3	12	30	30
3	Compañía	Codigo anterior activo	Codigo nuevo activo	Numero de Unidad	Codigo activo Padre	Proceso	Sistema	Subsistema	Unidad de Negocio Responsable	Descripcion 1	Describe
4	FACO	FAKITL	FANUMB	FAAPID	FAAAID	FAACL3	FAACL4	FAACL5	FAMCU	FADL01	
5	00120	10534	119121	119121	107950	26	MUC	113	04032264	MUC BANDA 6 BT1	TRANSF
6	00120	10588	119122	119122	107950	26	MUC	113	04032264	MUC BANDA 8 TC1	TRANSF
7	00120	111431	119123	119123	107957	26	MUC	008	04032264	MUC WINCHE HIDRAULICO	ALIMENT
8	00120	10858	119124	119124	3741	26	MUE	113	04032264	MUE BANDA CARGADOR POSICION 12	TRANSF
9	00120	10873	119125	119125	107950	26	MUC	113	04032264	MUC TOLVA BANDA 11	TRANSF
10	00120	10992	119126	119126	107950	26	MUC	113	04032264	MUC BANDA 3	TRANSF
11	00120	11135	119127	119127	107950	26	MUC	113	04032264	MUC BANDA 5 FINOS	TRANSF
12	00120	11138	119128	119128	107950	26	MUC	113	04032264	MUC BANDA 4	TRANSF
13	00120	24822	119129	119129	107953	26	MUE	032	04032264	MUE COLECTOR 2 BANDA 11000	DESEMP
14	00120	111624	119130	119130	3742	26	MUE	021	04032264	MUE TOLVA 1 DESCARGUE	CARGUE
15	00120	111625	119131	119131	3742	26	MUE	021	04032264	MUE TOLVA 2 DESCARGUE	CARGUE
16	00120	11387	119132	119132	107950	26	MUC	113	04032264	MUC TOLVA MOVIL CARBON	TRANSF
17	00120	11400	119133	119133	107950	26	MUC	113	04032264	MUC TOLVA BANDA 7	TRANSF
18	00120	11417	119134	119134	107950	26	MUC	113	04032264	MUC BANDA 1	TRANSF

Figura 17. Organización de los Recursos

EQUIPO		EQUIPO
MODO DE FALLA	TAREAS X MODO DE FALLA	
1 MODO A	1.1 TAREA MODO A (7d) 1.2 TAREA MODO A (30 d) 1.3 TAREA MODO A (360 d)	GAMA H2
2 MODO B	2.1 TAREA MODO B (30d)	1.2 TAREA MODO A (30 d) 2.1 TAREA MODO B (30d) 3.2 TAREA MODO C (30d)
3 MODO C	3.1 TAREA MODO C (7d) 3.2 TAREA MODO C (30d)	GAMA P3
		1.3 TAREA MODO A (360 d)

Tabla 4. Esquema Tareas a Modos de Falla

4.3. RACIONALIZACION Y REVISIÓN DEL FMA

Ordenando la información por Modos de Falla hace más fácil la identificación de duplicación de tareas. La duplicación de tareas se presenta cuando al mismo Modo de Falla se le aplican varias rutinas de PM por parte de las diferentes especialidades, por parte de los operadores y por parte de los especialistas de monitoreo.

En este paso el equipo de trabajo revisa los modos de falla resultado del FMA y agrega aquellos modos de falla faltantes. La lista de los modos se elabora con base en el historial de fallas, documentación técnica (usualmente diagramas de tubería e instrumentación (P&IDs)) o simplemente con la experiencia del equipo de trabajo

Tabla 5. Dinamica de Procesos fallas y gamas

ANÁLISIS FUNCIONAL (OPCIONAL)

Responsibility	Failure Mode	Consequence
	Falla en arrancador por desgaste de contactos, conexiones sueltas, recalentamiento, a	Operacional
	Busqueda de fallas	
	Falla por cables sueltos, suciedad, corrosion, desajuste de contactos...	Operacional
	Falla de contactos, sistema accionamiento, aislamiento	Operacional
	Falla de contactos, sistema accionamiento, aislamiento	Operacional
	Degradación del lubricante-aislante	
	Fallas de aislamiento	Operacional
	Degradación del lubricante-aislante	
	Fallas de aislamiento	Operacional
	Degradación del lubricante-aislante	
	Fallas de aislamiento	Operacional
	Falla del circuito de potencia por cables sueltos, sulfatados, corroidos... □ □ Falla del circ	Operacional
	Degradación del lubricante-aislante	
	Fallas de aislamiento	Operacional
	Falla del circuito de potencia por cables sueltos, sulfatados, corroidos... □ □ Falla del circ	Operacional
	Degradación del lubricante-aislante	
	Fallas de aislamiento	Operacional
	Falla del circuito de potencia por cables sueltos, sulfatados, corroidos... □ □ Falla del circ	Operacional
	Degradación del lubricante-aislante	
	Fallas de aislamiento	Operacional
	Falla en arrancador por desgaste de contactos, conexiones sueltas, recalentamiento, a	Operacional
	Busqueda de fallas	
	Desequilibrio en la calidad de alimentación □ □ Fallas en las condiciones del circuito □ □ Fa	Operacional
	Falla del sistema de potencia □ □ Falla ventilador	Operacional
	Degradación de lubricante por suciedad	Operacional
	Falla en arrancador por desgaste de contactos, conexiones sueltas, recalentamiento, a	Operacional

Tabla 6. PM Modo de Falla en revision y eliminacion de Gamas

La función que se pierde con cada falla se puede determinar en este Paso. Este Paso es opcional y se justifica en caso de que se deban realizar análisis a equipos bastantes críticos o muy complejos, en donde es esencial el entendimiento detallado de todas las funciones del equipo para el aseguramiento de un programa de mantenimiento sólido. Para aquellos equipos poco crítico o sistemas simples, la identificación de las funciones agrega tiempo y costo, más no beneficios tangibles. Se hace la clasificación de los modos de fallas y se eliminan las gamas(tabla 5)

 ARGOS	<u>PLANTA CARTAGENA</u>		
CODIGO:	DESCRIPCION:	A EJECUTAR POR:	SITUACION:
G07M0302	P 3M BANDAS TRANSPORTADORAS		PARO
OPERACIONES A REALIZAR			
<p>Revisar estado de las ruedas, acoples de neopreno, rodillos deslizantes, plataforma de recibo de bolsas. MANZANAS, Revisar estado de las soldaduras HUB TORNILLOS, Chequear apriete de los tornillos RODAMIENTOS, Verificar estado y juego interno , si hay deslizamientos en la pista exterior (Rayadura). MANGUITOS, Verificar estado del manguito (desplazamiento axial). CHUMACERAS, Revisar estado de chumaceras, fijación, TAMBOR, Observar si hay desplazamiento del tambor (si roza con la estructura).</p>			
<p>PARA EMPACADORAS:</p>			
<p>A.) BANDAS MOVILES : Revisar estado de las ruedas, acoples de neopreno, rodillos deslizantes, plataforma de recibo de bolsas. 2.1 Temperaturas de las chumaceras del eje de los sprockets de la estera.</p>			

Figura 18. Gama Mecanica por mejorar



GAMAS

CODIGO	DESCRIPCION	ESPECIALIDAD	SITUACION
G07M0712	P BANDAS TRANSPORTADORAS	MECANICA	PARO
EJECUTAR POR: MECANICO			
<p>SEGURIDAD INDUSTRIAL</p> <ol style="list-style-type: none"> Utilice los elementos de protección personal. (Casco, gafas, auditivos, mascarilla, guantes tipo ingeniero, botas con puntera). Tenga precaución por temperaturas elevadas, en el equipo a reparar o sus alrededores. Analice los posibles riesgos con los equipos aledaños que se encuentren en movimiento. No levante piezas mayores a 25 kg. Si la pieza sobrepasa este peso se debe efectuar el movimiento en conjunto con dos o más personas según se requiera. En caso de conato de incendio avise al personal de la brigada Realice reporte de seguridad de comportamientos y condiciones inseguras En caso de ser necesario, apóyese en los líderes de seguridad para ejecutar el trabajo de manera segura. <p>ARO</p> <p>PERMISO ESPECIAL Diligenciar el Formato: AUTORIZACION PARA TRABAJOS ESPECIALES Seleccionar que el trabajo a realizar es:</p> <p>SEGURIDAD AMBIENTAL</p> <ol style="list-style-type: none"> Si se presenta fuga de material emitido por el equipo u otros cercanos, informe a su jefe inmediato o genere OT. Recolecte los desechos generados durante el mantenimiento del equipo y dépositelos en los sitios adecuados. Deje el área limpia y ordenada. <p>HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS</p> <p>OPERACIONES TECNICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> ACCIONAMIENTO (POTENCIA) 4. SPROCKETS (si aplica) : Verificar alineamiento entre sprockets y medir desgaste de los mismos (dientes). 5. CADENA si aplica : Revisar desgaste en los casquillos (bujes), uniones, desalineamiento paso, etc. Verifique que la cadena no este elongada (debe ser 10% del paso original) 6. POLEAS si aplica Revisar el desgaste de las ranuras, chequear alineamientos, tornillería de agarre faltantes y fijación al eje 7. CORREAS si aplica Verificar tensionamiento, estado (cristalizadas, cuarteadas, desgastadas), faltantes BANDA : Verifique que los tensores se encuentren en buen estado. (aplican donde no hay contrapesa) ESTACIONES, verificar el estado de las estaciones. Reparar o cambiar si es necesario BANDAS, Verificar superficie de la banda, si presenta cuarteaduras, rayaduras, cristalizaciones, desgaste del caucho LIMPIABANDAS, Chequear estado de los limpiabandas, tensión, desgaste, efectuar limpieza, unificar soporte tornillería floja o faltantes TAMBORES : CAUCHO, Revisar revestimiento, desgaste, desprendimientos MANZANAS, Revisar estado de las soldaduras fisuras HUB TORNILLOS, Chequear apriete de los tornillos, faltantes MANGUITOS, Verificar estado del manguito (desplazamiento axial), fijación al eje, estado de la tuerca y arandela de seguridad CHUMACERAS, Revisar estado de chumaceras, fijación, RODAMIENTO, Verifique desgaste radial según catalogo. Cambiar si es necesario * Verifique estado de estructura, vigas, canales, ángulos, láminas, soldaduras partidas, tornillería floja o faltante. * Verifique que las guías no presenten desgaste mayor a 1/4" en ambos lados. Medir el espesor de la lamina de descarga del chute, esta lamina tiene un espesor original de 1/4", el espesor minimo aceptable es 3/32". <p>DOCUMENTACION DEL TRABAJO Documente el trabajo realizado</p> <p>NOTAS GENERALES</p>			
Fecha de Elaboración:	Fecha de Actualización:	Elaborado por:	

A continuacion la optimizacion....

Figura 19. Gama Mecanica mejorada

4.4. EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS

En este paso cada modo de falla es analizado para determinar si las fallas son ocultas o evidentes mediante la identificación planeación y programación de actividades. Para aquellas fallas evidentes se realiza un análisis de riesgos y consecuencias operacionales.

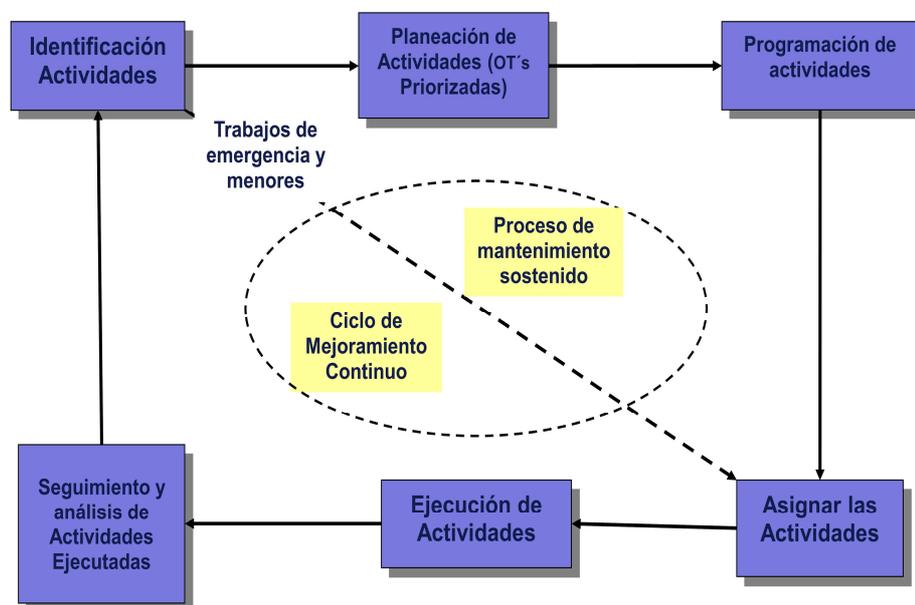


Figura 20 . Control de fallas por medio de la Gestión semanal de Mto

4.5. DEFINICIÓN DE LA POLÍTICA DE MANTENIMIENTO

En este paso vemos que la filosofía moderna de mantenimiento se basa en la premisa que “los programas de mantenimiento exitosos se enfocan mas en las consecuencias de las fallas que en los activos en si”.

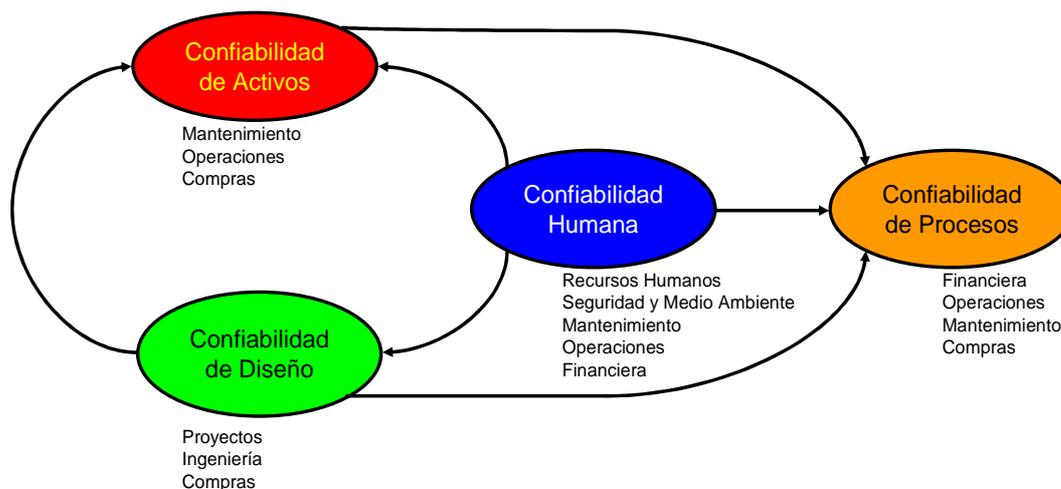


Figura 21 . Control de fallas por medio de la Gestión semanal de Mtto

Cada modo de falla es analizado bajo los principios del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) y se establecen las políticas nuevas o revisadas de mantenimiento haciendo evidente lo siguiente:

- ❖ Los elementos del programa actual de mantenimiento que son costo efectivos y los que no lo son, estos últimos deben eliminarse,
- ❖ Que tareas serán mas efectivas y menos costosas si fueran basadas en condición, en lugar de llevarlas a falla y viceversa,
- ❖ Que tareas no aportan beneficios y deben ser eliminadas del programa,
- ❖ Que tareas serán mas efectivas si se realizaran bajo diferentes rutinas,
- ❖ Que fallas se manejarán mejor por medio del uso de tecnología avanzada o simple,

- ❖ Que tipo de información se debe recolectar para predecir mejor el comportamiento del equipo durante su ciclo de vida, y Que fallas se deben eliminar con la ayuda de un Análisis de Causa Raíz (RCA)

4.6. ESTRATEGIAS DE CONTRATACION Y PRESUPUESTO ANUAL DE MANTENIMIENTO

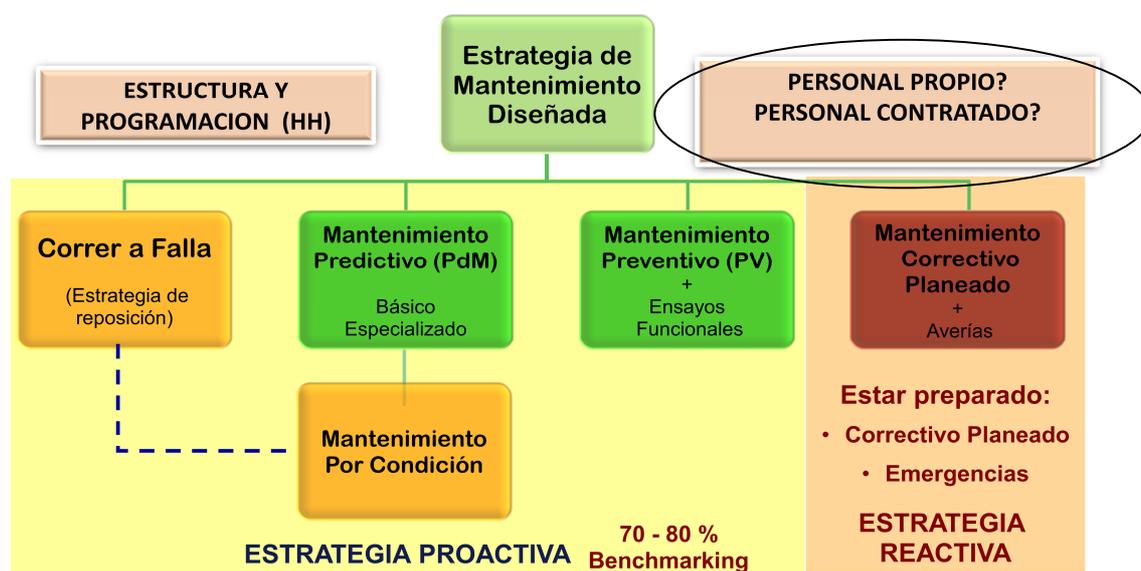


Figura 21. Estrategias de modelo RCM de Mtto

La estrategia de mantenimiento diseñada tiene que estar basada en los tipos de mantenimiento que incluye evaluación de mantenimiento basado en condición que sale del preventivo básico y especializado, el preventivo con ensayos funcionales y un correctivo debidamente planeado; con la programación de sus paradas; así podemos definir cuando un trabajo debe realizarse con personal propio o contratado (ver figura 21)

4.7. CARGA DE TRABAJO REQUERIDA (DETERMINACIÓN DE LA NÓMINA ÓPTIMA)

La Estructura definida debe ser mayor a la carga estimada, para asegurar el cumplimiento del Plan.

Es necesario realizar el cálculo de las horas Netas disponibles, incluyendo el efecto productividad.

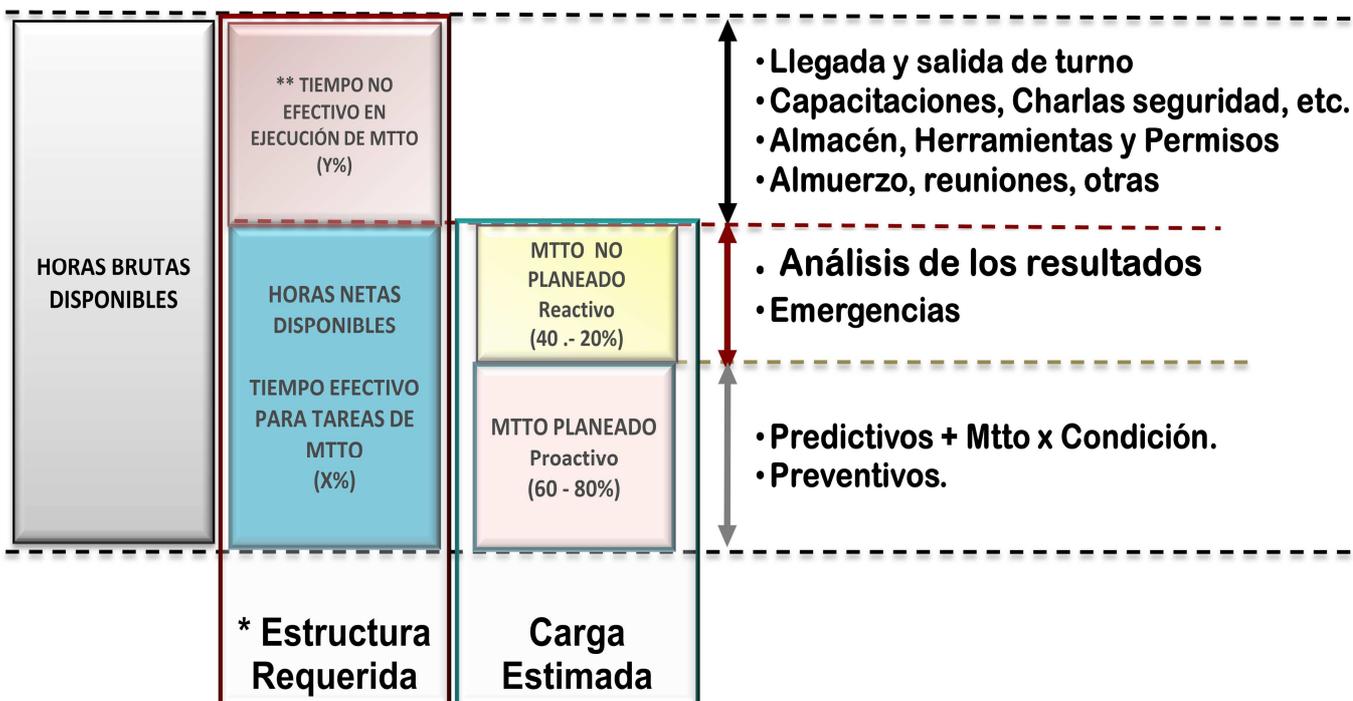


Figura 22. HH y determinación de una carga Óptima de trabajo

4.8. AGRUPACIÓN Y REVISIÓN

Una vez el análisis de las tareas haya finalizado, el equipo de trabajo establece el método mas eficiente y efectivo para administrar el mantenimiento de los activos teniendo en cuenta limitantes de producción y otros. En este paso es posible que haya transferencia de responsabilidades en la ejecución de las tareas de PM entre los especialistas de mantenimiento y los operadores para lograr eficiencia y ganancias en producción

4.9. APROBACIÓN E IMPLEMENTACIÓN PMO

En esta etapa el resultado del análisis se presenta a la alta dirección para su revisión y comentarios. El equipo de trabajo realiza la presentación usando el reportes generados Una vez se ha aprobado el programa, inicia la etapa más importante, su implementación. La implementación es la etapa que consume más tiempo y en que se pueden presentar más dificultades. Es importante ejercer liderazgo y estar atento a los detalles para hacer de la implementación un éxito.

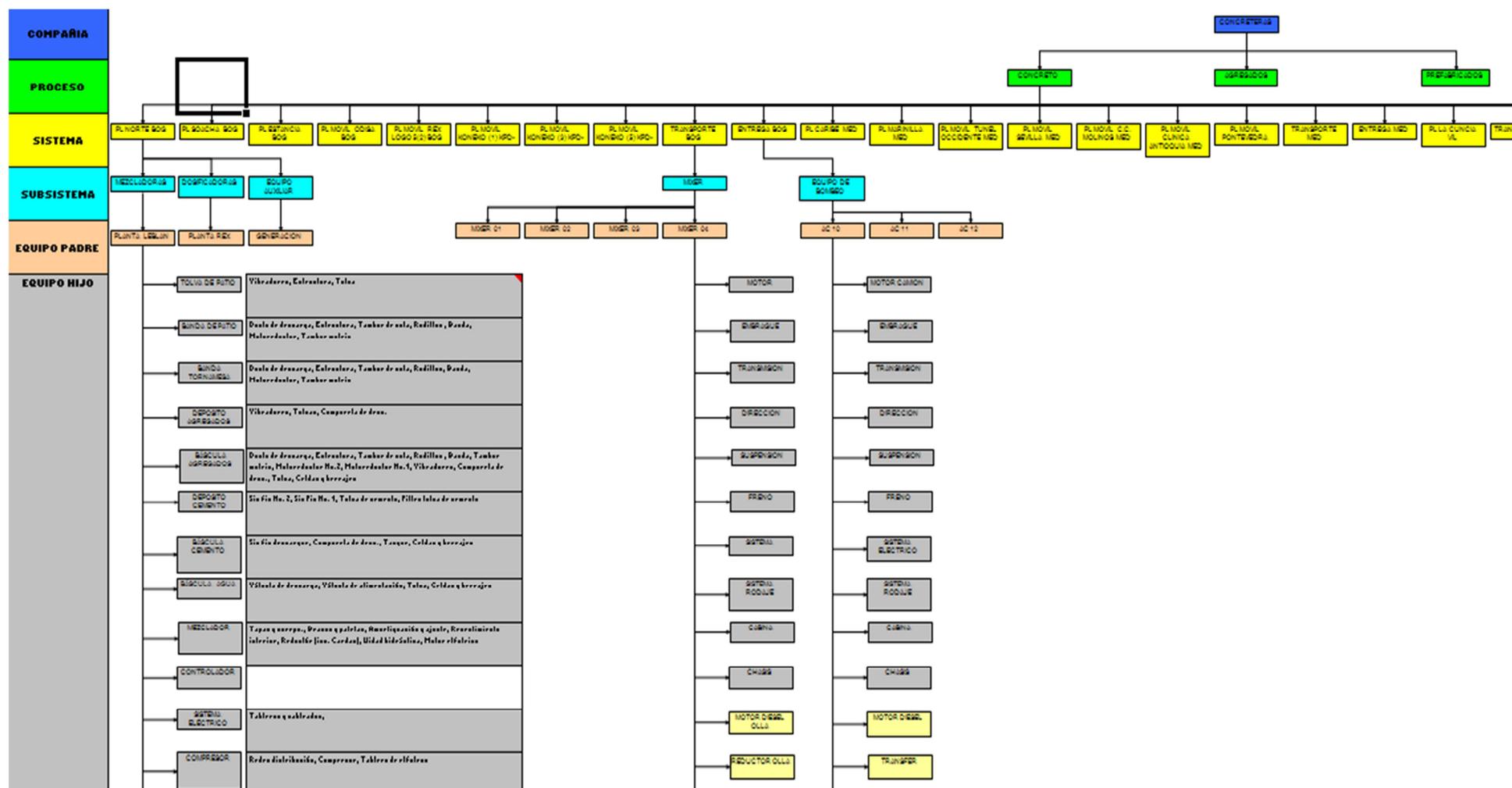


Figura 23. Taxonomía

5. RESULTADOS DEL PLAN

Durante el desarrollo del proceso de PMO ha establecido una estructura racional y costo efectiva de PM. En el “Programa Dinámico”, el plan de PM se consolida y se toma control de la planta, cuando se reemplaza el mantenimiento reactivo por uno planeado. De este punto en adelante el mejoramiento puede acelerarse fácilmente y los recursos que se liberan pueden enfocarse a corregir defectos de diseño o limitaciones inherentes a la operación.

varios de los procesos vitales de la Gestión de los Activos pueden afinarse mientras la rata de mejoramiento se acelera. Estos procesos son:

- ❖ Estrategia de Producción y Mantenimiento
- ❖ Medición de Desempeño
- ❖ Reportes y Eliminación de Fallas
- ❖ Planeación y Programación
- ❖ Gestión de Inventarios
- ❖ Workshops y Practicas de Mantenimiento

La intención final es la de crear cultura en una organización que busca continuamente su mejoramiento, para ello hay que crear conciencia de que es importante evaluar las garantías de todas las tareas y cada falla no planeada que se presente.

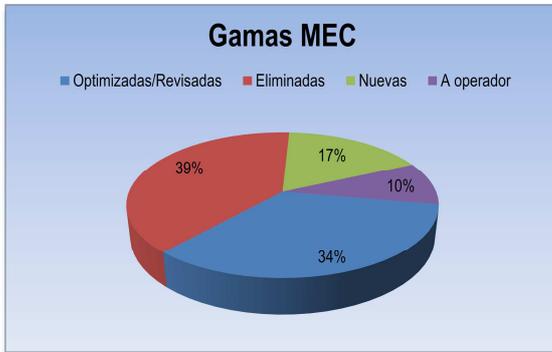
Para lograr las metas es importante contar con personal capacitado en técnicas de análisis e igualmente contar con la motivación al personal por parte de la dirección para crear en el trabajador un sentido de pertenencia, de compromiso y de creatividad para mejorar su trabajo y optimizar costos de producción.

5.1. RESULTADOS PORCENTUALES

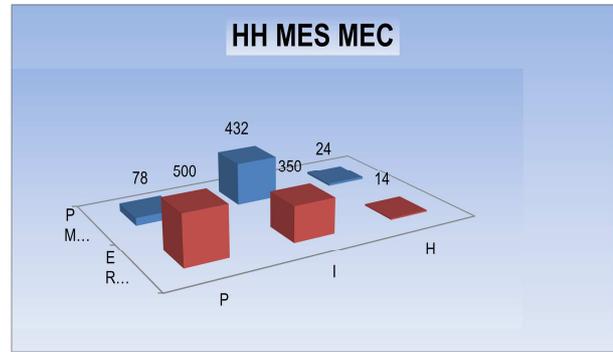
Dentro de los resultados se tienen porcentajes estimados de actividades para eliminar y que no agregan valor alguno a los procedimientos de las gamas; así mismo se encontraron actividades repetidas y que se le asignaron a otro responsables.

Como dato principal colocaremos el porcentaje de reducción de gamas y el porcentaje de optimización de HH por especialidad.

RESULTADOS OBTENIDOS ESPECIALIDAD MECANICA



47% de reducción de gamas



84% de Optimización
de HH Mes del plan
Pv existente



ZONA FRANCA ARGOS S.A.S.
PUERTO CARTAGENA

LISTADO DE GAMAS

MECANICAS	
CODIGO	DESCRIPCION
G07M0700	P SECADORES
G07M0701	P SECADORES
G07M0702	I PRECRIBADOR
G07M0703	I TRITURADORAS
G07M0704	I ZARANDAS
G07M0705	I ALIMENTADOR DE PLACAS
G07M0706	P TRITURADORAS
G07M0707	P PUENTES GRUA
G07M0708	P PRECRIBADOR TRIT SANTANA
G07M0709	P COMPRESORES
G07M0710	P COMPRESORES
G07M0711	P COMPRESORES
G07M0712	P BANDAS TRANSPORTADORAS
G07M0713	P COLECTORES
G07M0714	P TOLVAS MOVIL CARBON
G07M0715	I TOLVA
G07M0716	P COMPRESORES
G07M2250	H MONITOREO ANALISIS VIBRACION

Tabla 7. Gamas Mecanicas Optimizadas



GAMAS

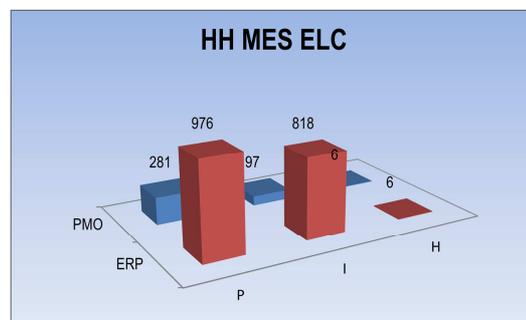
CODIGO	DESCRIPCION	ESPECIALIDAD	SITUACION
G07M0712	P BANDAS TRANSPORTADORAS	MECANICA	PARO
EJECUTAR POR: MECANICO			
<p>SEGURIDAD INDUSTRIAL</p> <ol style="list-style-type: none"> Utilice los elementos de protección personal. (Casco, gafas, auditivos, mascarilla, guantes tipo ingeniero, botas con puntera). Tenga precaución por temperaturas elevadas, en el equipo a reparar o sus alrededores. Analice los posibles riesgos con los equipos aledaños que se encuentren en movimiento. No levante piezas mayores a 25 kg. Si la pieza sobrepasa este peso se debe efectuar el movimiento en conjunto con dos o más personas según se requiera. En caso de conato de incendio avise al personal de la brigada Realice reporte de seguridad de comportamientos y condiciones inseguras En caso de ser necesario, apóyese en los líderes de seguridad para ejecutar el trabajo de manera segura. <p><u>ARO</u></p> <p>PERMISO ESPECIAL Diligenciar el Formato: AUTORIZACION PARA TRABAJOS ESPECIALES Seleccionar que el trabajo a realizar es:</p> <p>SEGURIDAD AMBIENTAL</p> <ol style="list-style-type: none"> Si se presenta fuga de material emitido por el equipo u otros cercanos, informe a su jefe inmediato o genere OT. Recolecte los desechos generados durante el mantenimiento del equipo y depositelos en los sitios adecuados. Deje el área limpia y ordenada. <p>HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS</p> <p>OPERACIONES TECNICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> ACCIONAMIENTO (POTENCIA) <ol style="list-style-type: none"> SPROCKETS (si aplica) : Verificar alineamiento entre sprockets y medir desgaste de los mismos (dientes). CADENA si aplica : Revisar desgaste en los casquillos (bujes), uniones, desalineamiento paso, etc. Verifique que la cadena no este elongada (debe ser 10% del paso original) POLEAS si aplica Revisar el desgaste de las ranuras, chequear alineamientos, tomillería de agarre faltantes y fijación al eje CORREAS si aplica Verificar tensionamiento, estado (cristalizadas, cuarteadas, desgastadas), faltantes BANDA : Verifique que los tensores se encuentren en buen estado. (aplican donde no hay contrapesa) ESTACIONES, verificar el estado de las estaciones. Reparar o cambiar si es necesario <p>BANDAS, Verificar superficie de la banda, si presenta cuarteaduras, rayaduras, cristalizaciones, desgaste del caucho LIMPIABANDAS, Chequear estado de los limpiabandas, tensión, desgaste, efectuar limpieza, unificar soporte tomillería floja o faltantes</p> <ol style="list-style-type: none"> TAMBORES : CAUCHO, Revisar revestimiento, desgaste, desprendimientos MANZANAS, Revisar estado de las soldaduras fisuras HUB TORNILLOS, Chequear apriete de los tornillos, faltantes MANGUITOS, Verificar estado del manguito (desplazamiento axial), fijación al eje, estado de la tuerca y arandela de seguridad CHUMACERAS, Revisar estado de chumaceras, fijación, RODAMIENTO, Verifique desgaste radial según catalogo. Cambiar si es necesario * Verifique estado de estructura, vigas, canales, ángulos, láminas, soldaduras partidas, tomillería floja o faltante. * Verifique que las guías no presenten desgaste mayor a 1/4" en ambos lados. Medir el espesor de la lamina de descarga del chute, esta lamina tiene un espesor original de 1/4", el espesor mínimo aceptable es 3/32". <p>DOCUMENTACION DEL TRABAJO Documente el trabajo realizado</p>			
NOTAS GENERALES			
Fecha de Elaboración:	Fecha de Actualización:	Elaborado por:	

**Figura 24. Gama
Mecanica Banda
Transportadora**

RESULTADOS OBTENIDOS ESPECIALIDAD ELECTRICA



45% de reducción de gamas



71% de Optimización
de HH Mes del plan
Pv existente



ZONA FRANCA ARGOS S.A.
PUERTO CARTAGENA

LISTADO DE GAMAS

ELECTRICO	
CODIGO	DESCRIPCION
G07E0200	P ARRANC MOTOR TRIT SANTANA
G07E0206	I M.C.C.
G07E0207	P M.C.C.
G07E0208	P TABLERO DE ALUMBRADO
G07E0209	I ALUMBRADO
G07E0210	P MOTOR TRITURADORA SANTANA
G07E0213	P MOTOR TRITURADORA PRIMARIA
G07E0214	P TRANSFORMADORES
G07E0215	P SUBESTACION 13,2KV
G07E0217	P SUBESTACION SANTANA
G07E0218	H TRANSFORMADORES
G07E0221	P ARRANC. G.E MOTOR ALTA TENS
G07E0223	I SUBESTACIONES TIERRAS
G07E0224	I REDES AEREAS Y EN TUNELES
G07E0225	P ARRANC MOTORES COMPRES
G07E0226	P TABLERO CONTROL MOTOR CC
G07E0227	P MOTOR 440V JAULA ARDILLA
G07E0228	P RELAYS DE SOBRECARGA
G07E2251	H MONITOREO ANALISIS TERMOGRAFIA
G07E2252	H ANALISIS MOT. ELECTRICOS (MCA)

Tabla 8 . Gamas Electricas Optimizadas



GAMAS

CODIGO	DESCRIPCION	ESPECIALIDAD	SITUACION
G07E0214	P TRANSFORMADORES	ELECTRICA	PARO

EJECUTAR POR: ELECTRICISTA

SEGURIDAD INDUSTRIAL

1. Utilice los elementos de protección personal. (Casco, gafas, auditivos, mascarilla, guantes tipo ingeniero, botas con puntera).
2. Tenga precaución por temperaturas elevadas, en el equipo a reparar o sus alrededores.
3. Analice los posibles riesgos con los equipos aledaños que se encuentren en movimiento.
4. No levante piezas mayores a 25 kg. Si la pieza sobrepasa este peso se debe efectuar el movimiento en conjunto con dos o más personas según se requiera.
5. En caso de conato de incendio avise al personal de la brigada
6. Realice reporte de seguridad de comportamientos y condiciones inseguras
7. En caso de ser necesario, apóyese en los líderes de seguridad para ejecutar el trabajo de manera segura.

ARO

PERMISO ESPECIAL

Diligenciar el Formato: AUTORIZACION PARA TRABAJOS ESPECIALES
Seleccionar que el trabajo a realizar es:

SEGURIDAD AMBIENTAL

1. Si se presenta fuga de material emitido por el equipo u otros cercanos, informe a su jefe inmediato o genere OT.
2. Recolecte los desechos generados durante el mantenimiento del equipo y deposítelos en los sitios adecuados.
3. Deje el área limpia y ordenada.

HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS

OPERACIONES TECNICAS

1. -Preguntar al operador por estado y anomalías
2. -Tomar las medidas de seguridad necesarias tanto eléctricas como mecánicas para ejecutar el trabajo.
3. -Para ejecutar esta gama hay que ""aislar"" el transformador abriendo el (los) breaker(s) general (es) del secundario y el switch desconector primario del mismo. No olvidar tomar precauciones porque en los terminales de entrada al switch hay 4160 V.
- 3.1.-Verificar ausencia de tensión
4. -Desconectar el neutro en el secundario del transformador.
5. -Medir aislamiento del transformador.
 - a) Alta con baja con megger A.T.
 - b) Alta con masa con megger A.T.
 - c) Baja con masa con megger M.T.
6. -Conectar el neutro del secundario del transformador.
7. -Medir aislamiento y continuidad de las resistencias puestas a tierra del neutro

DOCUMENTACION DEL TRABAJO

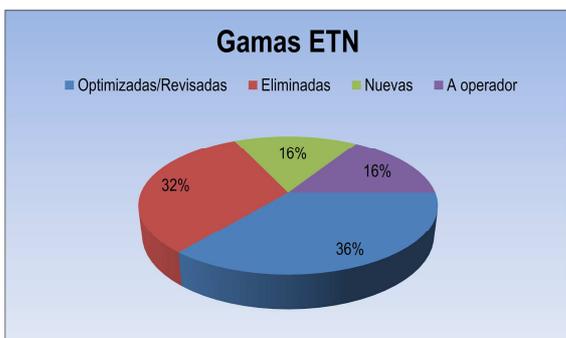
Documente el trabajo realizado

NOTAS GENERALES

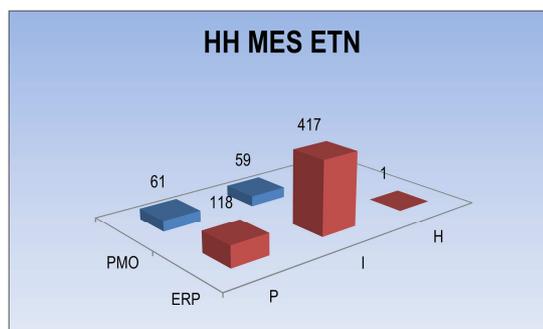
Fecha de Elaboración:	Fecha de Actualización:	Elaborado por:	
-----------------------	-------------------------	----------------	--

Figura
25.
Gama
Etc.

RESULTADOS OBTENIDOS ESPECIALIDAD ELECTRONICA



38% de reducción de gamas



**48% de Optimización de HH
Mes del plan Pv existente,**



ZONA ARGOS S.A.
PLANTA CARTAGENA

LISTADO DE GAMAS

ELECTRONICO	
CODIGO	DESCRIPCION
G07I0100	I SENSOR TEMP TERMOCUPLA
G07I0101	P SENSOR RTD Y VIBRACIÓN
G07I0102	P SENSOR DE VIBRACION
G07I0103	P CONSOLA DE MANDO
G07I0104	I PLC ALLEN - BRADLEY
G07I0105	P PLC PARO (SLC-500)
G07I0106	P DCS - UNIDADES CONTROL
G07I0107	I UPS
G07I0108	I CALIBRACION BASCULAS
G07I0109	I VARIADOR DE VELOCIDAD AC-DC
G07I0110	P VARIADOR VELOCIDAD DC-AC

Tabla 9 . Gamas Electronicas Optimizadas

CODIGO	DESCRIPCION	ESPECIALIDAD	SITUACION
G07I0108	I CALIBRACION BASCULAS	ELECTRONICO	PARO

EJECUTAR POR: INSTRUMENTISTA / AYUDANTE

SEGURIDAD INDUSTRIAL

1. Utilice los elementos de protección personal. (Casco, gafas, auditivos, mascarilla, guantes tipo ingeniero, botas con puntera).
2. Tenga precaución por temperaturas elevadas, en el equipo a reparar o sus alrededores.
3. Analice los posibles riesgos con los equipos aledaños que se encuentren en movimiento.
4. No levante piezas mayores a 25 kg. Si la pieza sobrepasa este peso se debe efectuar el movimiento en conjunto con dos o más personas según se requiera.
5. En caso de conato de incendio avise al personal de la brigada
6. Realice reporte de seguridad de comportamientos y condiciones inseguras
7. En caso de ser necesario, apóyese en los líderes de seguridad para ejecutar el trabajo de manera segura.

ARO

PERMISO ESPECIAL

Diligenciar el Formato: AUTORIZACION PARA TRABAJOS ESPECIALES
Seleccionar que el trabajo a realizar es:

SEGURIDAD AMBIENTAL

1. Si se presenta fuga de material emitido por el equipo u otros cercanos, informe a su jefe inmediato o genere OT.
2. Recolecte los desechos generados durante el mantenimiento del equipo y depositelos en los sitios adecuados.
3. Deje el área limpia y ordenada.

HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS

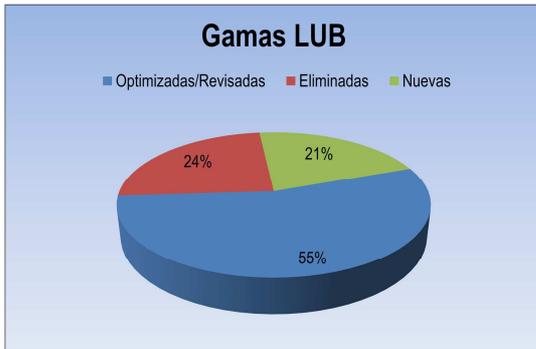
OPERACIONES TECNICAS

1. Verifique el estado general de la báscula, como se indica en el procedimiento:
 - Revise el sistema en general y limpie la banda y el sistema de palancas.
 - Verifique soldadura general del sistema.
 - Revise el estado mecánico del puente pesador de la báscula, rodillos en buen estado y efectuar alineación si se requiere, estado de la guaya y demás partes
 - Verifique el estado del tacogenerador y su acople a la banda móviles.
2. Realice prueba funcional y ajuste del sistema, como se indica en el procedimiento:
 - Con las pesas patrón proceder a calibrar de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante.
 - Compruebe las señales en el integrador:
 - _ Señal de velocidad (selector en posición S) de acuerdo con lo esperado, sin variaciones bruscas.
 - _ Señal de peso (selector en posición W) con la lectura siguiendo las variaciones de la carga sobre la banda.
 - _ Señal de rata (selector en posición R) con lectura promedio de acuerdo con las variaciones de velocidad y peso.
 - _ Funcionamiento normal de los totalizadores existentes (local y remotos)
 - _ Verificar señales y corregir anomalías.

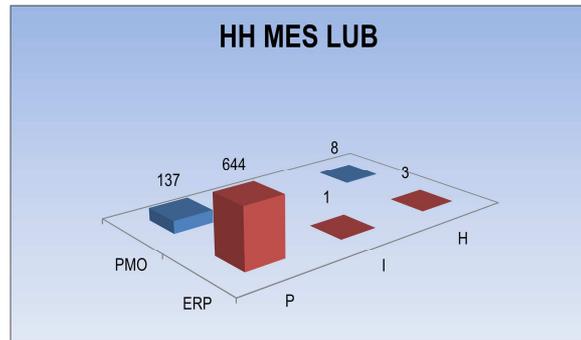
Nota: En caso de ser necesario elaborar la correspondiente WM para las reparaciones.

Figura 26. Gama Eln. Bascula

RESULTADOS OBTENIDOS ESPECIALIDAD LUBRICACION



44% de reducción de gamas



78% de Optimización de HH Mes del plan Pv existente



ZONA FRANCA ARGOS S.A.S
PLANTA CARTAGENA

LISTADO DE GAMAS

	LUBRICACION
CODIGO	DESCRIPCION
G07L0900	P TRITURADORAS
G07L0901	P ALIMENTADORES DE PLACAS
G07L0902	P PUENTES GRUA
G07L0903	P PRECRIBADORES
G07L0904	P ZARANDAS
G07L0905	P BOMBAS
G07L0906	P REDUCTORES
G07L0907	P BANDAS
G07L2253	H ANALISIS CONDICION ACEITE

Tabla 10 . Gamas de Lubricación Optimizadas



GAMAS

CODIGO	DESCRIPCION	ESPECIALIDAD	SITUACION
G07L2253	H ANALISIS CONDICION ACEITE	LUBRICACION	MARCHA

EJECUTAR POR: OPERADOR MECANICO LINEA

SEGURIDAD AMBIENTAL

1. Si se presenta fuga de material emitido por el equipo u otros cercanos, informe a su jefe inmediato o genere OT.
2. Recolecte los desechos generados durante el mantenimiento del equipo y deposítelos en los sitios adecuados.
3. Deje el área limpia y ordenada.
3. 1 Llave mixta 24mm
4. Wypall (pañños de limpieza)

OPERACIONES TECNICAS

1. Tome la muestra "en caliente", es decir que la temperatura sea la de operación y el equipo este trabajando en ese instante, o inmediatamente después de apagado.
2. Tome la muestra en un lugar por donde pase todo el aceite (Consulte el procedimiento mantenimiento predictivo de Argos Zona Franca anexo Toma de muestra de Aceite).
3. Tomar la muestra antes de añadir aceite limpio.
4. Tomar la muestra en lo posible en días donde no llueva ni haya alta humedad.
5. Evitar el ingreso de tierra o elementos extraños al sistema.
6. Utilice un trapo que no suelte pelusa para la limpieza personal y del equipo.
7. Cuando se introduce la manguera plástica corroborar de que el extremo no toque el fondo y que no entre en contacto con superficies contaminantes.
8. Si el aceite se encuentra a alta temperatura no dejar que la manguera de la toma de muestras esté mucho tiempo en el interior del equipo a muestrear
9. No realice mas de un muestreo con el mismo tubo plástico, Este solo tiene la vida útil de un muestreo.
10. Evitar la entrada de Tierra o cuerpos extraños en el frasco, anterior a la toma y posterior a ella.
11. Se debe identificar con toda claridad el recipiente para tomar la muestra:
 - Aceite utilizado.
 - Marca.
 - Viscosidad.
 - Numero de identificación del equipo.
 - Fecha de muestreo.
 - Ultima fecha de cambio de aceite.
 - Temperatura de trabajo.
12. En el momento de envío de la muestra se debe de depositar la botella en una bolsa de plástico debidamente sellada junto a la documentación correspondiente.

MUESTRA DE FLUIDO HIDRAULICO

1. Se recomienda enjuagar el recipiente de la muestra con el propio líquido hidráulico.
2. Deseche el aceite con el que enjuagó el recipiente.
3. Tomar la muestra de aceite con las precauciones antes vistas.

MUESTRA MEDIANTE BOMBA DE VACIO

1. Utilice un tramo nuevo de tubo plástico para cada muestra de aceite suficientemente largo para alcanzar al menos la mitad del camino a la parte inferior del colector de aceite o el tanque.
2. Verifique el nivel de aceite y revise que no existan fugas de aceite (Reponga el nivel de aceite si es necesario).

DOCUMENTACION DEL TRABAJO

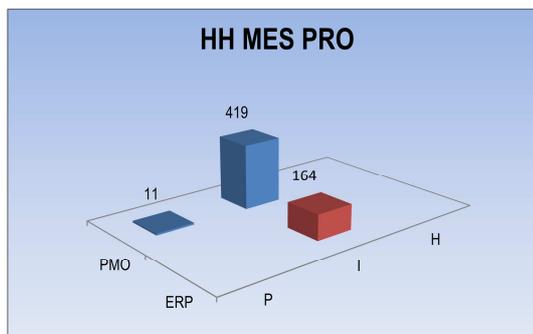
Documente el trabajo realizado

Figura 27. Gama de Lubricación - Analisis de Aceite

RESULTADOS OBTENIDOS ESPECIALIDAD OPERACIONES



**54% de Gamas nuevas
para operaciones**



**60% de HH Mes de tareas
nuevas de Inspecciones
para operaciones**



ZONA FRANCA ARGOS S.A.S
COMPAÑÍA 07 - PLANTA CARTAGENA

LISTADO DE GAMAS

OPERATIVAS	
CODIGO	DESCRIPCION
G07P0500	I PRECRIBADOR
G07P0501	I BANDAS
G07P0502	I ZARANDAS
G07P0503	I BOMBAS
G07P0504	I TRANSPORTADORES
G07P0505	I SECADORES
G07P0506	I COLECTORES
G07P0507	I COMPRESORES
G07P0508	I TRITURADORAS

Tabla 11 . Gamas de Operación Optimizadas

GAMAS

CODIGO	DESCRIPCION	ESPECIALIDAD	SITUACION
G07P0506	I COLECTORES	OPERACIÓN	MARCHA

EJECUTAR POR: OPERADOR

PERMISO ESPECIAL

Diligenciar el Formato: AUTORIZACION PARA TRABAJOS ESPECIALES
 Seleccionar que el trabajo a realizar es:

SEGURIDAD AMBIENTAL

1. Si se presenta fuga de material emitido por el equipo u otros cercanos, informe a su jefe inmediato o genere OT.
2. Recolecte los desechos generados durante el mantenimiento del equipo y deposítelos en los sitios adecuados.
3. Deje el área limpia y ordenada.

HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS

OPERACIONES TECNICAS

SISTEMA LIMPIEZA

- * Observar fugas de aire en orificios de descarga caja multiválvulas, conectores niples, racores y tanque
- * Observar presión diferencial en el display del controlador la operación normal se encuentra por debajo de 0,6 Kilopascal
- * Revisar presión de aire comprimido debe estar por encima de 6 Bar o 90 PSI
- * Observar si el led de alarma del controlador se encuentra generando una señal luminosa roja
- * Verificar un ciclo de limpieza completo
- * Observar entradas de aire falso en los sellos de tapas y compuertas de inspección
- * Verifique que no existan emisiones de polvo por la descarga del ventilador al ambiente

VENTILADOR

- * Observar ruidos anormales, vibraciones
- * Revisar estado de los anclajes

MOTOR VENTILADOR

1. Identifique los siguientes parámetros:
 - Verifique que la temperatura de la carcasa del motor y los rodamientos no exceda 70°C.
 - Verifique que los niveles de vibración de los rodamientos no exceda 7mm/seg pico.
2. Verifique que la carcasa del motor este limpia de grasa
3. Identifique ruidos anormales.
4. Revise el funcionamiento del ventilador del motor, que este limpio y sin obstrucciones.
5. Observe si graseras y tapones de drenaje se encuentran en su sitio.
6. Revise el estado del flexiconduit a la llegada del motor
7. Verifique el correcto anclaje del motor y/o tornillería
8. Verifique estado de correas y que no falten (si aplica)
9. Verifique vibraciones y temperaturas en la chumaceras del eje al ventilador (si aplica)

Figura 28. Gama de Operación - Colector

PASOS



▸ Taller PMO
▸ Estimación de los recursos, elaboración de procedimientos y estándares (aros)
▸ Se suben los resultados a la herramienta (People Soft)
▸ Determinar carga de trabajo propia (requerida) y revisar la estrategia de contratación de bienes y servicios de acuerdo con resultados
▸ Se implementa el PM
▸ Revisión de la estrategia de acuerdo a experiencia

Tabla 12. Pasos de la estrategia de Mejoramiento Continuo

Hay que entrenar al personal de operaciones en las gamas a ejecutar, brindarles las herramientas necesarias para su ejecución y hacerlos responsables de las tareas del mantenimiento básico. Así mismo implementar un sistema para realizar seguimiento a los resultados de las inspecciones o tareas predictivas como vemos en la figura, tiene un comportamiento de ciclo repetitivo en donde se busca permanentemente el mejoramiento continuo del proceso.

CONCLUSIONES

- ❖ El plan de optimización de mantenimiento resultante está enfocado hacia un mantenimiento por condición, es decir, se realizan muchas inspecciones con el fin de detectar posibles fallas a tiempo y posteriormente planear y programar actividades de reacondicionamiento o cambio de componentes.
- ❖ En la comparación de un mantenimiento moderno basado en condición se encontraron gamas que aplicaban para un mismo equipo, en las cuales se realizaban las mismas actividades o se atacaban los mismos modos de falla que en otras gamas
- ❖ Se crearon gamas preventivas (reacondicionamiento o cambio de componentes) para los equipos que lo requerían según el historial de fallas y sus consecuencias.
- ❖ Todos las clases de activos quedaron con una gama de inspección de operaciones, como parte de una estrategia de cuidado básico de equipo por parte del operador.
- ❖ Se creó un formato de tendencias basadas en condición de los equipos críticos o con alto costo de mantenimiento (clave para mejorar la confiabilidad de los equipos), y basarse en la condición del equipo para realizar tareas de reacondicionamiento o cambio de componentes.

BIBLIOGRAFIA

- ❖ **PLANEACIÓN POR NIVELES** – Nivel estratégico – CMD - Alberto Mora G.
- ❖ **OMCS2000 INTERNATIONAL LATINAMERICA** - Información Técnica de Pilar Valderrama
- ❖ **ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO - ANTIGUOS Y NUEVOS PARADIGMAS-** Aportado por: Milton Rojas Torreón
- ❖ **SISTEMAS DE MANTENIMIENTO: PLANEACIÓN Y CONTROL - DUFFUAA, SALIH O.** - México D. F. : Limusawiley, 2002
- ❖ **IEEE Reliability Society**
(http://www.ieee.org/portal/site/relsoc/menuitem.112d36a56667b078fb2275875bac26c8/index.jsp?&pName=relsoc_home)
- ❖ **IAM – Institute of Asset Management**
www.iam-uk.org/default.asp?section=sales
- ❖ **IIMM: International Infrastructure Management Manual**
- ❖ **SAE JA 1011: Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes**
- ❖ **SAE JA1012: A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard**
- ❖ www.reliabilityweb.com – Reliabilityweb.com Network
- ❖ www.confiableidad.net – La Cultura de la Confiabilidad
- ❖ www.plant-maintenance.com – Plant Maintenance Resource Center

- ❖ www.mt-online.com – Maintenance Technology
- ❖ www.mantenimientomundial.com – Portal Latinoamericano de Mantenimiento
- ❖ www.barringer1.com – Barringer and Associates, Inc.