

Mejoramiento de la Productividad de la Pequeña y Mediana Empresa mediante la Implementación de Confiabilidad Industrial

José G. Aranguren, Javier E. Bravo, Jean M. Fuenmayor, Robinson J. Medina

Integrity Assessment Services

Maracaibo, Estado Zulia - Venezuela

Teléfonos: (58) 261-7971925 – (58) 414-6706432 – (58) 414-6595050 – (58) 412-5292071

E-mail: jose.aranguren@iasca.net, javier.bravo@iasca.net, jean.fuenmayor@iasca.net, robinson.molina@iasca.net

Resumen

Este trabajo describe las fases que conforman la Metodología de Confiabilidad Industrial como principal medio catalizador para el mejoramiento de la productividad de la pequeña y mediana empresa (PYME). La Metodología de Confiabilidad Industrial es un enfoque sistemático de implantación de mejores prácticas y políticas asociadas principalmente a las áreas de Mantenimiento y Producción, aportando adicionalmente estrategias para los sectores de Recursos Humanos, Calidad y Seguridad, el cual va dirigido a conservar el sistema de producción y servicios, permitiendo el funcionamiento de las empresas con el mejor nivel de disponibilidad y mantenibilidad, reduciendo la frecuencia y gravedad de las fallas, aplicando las normas de higiene y seguridad del trabajo, minimizan la degradación del ambiente y por último optimizando los costos operacionales; lo cual permite generar los productos con la mayor calidad al menor costo posible y resguardando los niveles de seguridad e higiene industrial.

El presente trabajo contempla la experiencia de aplicación del enfoque de Confiabilidad Industrial en el sector industrial, donde los resultados demuestran el incremento de la productividad, así como las mejoras en la calidad del producto, así como también mejoras en los aspectos de seguridad y ambiente. Los resultados de esta aplicación de Confiabilidad Industrial permitieron la alineación y posterior certificación de la empresa con los requerimientos de las Normativas ISO 9001 y 14001.

Palabras claves: Confiabilidad Industrial, Calidad, Productividad, Mantenimiento.

Introducción

La dinámica de los negocios, exige cada vez más a las industrias producir al más bajo costo, con la más alta calidad y un mayor nivel de confiabilidad (disponibilidad y mantenibilidad de sus equipos), para poder cumplir con los exigentes requerimientos de orden técnico, económico o legal y permanecer eficientemente de forma competitiva en el mercado.

En estos tiempos de crisis económica mundial, muchos equipos de gerentes deben tomar decisiones importantes para la supervivencia de una empresa, la gran mayoría escoge el camino de trasladar costos al consumidor perdiendo competitividad en el mercado o peor aún

sacrificar personal, salir de la gente es sacrificar los únicos activos pensantes que pueden y están preparados para sacar la empresa de la crisis, la mejor respuesta a la crisis económica que vivimos debe ser eliminar los desperdicios de los procesos e inculcar la necesidad en todo el personal de aportar valor a su trabajo cada día.

Es aquí donde radica la importancia del mantenimiento industrial, el cual, se ha convertido en el medio más firme para conseguir el máximo nivel de efectividad y aporte de valor en una organización con la finalidad de asegurar el funcionamiento del sistema productivo y de servicios, con la mayor calidad, el menor impacto al medio ambiente y mayor seguridad para el personal al menor costo posible.

Como una forma para afrontar estas situaciones, Integrity Assessment Services ha desarrollado un enfoque sistemático de implantación denominado Confiabilidad Industrial, dirigido a conservar el sistema de producción y servicios, permitiendo el funcionamiento de las empresas con el mejor nivel de disponibilidad y mantenibilidad posible, reducir la frecuencia y gravedad de las fallas, aplicar normas de higiene y seguridad del trabajo, minimizar la degradación del ambiente y por último reducir los costos operacionales; lo cual permitirá generar los productos con la mayor calidad al menor costo y resguardando los niveles de seguridad e higiene industrial.

El presente trabajo resume la experiencia en la implementación del enfoque de Confiabilidad Industrial en el sector industrial, donde los resultados demuestran el incremento de la productividad, así como las mejoras en la calidad del producto, seguridad y ambiente de trabajo, alineándose la empresa con los requerimientos de las Normativas ISO 9001 y 14001. El enfoque de Confiabilidad Industrial fue implementado mediante la aplicación de prácticas de mantenimiento clase mundial basadas en Ing. de Confiabilidad y Riesgos, de una manera efectiva demostrada por el incremento de productividad en el marco más adecuado de calidad y seguridad empresarial.

Situación General de la Pequeña y Mediana Empresa (PYME)

En la actualidad el sector industrial a nivel mundial enfrenta un panorama de incertidumbre económico muy fuerte, todos los días se puede observar noticias sobre cierre de empresas reconocidas por su trayectoria a nivel mundial, así como cifras de desempleo que aumentan cada día más.

Existen algunas características comunes en las PYME's en Latinoamérica, a continuación se mencionan algunos ejemplos:

- Normalmente los equipos de producción presentan altos niveles de fallas repetitivas que impactan tanto a la capacidad de producción de la planta como al ambiente.



- Escases de un plan de mantenimiento preventivo.
- No existe o está desactualizada la base de datos de los equipos de la planta.
- Responsabilidades solapadas entre producción y mantenimiento, que promueve actividades de mantenimiento necesarias que no son ejecutadas.
- Avanzado nivel de deterioro en los sistemas eléctricos e instrumentos.
- Falta de controles para la generación de órdenes de trabajo.
- No se dispone o se encuentra sin uso un sistema informático para registrar la gestión de mantenimiento.



- Alto nivel de actividades fuera de programas debido a fallas, por lo que hay un alto porcentaje del tiempo del personal de dedicado a mantenimiento correctivo
- Carencia de un plan de capacitación del personal de mantenimiento.
- Existen mermas importantes en la producción que genera pérdidas de oportunidades de venta de productos por indisponibilidad del aparato productivo.

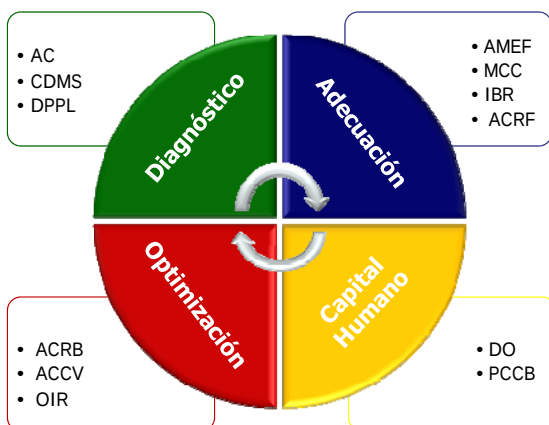
Confiabilidad Industrial

Es un enfoque técnico que agrupa varias metodologías de confiabilidad y prácticas de mantenimiento clase mundial, que aplicadas en forma sistemática se complementan y sirven como medio de solución a una situación en

particular que se encuentre afectando a una empresa del sector industrial y donde se persigue como meta principal el incremento de producción, mejorando los aspectos de la calidad del producto bajo el resguardo del medio ambiente y manteniendo el talento humano involucrado en todas las etapas del proceso de aplicación de metodologías, con el fin de que su motivación promueva los mejores resultados..

Objetivos del Enfoque de Confiabilidad Industrial

El objetivo fundamental de la metodología de Confiabilidad Industrial es promover el establecimiento de estrategias basadas en confiabilidad, que permitan mejorar los niveles de producción de las empresas, mediante la implementación programada de políticas basadas en metodologías de confiabilidad clase mundial, que mejoran la gestión integral de producción.



La implementación de este enfoque permite:

- Evitar y/o reducir las fallas repetitivas.
- Disminuir la gravedad de las fallas que no puedan evitarse.
- Evitar paros imprevistos de máquinas.
- Aumentar los niveles de seguridad para las personas, evitando los accidentes que ya vienen ocurriendo en forma común.
- Conservar los equipos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.

- Equilibrar los costos de mantenimiento con el de pérdida de producción.
- Prolongar la vida útil de los equipos.
- Alinear la política de producción de la empresa con la normativa ISO 9001 y 14000, apoyando el esfuerzo orientado en el sistema de gestión de calidad y seguridad.

Los objetivos específicos que persigue este enfoque son:

- Generar la información básica asociada a inventarios de los equipos existentes y la caracterización de los mismos.
- Diagnosticar deficiencias de mantenimiento e identificar líneas de mejora para alcanzar máxima disponibilidad del aparato productor.
- Desarrollar y aplicar metodologías que permitan el análisis de la situación de la empresa, orientadas al estado del talento humano, factores de confiabilidad de los procesos, análisis funcional de los sistemas de producción, interrelación hombre-máquina, jerarquización de los equipos para el sistema de producción, mejora continua y retroalimentación de los planes.
- Establecer políticas de mantenimiento para cada familia de equipos.
- Rediseñar los planes de inspección y mantenimiento en función del riesgo e impacto operacional.
- Desarrollar los indicadores de gestión.
- Establecer, actualizar y poner en marcha el sistema informático de mantenimiento.
- Implantar el proceso de optimización del ciclo de vida de los activos.

Implementación de la Metodología

La implementación exitosa de este enfoque radica en un avance estratégico por fases donde participa un equipo natural de trabajo ENT, conformado en función de las actividades puntuales que se estén desarrollando en busca del establecimiento de una gestión eficiente de

mantenimiento alineada a los objetivos fundamentales del negocio empresarial.

A continuación se describen las Fases para la implementación de la Confiabilidad Industrial

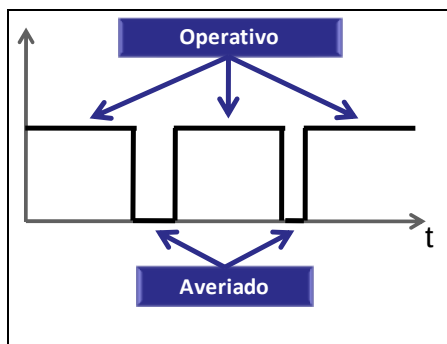


Esquema de implantación de la metodología Confiabilidad Industrial

Fase 1: Diagnóstico y Dimensionamiento del Sistema de Producción.

Esta fase se caracteriza por que se pueden generar beneficios y resultados rápidamente sirviendo esto de motivación para las demás fases. La misma consta de las siguientes actividades y aplicaciones metodológicas:

- Levantamiento de una Base de Datos con el universo de equipos “mantenibles” de la planta con sus características particulares y los indicadores de mantenimiento (TPPF, TPPR, TMEF e impactos en producción).



- Jerarquización de Equipos mediante las Metodologías de Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad (CDMS) o Análisis de criticidad (AC).
- Diagnóstico del Trabajo Acumulado (“Back Log”) o pendientes por ejecutar, de manera de jerarquizarlas en función de impacto al negocio, con un plan a seguir para la reducción/eliminación de las mismas.

- Revisión/adecuación de la Herramienta Computacional para el manejo de la Gestión de Mantenimiento.
- Aplicación Diagnóstico de los Procesos de Producción en Línea (DPPL), para verificar la interacción Hombre – Máquina y determinar los factores que afectan la productividad de las líneas.



- Análisis y Solución de Problemas en Fallas Recurrentes mediante Análisis Causa Raíz de Fallas (ACRF)

Esta fase genera los insumos necesarios para actualizar la gestión de mantenimiento al definir las actividades de mantenimiento más impactantes que se han dejado de hacer, además para dar respuesta a las fallas repetitivas que interfieren en la continuidad operacional del los equipos y por ende impactando en producción.

Fase 2: Adecuación del Sistema de Mantenimiento.

Esta fase se busca una revisión de los planes de mantenimiento para alinearlos a un sistema adecuado de mantenimiento. Se incluye:

- Implementación y/o puesta en marcha de un sistema informático que permita la planificación y programación los resultados de la Fase 1.



- Conformación futura de lo que serán los planes de mantenimiento preventivo para el universo de equipos.
- Análisis de los Modos y Efectos de Fallas de los equipos (AMEF) desarrollados para los equipos dinámicos, eléctricos e instrumentos, con sus respectivos planes de mantenimiento.
- Desarrollo de Planes de Mantenimiento Basado en Confiabilidad y Riesgo, mediante Inspección Basada en Riesgo (IBR) y Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC).



Fase 3: Análisis del Capital Humano

Representa la fase más importante por ser el talento humano la fuerza base donde se centra el desarrollo de una empresa. Se contempla:

- Diagnóstico Organizacional y Plan de Mejoras, donde se genera una Propuesta Organizacional derivada del análisis de la estructura organizacional, descripciones de puestos y resultados del Análisis FODA.



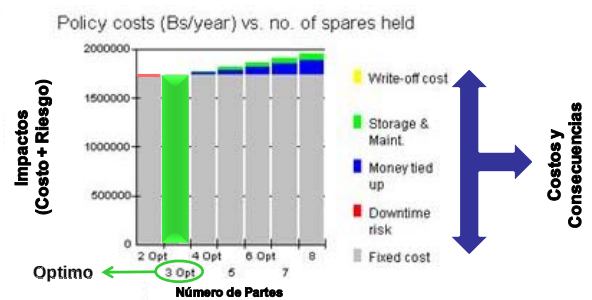
- Establecimiento de Competencias en función de las responsabilidades por puestos de trabajo mediante análisis funcional.

- Plan para la Administración del Cambio.
- Diagnóstico de Brechas y Elaboración del Plan de Capacitación para el cierre de las mismas.

Fase 4: Optimización del Plan de Mantenimiento

Trata del ordenamiento, estructuración y optimización de los planes de mantenimiento elaborados. La misma incluye:

- Retroalimentación y ajuste del Plan de Mantenimiento
- Listado de partes y repuestos óptimos jerarquizados según su nivel de riesgo e impacto al negocio como resultado de la aplicación de la metodología de Optimización de Inventarios y Repuestos (OIR).



- Aplicación de la metodología de Análisis de Costo Riesgo Beneficio.
- Determinación y ajuste de los Indicadores de Gestión (KPI's) para el control de la administración del mantenimiento.
- Análisis Costo del Ciclo de Vida, para evaluar opciones como desincorporación, hacer cambios de tecnología o reparar vs reemplazar los equipos.
- Desarrollo de un Plan de Auditorías Gerenciales para el control de la gestión de Mantenimiento

Beneficios

- Utilización de diferentes metodologías de Confiabilidad para mejorar la mantenibilidad,

productividad y disponibilidad de los equipos y procesos industriales.

- Difusión de conocimientos asociados con las mejoras prácticas de mantenimiento con base en la gestión moderna de tecnología y seres humanos.
- Desarrollo de herramientas informáticas disponibles para mejorar/facilitar la gestión de mantenimiento de los equipos industriales.
- Ampliación de la visión estratégica de la empresa mediante el análisis de soluciones exitosas aplicadas en empresas clase mundial.
- Establecimiento de las bases conceptuales para el estudio del riesgo industrial y la confiabilidad humana.
- Alineación de la Gestión de Mantenimiento con las exigencias del Sistema de Gestión de la Calidad.
- Mejora de los índices de eficiencia en el manejo de los recursos, y control de los costos de mantenimiento, permitiendo hacer mas con los recursos disponibles.
- Incentivo del personal mediante su involucramiento en la resolución de problemas a la par de un plan de capacitación apegado a sus funciones.
- Disminución de fallas repetitivas y mejoramiento de la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de la planta y el control de inventarios y repuestos.
- Disponibilidad de mapas de riesgos que permitan definir áreas de atención y planes de mitigación, cumpliendo con las disposiciones ambientales existentes.
- Disminución de las primas por aseguramiento de los equipos dado al mejor control del nivel de riesgo de los mismos.

Caso de Aplicación

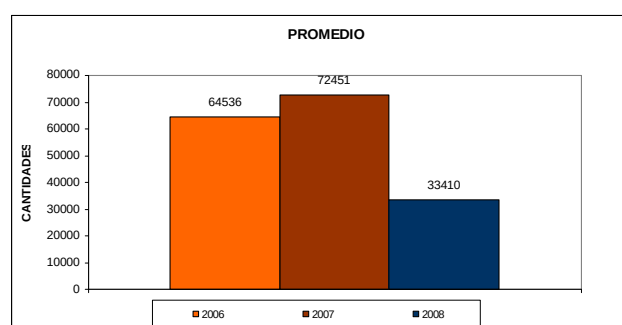
A continuación se describe un caso de aplicación de la Metodología de Confiabilidad Industrial en el Sector Empresarial, en una empresa del sector de la construcción

(producción de mantos asfálticos), cuya productividad había estado mermando debido a fallas recurrentes en los equipos de producción. Esta empresa adicionalmente tenía aspiraciones a optar por la certificación ISO 9000.

1. Fases Aplicadas

Aplicación de Fase 1:

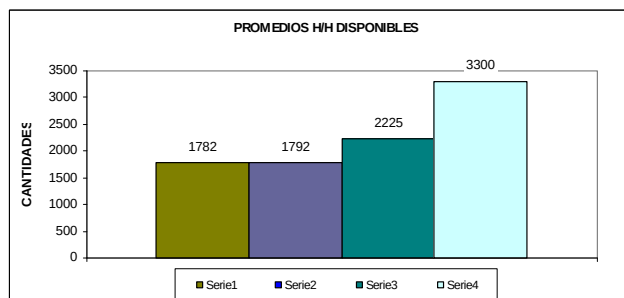
- Se efectuó un diagnóstico de la función mantenimiento en paralelo con análisis de los indicadores de gestión que permitieran mostrar la condición del sistema de mantenimiento y su impacto en producción.



En la gráfica se puede observar como cae drásticamente en el 2008 la producción de la empresa debido a un incremento exagerado de las tasas de fallas y disponibilidad de los equipos de producción.

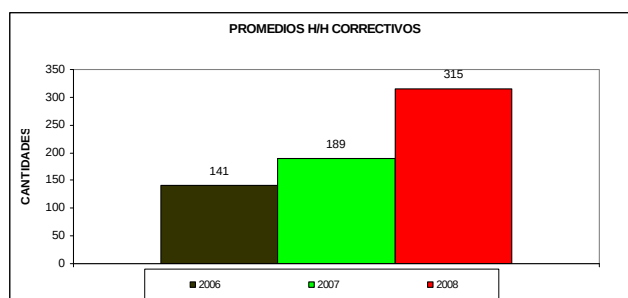
En los primeros análisis realizados, llamó la atención que en el año de 2008 se había perdido más del 50% de la capacidad de producción de la planta, viviéndose con esta merma continua, sin que la situación llamara la atención.

Cuando se analizó el registro de horas hombre de mantenimiento utilizadas para la gestión se encontró con que el esfuerzo disponible en horas hombres había ido aumentando, como era de esperarse, con la finalidad de dar respuestas a la indisponibilidad de la planta, por lo que el departamento de mantenimiento se convirtió en el mas numeroso en cuanto a personal.



Esto se debió a una decisión gerencial de invertir mas en mano de obra tanto propia como contratada para poder dar respuesta al mantenimiento correctivo que cada día aumentaba y alejaba a la empresa del cumplimiento de la producción.

Cuando se analizaron los registros de los niveles de utilización de las horas hombres disponibles se generó el siguiente grafico.

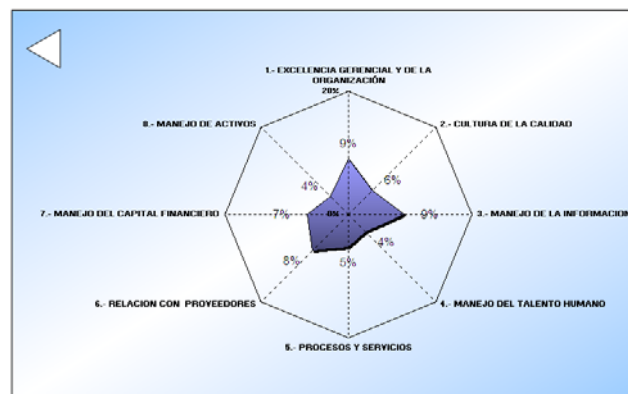


El cual reflejaba dos cosas: 1. Tendencia a crecer durante cada año y 2. Que los registros realmente no reflejaban como eran utilizadas el promedio de horas mensuales que se tienen disponibles en mantenimiento, es decir una de las interpretaciones que se le dio a esta gráfica fue que no se le estaba dando el uso adecuado en mantenimiento al personal ya que tampoco se encontraron evidencias de actividades de mantenimiento preventivo.

Se efectuó medición base de la función mantenimiento tipo semi cuantitativa bajo una escala aditiva tipo Likert, soportados en los resultados de los indicadores de gestión, la observación, la revisión de evidencias analizando 8 áreas específicas de una gestión de mantenimiento organizada como lo son:



Los resultados obtenidos de esta medición permitieron demostrar la necesidad de hacer una intervención de la organización de mantenimiento en forma organizacional y funcional, con el fin de adatarla a los requerimientos que el proceso le exige y poder tener la capacidad de dar respuesta a una necesidad de crecimiento en producción apoyada en la disponibilidad de los equipos.



Una visual inicial de la planta mostró un estado deprimente de los equipos de producción donde se observaba entre otros:

- Reparaciones improvisadas o temporales de los equipos.
- Fugas de fluidos de la máquina, en líneas de producción, fluidos de trabajo y de la materia prima para la elaboración de los productos. Algunas de estas con impactos al ambiente



- Falta total de orden y limpieza general.
- Inexistencia de un plan de mantenimiento preventivo

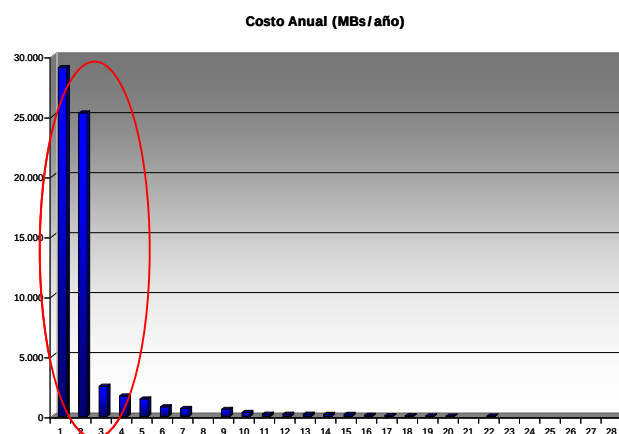


- La gestión ambiental y disposición final de los desechos realizados sin ningún control.

El proyecto de implantación de la metodología de Confiabilidad Industrial se inició con el desarrollo en paralelo de tres aspectos fundamentales que permitieran dar una respuesta rápida al sistema, con el fin de recuperar el tiempo perdido y al mismo tiempo tener victorias tempranas para motivar a la gerencia general y al personal. Esas tres actividades iniciales fueron:

1. Aplicación de la metodología de Análisis Causa Raíz de Fallas (ACRF), enfocada a resolver los problemas y fallas recurrentes, de manera de identificarlos y analizarlos por las personas que los padecen. Es una herramienta diseñada para ayudar a los profesionales a determinar: ¿qué pasó? durante un evento no deseado (falla, problema o incidente particular), ¿cómo pasó? y entender ¿por qué pasó?

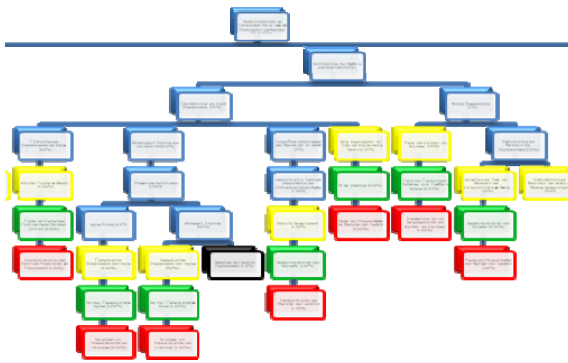
La aplicación de esta metodología fue realizada mediante un Equipo Natural de Trabajo conformado por personal de producción y mantenimiento, que permitió determinar las fallas recurrentes que se tienen, generándose un listado jerarquizado por su impacto en el negocio de actividades de mantenimiento, con el fin de buscar y eliminar las causas raíces de las fallas correspondientes al 20% que inciden en el 80% del impacto en producción.



Como resultado de este trabajo se identificaron y jerarquizaron 28 problemas. A continuación se muestran los 10 primeros problemas más impactantes de la planta:

- a. Disminución de la velocidad de las líneas de Producción de Mantos.
- b. Disminución de la velocidad de Producción de Mantos en una de las líneas.
- c. No retorno del Asfalto a los Mezcladores.
- d. Partidura de Manto en el proceso de Producción.
- e. Deterioro prematuro de las estibas de almacenamiento de manto.
- f. Desconfiguración del PLC
- g. Pérdida de eficiencia en la capacidad de la torre de oxidación.
- h. Falta de Capacidad de los Tanques de Almacenamiento de solventes.
- i. Pérdida de Aceite en el Sistema de Calentamiento en una de las líneas.
- j. Mal posicionamiento del mandril en una de las líneas.

Se obtuvo gráficos de solución como los que se presentan:



Resultando un impacto total anual en pérdidas solamente por los 4 primeros problemas de 10 Millones de USD/año.

N°	Falla Recurrente	Planta	Costo Anual (MBs/año)	Observación
1	Disminución de la velocidad de las líneas de Producción de Mantos R2 (Incluye el Problema de Indisponibilidad de Mezcla en R2)	Producción de Manto	29.079	Últimos 2 años
2	Disminución de la velocidad de las líneas de Producción de Mantos R1	Producción de Manto	25.286	Últimos 2 años
3	No retorno del Asfalto a los Mezcladores (R1 - R2)	Producción de Manto	2.498	Últimos 2 años
4	Partidura de Manto en el proceso de Producción (R1 - R2)	Producción de Manto	1.686	Últimos 3 años

2. Se desarrolló conjuntamente con el ENT un análisis del mantenimiento acumulado o que se había dejado de hacer en la planta.

Mediante entrevistas al personal de mantenimiento y producción se pudieron identificar actividades de mantenimiento de 4 tipos:

- Actividades asociadas a reposición de equipos.
- Actividades asociadas a reparación de equipos.
- Actividades asociadas a orden y limpieza.
- Actividades asociadas a mantenimiento preventivo.

3. Se efectuó un levantamiento general de una base de datos del universo de equipos mantenibles, con sus respectivas características de diseño, condiciones de operación, marcas, fabricantes y sistemas que conforman el aparato productor.

El resultado de esta aplicación generó una base de datos general con toda la información relevante de los equipos.

Mediante la realización de estas tres actividades conformadoras de la fase inicial del proyecto se lograron los siguientes resultados:

- Se logró la recopilación, análisis y validación de la información de la cual se conformaron 461 equipos y 16 tipos de equipos de las 3 líneas de producción analizadas.
- La Base de Datos desarrollada para este proyecto permitió definir y visualizar el universo de equipos que se les debía efectuar mantenimiento e inspección, y también permitió establecer los programas de ejecución con base a la importancia y mantenimiento del equipo.

Aplicación de Fase 2:

La segunda fase del desarrollo de este proyecto se enfocó en tres aspectos fundamentales:

- Mejoramiento Organizacional de la función mantenimiento.
- Implementación de una herramienta que permitiera gerenciar el mantenimiento.
- Determinación de la importancia para el proceso de cada uno de los equipos que se deberían mantener.

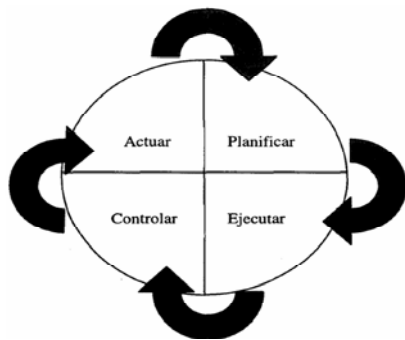
A continuación se detallan cada una de las actividades realizadas en esta fase.

- Se realizó una revisión de la estructura organizacional de la empresa, verificando los puestos de trabajos y sus funciones principales, de lo cual se reestructuró el departamento de Mantenimiento acorde con las funciones requeridas basado en la línea de funciones de la cadena de mantenimiento.



Se elaboraron los formularios con la descripción de los puestos, funciones principales y acciones de capacitación requeridas para el cumplimiento de las funciones, del cual se promovieron movimientos de personal y se elaboró el Plan de Capacitación para el Cierre de Brechas.

La estructura final de la organización de mantenimiento a ser implementada se alineó a las funciones del **Ciclo PHVA**, es decir: **Planificar, Hacer, Verificar y Actuar**.

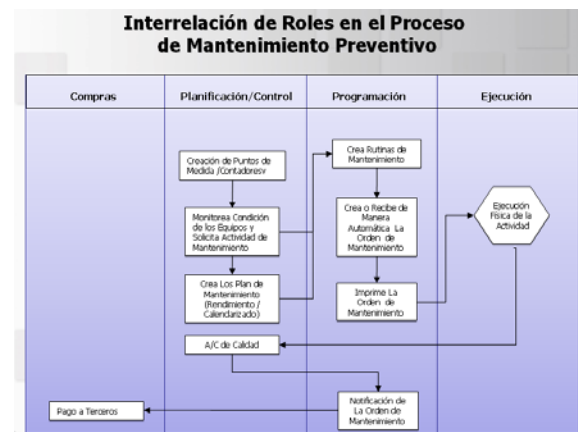
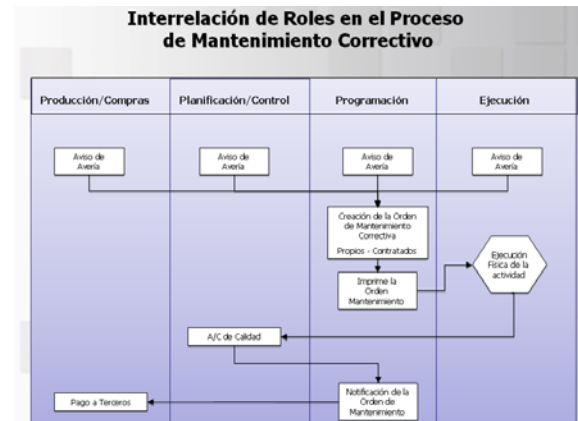


La transformación de la organización permitió generar una Sala de Operaciones de Mantenimiento, orientada a centralizar y dar respuesta a todos los requerimientos de mantenimiento, siendo liderizada por la función **PLANIFICACIÓN** y apoyada por una gestión de **PROGRAMACIÓN** eficiente que permita entregar a los encargados de la gestión de **EJECUCIÓN** de tareas planificadas, con los recursos humanos y materiales asignados y disponibles.

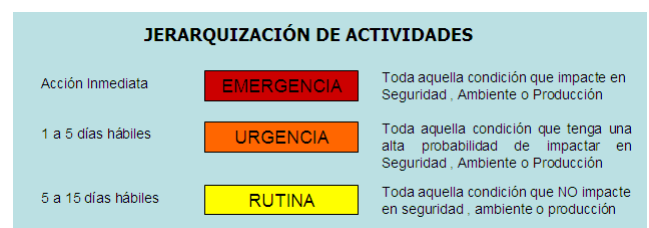
- Se implementó una herramienta para gerenciar el mantenimiento y que contara con recursos de programación para tener control del recurso humano, el inventario de repuestos y de la base de datos de equipos levantada en la Fase 1 del proyecto.

Con esta herramienta se generaron ordenes de trabajo basado en una interrelación clara de roles, bajo procedimientos elaborados para todos los actores asociados al mantenimiento correctivo y predictivo.

En las figuras se muestran los flujogramas:



Todo esto soportado por una necesaria jerarquización de solicitudes de mantenimiento, que atendieran en primera instancia al mismo idioma entre mantenedor, compras y producción de tal manera que esta jerarquización de tareas obedezca a la realidad de la solicitud. Para ello se establecieron tres status de solicitud de mantenimiento como se muestra a continuación:



En la figura siguiente se muestra la estructura de la orden de mantenimiento.

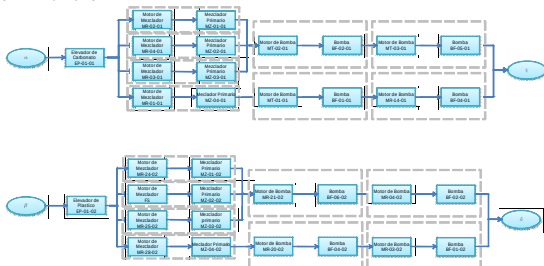
28/11/2009 , 01:51:45 p.m. Pagina Nro. 1		
IAS Consultoria - IASCA		
Orden de Trabajo Correctiva (Abierta)		
Nro. OTC : 10	Prioridad: No asignada	Especialidad:
	Plantas: INFINITY	Status OT:
Cod. Equipos: infinity-llenado-limpiadora		
Descripción: infinity - llenado - limpiadora		
Rutina de trabajo vinculada: No asignada		
Costo total OT : 0.00 \$		
Materiales/Repuestos: 0.00	Mano Obra: 0.00	Servicios Externos: 0.00
Reportada Por:		
Asignada A:		
Aprobada Por:		
Fecha Aviso: 28/11/2009	Hora:	Fecha Inicio labores: _____ Hora:
Fecha Programada:	Hora:	Fecha Fin de labores: _____ Hora:
Fecha Creación OT: 28/11/2009	Hora: 01:51 PM	Fecha de Ataque: _____ Hora:
Falla Detectada (avería reportada), Código: No Asignado		
Reparación a efectuar		
Sumario labores (trabajo efectuado)		
Código Material/Repuesto (descripción)		
Cantidad	Costo Unitario	Utilizado
Empleado		
Categoría	Tiempo	Extra Costo Hora

3. Como tercer paso de esta segunda fase se aplicó la metodología de confiabilidad llamada CDMS, la cual permitió definir la importancia de cada equipo para el proceso en función de su aporte a la no disponibilidad de la planta.

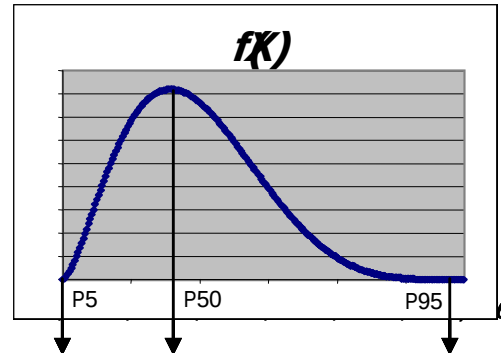
Esta metodología parte de la elaboración de los diagramas de bloques de confiabilidad de la planta.



SISTEMA MEZCLADORES

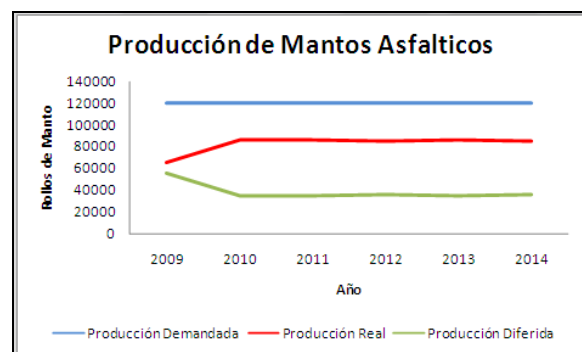


Luego, conjuntamente con el ENT y con la evidencias de fallas, opinión de expertos y datos genéricos se construyeron las curvas de tasas de fallas para cada equipo.



El modelado de toda esta data a través de un software permitió obtener los siguientes resultados:

- Valores de Disponibilidad y Perfiles Producción de las plantas para el escenario actual y los escenarios propuestos para un tiempo de 6 años.



- Se obtuvo la lista jerarquizada de los equipos que aportan No Disponibilidad a las plantas, permitiendo este dirigir las acciones de mantenimiento preventivo inicialmente hacia estos equipos.

Equipos que Aportan No Disponibilidad a la Planta Producción de Mantos.

No.	Elemento	Descripción	Aporte Individual Pda	Ubicación
1	TR02-02	Tarado Recostimiento	2520	Maquina12
2	UT-05-07	Motor Eléctrico (Quemador)	2160	Tanque Emulsión
3	TR02-01	Tarado Recostimiento	2005	Maquina12
4	UP-02-02	Lavador de Fibra	0399	Maquina12
5	TA-03-02	Tina de Aplicación	0383	Maquina12
6	TF-03-05	Torre de Enfriamiento	0311	Torre de Enfriamiento
7	UP-03-04	Lavador de Fibra	0395	Maquina12
8	TA-03-01	Tina de Aplicación	0303	Maquina11
9	AF-03-02	Alimentador de Fibra	0344	Maquina12
10	UP-02-02	Lavador de Fibra	0340	Maquina12
11	AF-03-01	Alimentador de Fibra	0274	Maquina11
12	SP-02-05	Soplador	0252	Torre de Oxidación
13	AB-02-02	Alimentador de Manto	0179	Maquina12
14	UT-04-06	Motor Eléctrico	0140	Torre de Oxidación (Secado)
15	UT-03-06	Motor Eléctrico	0135	Impulsor de Torre de Oxidación
16	PH-03-02	Soplador	0114	Cilindro Rotatorio 2

Esta segunda fase sirvió para preparar la estructura de mantenimiento y dar respuesta eficiente a los requerimientos de las fallas repetitivas y al “Backlog” de mantenimiento.

Aplicación de Fase 3:

En esta fase se busca orientar la organización de mantenimiento hacia una organización eficiente centrada en la aplicación de mantenimiento preventivo y predictivo. Para lograr este objetivo se desarrollaron las siguientes actividades:

- Generación de planes de mantenimientos de los equipos dinámicos mediante la aplicación de la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad, realizado por personal especialista, para elaborar los planes asociados a bombas, motores, moto reductores, sistemas eléctricos de un total de 428 equipos distribuidos como:

Equipos Mecánicos	
Bombas de Engranajes	38
Bombas Centrifugas	23
Bombas de Diafragma	3
Bombas Centrifugas de Aceite	11
Reductores	89
Compresores Reciprocantes	4
Quemadores	9
Montacargas	11
Tornos	1
Total	189

Equipos Eléctricos	
Motores Eléctricos	175
Tableros Eléctricos	60
Transformadores	4
Total	239

Adicionalmente se generó un plan de lubricación para los equipos dinámicos y móviles (rodillos) de la Planta, adecuado a sus características técnicas, condiciones operacionales, lubricante y frecuencias de re-lubricación.

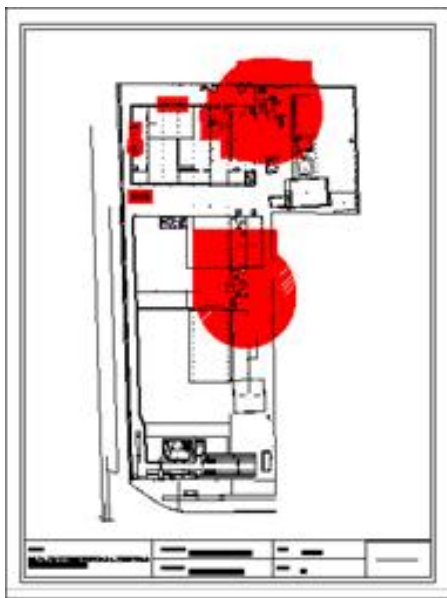
Ratios 3 (Mant. de Fibra)	
1	Motor Eléctrico
2	Motor Eléctrico
3	Motor Eléctrico
4	Motor Eléctrico
5	Motor Eléctrico
6	Motor Eléctrico
7	Motor Eléctrico
8	Motor Eléctrico
9	Motor Eléctrico
10	Motor Eléctrico
11	Motor Eléctrico
12	Motor Eléctrico
13	Motor Eléctrico
14	Motor Eléctrico
15	Motor Eléctrico
16	Motor Eléctrico
17	Motor Eléctrico
18	Motor Eléctrico
19	Motor Eléctrico
20	Motor Eléctrico
21	Motor Eléctrico
22	Motor Eléctrico
23	Motor Eléctrico
24	Motor Eléctrico
25	Motor Eléctrico
26	Motor Eléctrico
27	Motor Eléctrico
28	Motor Eléctrico
29	Motor Eléctrico
30	Motor Eléctrico
31	Motor Eléctrico
32	Motor Eléctrico
33	Motor Eléctrico
34	Motor Eléctrico
35	Motor Eléctrico
36	Motor Eléctrico
37	Motor Eléctrico
38	Motor Eléctrico
39	Motor Eléctrico
40	Motor Eléctrico
41	Motor Eléctrico
42	Motor Eléctrico
43	Motor Eléctrico
44	Motor Eléctrico
45	Motor Eléctrico
46	Motor Eléctrico
47	Motor Eléctrico
48	Motor Eléctrico
49	Motor Eléctrico
50	Motor Eléctrico
51	Motor Eléctrico
52	Motor Eléctrico
53	Motor Eléctrico
54	Motor Eléctrico
55	Motor Eléctrico
56	Motor Eléctrico
57	Motor Eléctrico
58	Motor Eléctrico
59	Motor Eléctrico
60	Motor Eléctrico
61	Motor Eléctrico
62	Motor Eléctrico
63	Motor Eléctrico
64	Motor Eléctrico
65	Motor Eléctrico
66	Motor Eléctrico
67	Motor Eléctrico
68	Motor Eléctrico
69	Motor Eléctrico
70	Motor Eléctrico
71	Motor Eléctrico
72	Motor Eléctrico
73	Motor Eléctrico
74	Motor Eléctrico
75	Motor Eléctrico
76	Motor Eléctrico
77	Motor Eléctrico
78	Motor Eléctrico
79	Motor Eléctrico
80	Motor Eléctrico
81	Motor Eléctrico
82	Motor Eléctrico
83	Motor Eléctrico
84	Motor Eléctrico
85	Motor Eléctrico
86	Motor Eléctrico
87	Motor Eléctrico
88	Motor Eléctrico
89	Motor Eléctrico
90	Motor Eléctrico
91	Motor Eléctrico
92	Motor Eléctrico
93	Motor Eléctrico
94	Motor Eléctrico
95	Motor Eléctrico
96	Motor Eléctrico
97	Motor Eléctrico
98	Motor Eléctrico
99	Motor Eléctrico
100	Motor Eléctrico

- Generación de los planes de inspección y mantenimiento de los equipos estáticos mediante IBR, lo que permitió determinar el área de consecuencias por explosión e incendio para cada componente, para la demarcación de áreas peligrosas, puntos de control, ubicación de extintores, elaboración de rutas de evacuación, que apoyaron la gestión del departamento de Seguridad Higiene y Ambiente.

En la gráfica se observa una de las matrices resultantes de la aplicación del IBR.



Igualmente se elaboró el mapa de consecuencias por explosión e incendio por daño a equipos y personas que pudiesen generar una explosión o incendio de los componentes estáticos.



- Para los equipos críticos (equipos que aportan no disponibilidad a la planta debido a sus tasas de fallas), se debió definir una política de optimización de inventarios que asegurara la disponibilidad de sus repuestos y para ello se implemento la metodología optimización costo riesgo de repuestos, con la cual se pudo obtener el numero de partes optimas que se deben tener en almacén

Base de Datos - Optimización de Niveles de Inventarios

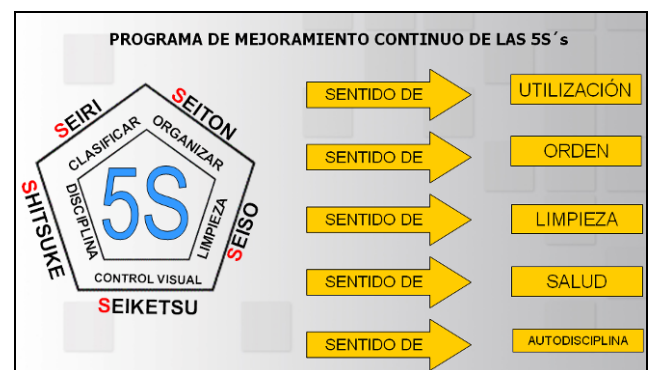
Información General			No de Partes Instaladas	No de Partes en Operación	Inventario Actual de la Parte	Inventario Optimo
Descripción General	Equipos(s) Asociado(s)	Planta	SP	SPD	SAP	SO
COMPRESOR GAROMER DENVER, MODELO KCOL23F&K	SP-Q1-Q4; SP-Q2-Q6	Oxidación de Aislamiento Producción de Materia	2	2	5	1
ROD. RODILLOS ROTULA 213 13E	MR-Q1-Q4	Oxidación de Aislamiento	2	2	6	2
ROD. RODILLOS CILINDRICOS NI 214E	MR-Q1-Q4	Oxidación de Aislamiento	2	2	6	2
ROD. RODILLOS CILINDRICOS 303 ST	MR-Q1-Q4	Oxidación de Aislamiento	2	2	6	2
ROD. RODILLOS CILINDRICOS NUP 230BE	MR-Q1-Q4	Oxidación de Aislamiento	2	2	6	2
ROD. RODILLOS CILINDRICOS 303 08	MR-Q1-Q4	Oxidación de Aislamiento	2	2	6	2
ROD. RODILLOS CILINDRICOS 303 08	MR-Q1-Q4	Oxidación de Aislamiento	2	2	6	2

- Como paso final se procedió a la programación de todas las actividades de mantenimiento preventivo asociadas a cada uno de los planes de mantenimiento desarrollados. En una primera etapa, la de los equipos críticos y luego el resto de los equipos de la planta.

Aplicación de Fase 4:

- Implementación de un programa de mejoramiento en cuanto al orden y limpieza, llamado Las 5S's, el cual es un programa de implementación de actividades de control rutinarias que permite establecer ambientes limpios, ordenados, agradables y seguros en el trabajo o casa.

Este programa permitió iniciar la disciplina y control visual del personal hacia todo lo que es orden y limpieza. Como se observa en el gráfico, este programa se enfocó en cinco aspectos:

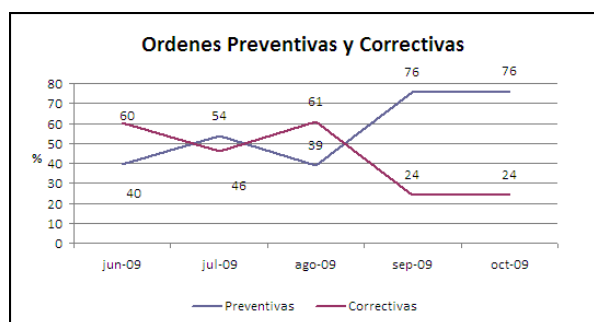


Este programa dio efectos a muy corto plazo, y requirió la acción supervisora hasta que la gente asumió la actitud hacia el orden y la limpieza como una disciplina.

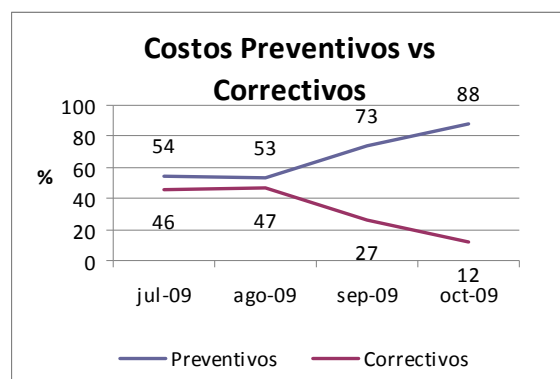
- Como segundo elemento, se definieron los indicadores de gestión. En primera instancia se elaboraron indicadores acordes con las diferentes actividades de la empresa, diseñados en función de monitorear aspectos que permitan optimizar los recursos tanto físicos como humanos de la labor de mantenimiento. Los indicadores para tal fin se muestran en el siguiente gráfico:



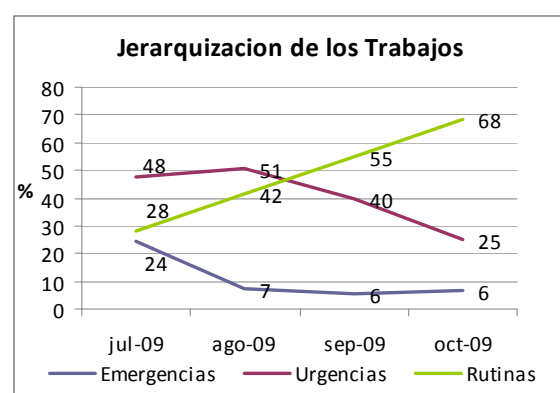
Todos estos indicadores fueron puestos en funcionamiento al igual que la sala de operaciones de mantenimiento, y hasta la fecha se tiene ya una tendencia del comportamiento de la función mantenimiento alineada con valores que se ajustan a estándares de mantenimiento clase mundial en los últimos cinco meses de mediciones.



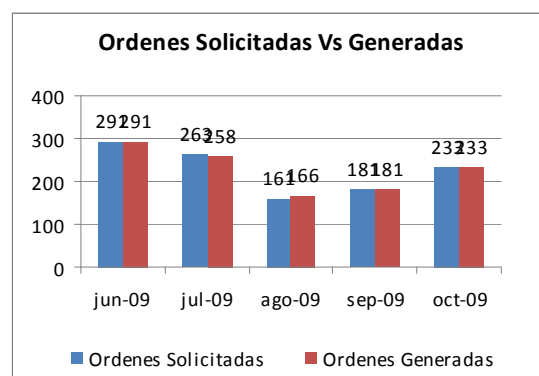
Donde la tendencia hace 5 meses era opuesta a la que se tiene en la actualidad en cuanto a la generación de órdenes del tipo preventivas Vs Correctivas.



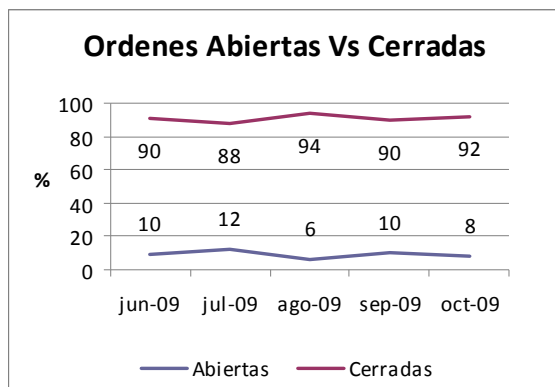
En cuanto a la inversión de los costos, se observa una clara inversión del presupuesto de mantenimiento al área preventiva.



Este indicador refleja la eficacia de la actividad de mantenimiento donde las emergencias o fallas que impactan producción, tenían una tendencia a la baja desde el mes de Julio y los últimos 3 meses se han mantenido estabilizadas en valores del 6% del total de trabajos ejecutados, con un incremento de las actividades de rutina y disminución bien marcada de las urgencias.



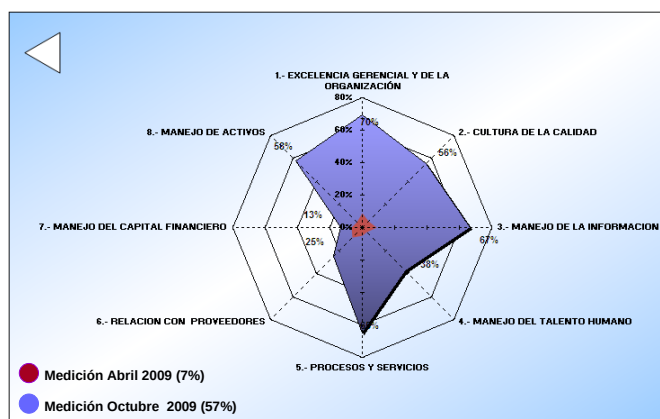
Otro indicador importante que se estableció fue el de Ordenes Solicitadas Vs ordenes generadas, que refleja la capacidad de respuesta desde el punto de vista de planificación solamente.



En este indicador puede apreciarse la capacidad de ejecución del departamento y permite monitorear y dar las alarmas en cuanto al Backlog.

- Como aplicación se estableció un sistema permanente de auditorías para la revisión de la gestión, desarrollándose un Manual de Auditorías Gerenciales de Mantenimiento, como elemento clave para asegurar el mejoramiento continuo de la gestión de mantenimiento. Inicialmente se acordó realizar auditorías cada 6 meses que permitan a la gerencia general ir viendo los avances y la consolidación de una gestión de mantenimiento sólida y dirigida hacia los objetivos de producción.

Los resultados obtenidos de la aplicación de esta última medición se muestran en la gráfica siguiente:



Estos resultados demuestran un crecimiento de la función de mantenimiento en 6 de las 8 evaluadas. En las tablas anexas los porcentajes de crecimiento en cada área.

EVALUACION DEL SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO			
RESUMEN DE RESULTADOS POR DIMENSION	FECHA MEDICION:	ABRIL	2009
	PUNTAJE MAX	PUNTAJE OBTENIDO	%
1.- EXCELENCIA GERENCIAL Y DE LA ORGANIZACIÓN	44	3	7%
2.- CULTURA DE LA CALIDAD	18	1	6%
3.- MANEJO DE LA INFORMACIÓN	33	3	9%
4.- MANEJO DEL TALENTO HUMANO	26	1	4%
5.- PROCESOS Y SERVICIOS	57	3	5%
6.- RELACION CON PROVEEDORES	12	1	8%
7.- MANEJO DEL CAPITAL FINANCIERO	15	1	7%
8.- MANEJO DE ACTIVOS	24	1	4%
	251	17	7%

EVALUACION DEL SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO			
RESUMEN DE RESULTADOS POR DIMENSION	FECHA AUDITORIA:	Octubre	2009
	PUNTAJE MAX	PUNTAJE OBTENIDO	%
1.- EXCELENCIA GERENCIAL Y DE LA ORGANIZACIÓN	44	44	70%
2.- CULTURA DE LA CALIDAD	18	10	56%
3.- MANEJO DE LA INFORMACIÓN	33	22	67%
4.- MANEJO DEL TALENTO HUMANO	24	9	38%
5.- PROCESOS Y SERVICIOS	54	39	69%
6.- RELACION CON PROVEEDORES	12	3	25%
7.- MANEJO DEL CAPITAL FINANCIERO	15	1	7%
8.- MANEJO DE ACTIVOS	24	14	58%
	246	140	57%

Otro de los aspectos fundamentales que soportan el crecimiento de esta empresa y dan fe de su crecimiento es que fue Certificada ISO 9001 en el mes de Noviembre de 2009 en sus tres líneas de producción, con cero no conformidades, donde los auditores resaltaron la excelente y notable gestión de mantenimiento que se lleva hoy en día en esta empresa.



Conclusiones

- Como elemento fundamental para el logro de los objetivos de este proyecto fue el reconocimiento por parte de los actores principales es decir mantenedores, operadores y la gerencia general, de trabajar como un sólo equipo sin individualidades. Potenciándose la cultura del Equipo Natural

de Trabajo como forma única de lograr productos de mayor calidad.

- La identificación de la línea gerencial con el proyecto fue clave para que todo el personal se alineara a los nuevos cambios y productos generados.
- La capacitación del personal durante todas las fases fue un elemento fundamental de motivación del personal y obtención de excelentes resultados.
- La generación de indicadores de gestión claros es clave para efectuar una medición transparente y oportuna del mejoramiento continuo de una gestión en este caso de mantenimiento.
- Creer firmemente en la potencialidad de un conocimiento para la solución de un problema específico, es el primer paso que permitirá avanzar en más de un 50% hacia la solución buscada.
- La aplicación de metodologías de confiabilidad permite el incremento de productividad en empresas del sector industrial tan o de mayor efectividad que en la industria petrolera.

Recomendaciones

- Divulgar la metodología empleada para mejorar la toma de decisiones al momento de seleccionar estrategias de mantenimiento.

Referencias

- (1) Amendola L.; “Modelos Mixtos de Confiabilidad, 2002
- (2) Aranguren J., Bravo J., Medina R., Materán E.; Generación de Planes Óptimos de Inspección para Equipos Estáticos en Instalaciones Petroleras, Congreso ACIEM 2007
- (3) Barrera J.; Backlog – Acumulación de Trabajo, 2004.
- (4) Bravo, J.; Modelo Costo Riesgo para Optimizar la Estrategia de Ejecución de los

Proyectos de Mantenimiento de Equipos Estáticos de Las Estaciones de Flujo en el Lago de Maracaibo. 2002.

- (5) Japan Institute of Plant Maintenance, TPM for every operator (Shop floor Series), 1996.
- (6) LIKERT, R., A technique for measurement attitudes. Archives of Psychology. 1932.
- (7) Raúl R Prando, Manual gestión de mantenimiento a la medida
- (8) Tabares, L.; Administración moderna de mantenimiento.
- (9) Universidad Islas Canarias; Información master de Ingeniería de confiabilidad y riesgo. 2009.
- (10) Zambrano R. Sony A. Leal, Sandra L. Proceso de Implantación de las Nuevas Tendencias de Mantenimiento en procesos productivos.

1. Nombre de los autores:

- José Gregorio Aranguren Rivero
- Robinson José Medina Núñez
- Javier Enrique Bravo Sánchez
- Jean Manuel Fuenmayor Ortega

2. Teléfonos:

- (58) 261-7971925, 414-6706432 – 414-6595050 – 412-5292071

3. Dirección de los autores:

- a. Residencia: Urbanización Buena Vista, Av. Principal con Calle 1, Edif. Buena Vista Apto. C-6, Cabimas CP 4013, Estado Zulia - Venezuela
- b. Oficina: Integrity Assessment Services Av. 8A, entre Av. 5 de Julio y Dr. Portillo No. 77-29 local No. 3, Maracaibo, Estado Zulia - Venezuela
- c. E-mail: jose.aranguren@iasca.net
javier.bravo@iasca.net
jean.fuenmayor@iasca.net
robinson.medina@iasca.net