

**ELABORACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
BASADO EN CONFIABILIDAD PARA LA PRODUCTORA DE
CONCRETO HORMIGON COLOMBIA S.A.**

CARLOS ANTONIO VALENCIA QUINTERO

VICTOR HUGO MORERA ARDILA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCULEA DE INGENIERIA MECANICA
BUCARAMANGA**

2013

**ELABORACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
BASADO EN CONFIABILIDAD PARA LA PRODUCTORA DE
CONCRETO HORMIGON COLOMBIA S.A.**

CARLOS ANTONIO VALENCIA QUINTERO

VICTOR HUGO MORERA ARDILA

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

Director

CARLOS BORRAS PINILLA

Ingeniero Mecánico

***PhD.* Ingeniería Mecánica**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCULEA DE INGENIERIA MECANICA
BUCARAMANGA**

2013

Gracias a Dios por permitir realizar mis estudios de pregrado, y por darme la gran oportunidad de pertenecer a una familia de gran corazón donde me apoyaron en todo momento.

A mis queridos padres Victor Hugo Morera Jaramillo y Gladys Ardila Téllez quienes me apoyaron y depositaron la confianza que necesite en todo el transcurso de la carrera.

A mi querido hermano Henry Hernando Morera Ardila quien me apoyo incondicionalmente en aquellos momentos difíciles.

A todos mis familiares quienes me apoyaron en la realización de este gran logro

A mis compañeros de estudio, con quienes se pasaron momentos agradables.

Victor Hugo Morera Ardila

*A Dios por brindarme la fortaleza y sabiduría para afrontar los retos
impuestos en mi vida.*

*A Dioselina Quintero Caballero y Antonio M. Valencia Jaimes, mis
amados padres quienes siempre estuvieron alentándome y apoyándome en
este camino.*

A mis hermanos quienes fueron guías y apoyo en dificultades.

*A mis queridos amigos de la universidad y a todas las personas importantes
en mi vida, con quienes compartí momentos agradables e inolvidables
durante mi formación como profesional.*

A todos. Realmente gracias...

Carlos Antonio Valencia Quintero

AGRADECIMIENTOS

A Carlos Borrás Pinilla director del proyecto, por su orientación y respaldo en la elaboración de este trabajo de grado

A los trabajadores de la planta Hormigón Colombia S.A por el apoyo y colaboración prestada.

A Juliano Carlier Gerente de Hormigón Colombia S.A por brindarnos la oportunidad de desarrollar el proyecto y por la confianza depositada.

A todos los involucrados en la realización de este proyecto y que de alguna forma contribuyeron en el desarrollo de este logro.

CONTENIDO

INTRODUCCION	22
1.GENERALIDADES DE HORMIGON COLOMBIA S.A.....	23
1.1 MISIÓN.....	23
1.2 VISIÓN	24
1.3 VALORES.....	24
1.4 POLÍTICAS DE CALIDAD	25
1.5 OBJETIVOS DE CALIDAD	25
1.6 UBICACIÓN.....	26
1.7 ORGANIGRAMA HORMIGÓN COLOMBIA S.A.....	28
1.8 PRODUCTOS FABRICADOS.....	29
1.8.1 Concreto	29
1.8.2 Mortero	34
1.8.3 Pavicretos.....	35
1.9 SERVICIOS	36
1.9.1 Transporte del producto	36
1.9.2 Bombeo de concreto	36
1.9.3 Asesoría y acompañamiento técnico.....	36
1.10 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	37
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	40
2.1 OBJETIVOS	41

2.1.1	Objetivo general	41
2.1.2	Objetivos específicos.....	42
2.2	JUSTIFICACION.....	43
3.	MARCO TEORICO	45
3.1	MANTENIMIENTO.....	45
3.2	TIPOS DE MANTENIMIENTO	45
3.3	MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	46
3.4	MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD (RCM).....	47
3.4.1	Funciones y niveles de desempeño.	49
3.4.2	Fallas funcionales.....	51
3.4.3	Modos de fallas.	52
3.4.4	Efectos de las fallas.....	52
3.4.5	Consecuencias de las fallas.	53
3.4.6	Tareas proactivas	55
3.4.7	Tareas de restauración y de descarte programadas.	58
3.5	ANALISIS DE CRITICIDAD	60
3.5.1	Métodos de factores ponderados basados en el concepto de riesgo de los equipos.	60
3.6	INDICADORES DE GESTION DEL MANTENIMIENTO	62
3.6.1	INDICADORES DE EFECTIVIDAD	62
3.7	SISTEMAS DE INFORMACIÓN	65
4	ESTADO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN HORMIGON COLOMBIA S.A.	67
4.1	MANTENIMIENTO QUE SE REALIZA	67
4.2	PERSONAL DE MANTENIMIENTO	68

4.3 INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS.....	68
4.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN.....	69
4.5 COSTOS DEL MANTENIMIENTO.....	69
5 DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	70
5.1 INVENTARIO Y CODIFICACION DE LOS ACTIVOS.....	70
5.1.1 Inventario de los activos	70
5.1.2 Codificación de los equipos.....	73
5.2 ANALISIS DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS.....	78
5.2.1 Ejecución del análisis de criticidad	78
5.2.2 Resultados del análisis de criticidad.....	82
5.3 CREACIÓN DE LAS FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS	85
5.4 RUTINAS DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS.....	87
6 MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD (RCMII) PARA LA MEZCLADORA Y DOSIFICADORA DE CONCRETO.....	89
6.1 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MEZCLADORA Y DOSIFICADORA	89
6.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS SUBSISTEMAS Y COMPONENTES DEL EQUIPO.....	92
6.2.1 Subsistema hidráulico	92
6.2.2 Subsistema neumático	93
6.2.3 Subsistema de transporte de cemento y agregados	94
6.2.4 Subsistema de almacenamiento de cemento y agregados	94
6.2.5 Subsistema eléctrico y de control.....	95

6.3 IMPLEMENTACIÓN DEL RCM PARA LA MEZCLADORA Y DOSIFICADORA DE CONCRETO	95
6.3.1 Determinación de las funciones del equipo	96
6.3.2 Determinación de los fallos funcionales	97
6.3.3 Determinación de los modos de fallo.....	98
6.3.4 Determinación de los efectos de falla.....	98
6.4 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL RCM.....	99
6.5 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MEZCLADORA Y DOSIFICADORA A PARTIR DEL ANÁLISIS RCM.....	107
7 SISTEMA DE INFORMACION.....	109
7.1 OBJETIVOS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	109
7.2 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE INFORMACION PARA EL MANTENIMIENTO.....	110
7.2.1 Administración del equipo	110
7.2.2 Órdenes de trabajo.....	111
7.2.3 Administración de las especialidades de mantenimiento	112
7.2.4 Abastecimiento y control de materiales	113
7.2.5 Informes de desempeño	113
7.2.6 Generar indicadores de desempeño.	114
7.3 MODULOS DEL SISTEMA DE INFORMACION.....	115
7.3.1 Equipos	115
7.3.2 Mantenimiento.....	117
7.4.3 Almacén	117
7.4.4 Talento humano	118

7.4.5 Informes	119
CONCLUSIONES	120
RECOMENDACIONES	122
BIBLIOGRAFIA	123

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Logo Hormigón Colombia	23
Figura 2. Infraestructura de Hormigón Colombia	27
Figura 3. Mapa ubicación principal	27
Figura 4. Organigrama Hormigón Colombia	28
Figura 5. Agregados	29
Figura 6. Concreto	30
Figura 7. Concreto Autonivelante o Tremie	31
Figura 8. Concreto impermeabilizado	32
Figura 9. Concreto plastificado o fluido	33
Figura 10. Acelerado	33
Figura 11. Concreto retardado	34
Figura 12. Morteros	35
Figura 13. Pavicrete	35
Figura 14. Diagrama del proceso	39
Figura 15. La tradicional visión de las fallas	56
Figura 16. Patrones de falla	57
Figura 17. Confiabilidad	63
Figura 18. Mantenibilidad	64
Figura 19. Codificación de equipos	74
Figura 20. Criticidad de los equipos Hormigón Colombia	82

Figura 21. Ficha técnica de bomba estacionaria.....	86
Figura 22. Almacenamiento de agregados y cemento.....	90
Figura 23. Báscula de agregados y cemento.....	90
Figura 24. Sistema de transporte de agregados y cemento	91
Figura 25. Tanque de almacenamiento y bomba de alimentación.....	92
Figura 26. Diagrama de decisiones RCM	104
Figura 27. Ficha técnica del equipo en el sistema de información.....	116
Figura 28. Formato creación de orden de trabajo en el sistema de información .	117
Figura 29. Lista de elementos en el almacén en el sistema de información	118
Figura 30. Formato información del personal en el sistema de información	118
Figura 31. Indicadores de mto y costos de mto en el sistema de información	119

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Inventario general equipos de oficina	71
Tabla 2. Inventario general equipos de área de producción	72
Tabla 3. Inventario general equipos del parque automotor	72
Tabla 4. Códigos establecidos Hormigón Colombia S.A.....	76
Tabla 5. Codificación de equipos de Hormigón Colombia S.A.....	77
Tabla 6 Encuesta nivel de criticidad.....	80
Tabla 7. Resultados nivel de criticidad de los equipos Hormigón Colombia S.A ...	81
Tabla 8. Resultados análisis de criticidad	84
Tabla 9. Rutina de mantenimiento preventivo de bomba estacionaria SP-750.....	88
Tabla 10. Hoja de información, función 3, fallas funcional. RCM mezcladora y dosificadora.....	97
Tabla 11. Hoja de información, fallas funcionales y modo de fallas. de la función 3. RCM mezcladora y dosificadora	98
Tabla 12. Hoja de información, Modos de Fallo y Efectos de fallas de la función 3 RCM Mezcladora y Dosificadora.....	99
Tabla 13. Hoja de información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 1.falla funcional A .RCM mezcladora y dosificador	100
Tabla 14. Hoja de Información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 1, falla funcional B.RCM mezcladora y dosificadora.....	101
Tabla 15. Hoja de Información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 2. RCM mezcladora y dosificadora.	102

Tabla 16. Hoja de Información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 3. RCM mezcladora y dosificadora. 102

Tabla 17. Hoja de Información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 4. RCM mezcladora y dosificadora. 103

Tabla 18. Hoja de decisiones de la mezcladora y dosificadora de concreto. Parte 1. 105

Tabla 19. Hoja de decisiones de la mezcladora y dosificadora de concreto. Parte 2 106

Tabla 20. Plan de mantenimiento para la mezcladora y dosificadora de concreto 108

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A.....	125
ANEXO B.....	163
ANEXO C	164
ANEXO D	167

RESUMEN

TÍTULO: ELABORACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO CONFIABILIDAD PARA LA PRODUCTORA DE CONCRETO HORMIGON COLOMBIA S.A.¹

AUTORES:

Victor Hugo Morera Ardila
Carlos Antonio Valencia Quintero²

PALABRAS CLAVES:

Sistema de información, Mantenimiento preventivo basado en confiabilidad

DESCRIPCION

El presente trabajo de grado representa la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo basado en confiabilidad para los equipos críticos de la empresa Hormigón Colombia S.A. con el objetivo de garantizar la disponibilidad de los equipos que hacen parte de la generación del concreto y disminuir los costos de mantenimiento.

Se realizó primero un diagnóstico del mantenimiento que se ejecutaba en la empresa Hormigón Colombia S.A. donde se observa la deficiencia y es por tal razón que se decide realizar este proyecto de grado. En primer lugar se generó un inventario de los activos que hacen parte de la empresa, seguido se aplicó un análisis de criticidad por medio del método de factores ponderados basados en el concepto de riesgo, entregando 1 equipo crítico al cual se le desarrollo en mantenimiento preventivo basado en confiabilidad, a los demás equipos se le aplico el mantenimiento preventivo a partir de recomendaciones del fabricante y experiencia de los operarios.

Posteriormente se realizó un sistema de información para la administración del plan de mantenimiento de tal forma que se controle y así contribuir al crecimiento de Hormigón Colombia S.A.

¹ Trabajo de Grado

² Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, PhD. Carlos Borrás Pinilla

SUMMARY

LITTLE: ELABORATION OF A PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN BASED ON RELIABILITY FOR CONCRETE PRODUCTION IN HORMIGON DE COLOMBIA'S COMPANY³

AUTHOR:

Victor Hugo Morera Ardila

Carlos Antonio Valencia Quintero⁴

KEY WORDS:

Information system, preventive maintenance based on reliability

DESCRIPTION:

The following degree work shows the elaboration of a preventive maintenance plan based on reliability for critic equipment's in Hormigon de Colombia's Company in order to assure the disponibility of the equipment related to the concrete elaboration. Firstly, maintenance diagnostic was made which results in a corrective maintenance. Due to this situation, the degree work was realized.

Following this, assets inventory of the concrete realization was made and based on this information, a criticity study was executed using the weighted factor method. This method is based on the given risk concept of a critic equipment which a preventive maintenance plan based on reliability was made. The other equipments were treated with preventive maintenance program.

Finally, an information system which allows to perform the maintenance plan correctly was deployed. This information system promotes the growth of Hormigon de Colombia's Company.

³ Trabajo de grado

⁴ Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, PhD. Carlos Borrás Pinilla

INTRODUCCION

La infraestructura en Colombia los últimos años ha tenido un progreso notable gracias a sus grandes megaproyectos ejecutados en la última década, es por tal razón que las empresas comercializadoras de concreto se ven en la necesidad de estar al día con las normas exigidas por los organismos internacionales que regulan la calidad y por el alto grado de competitividad que se tiene en el sector.

Hormigón Colombia S.A es un empresa comercializadora de concreto que fue fundada en el años 2006 y actualmente es una de las empresas líderes en el mercado en Bucaramanga, es por tal razón que siempre se está en mejoramiento continuo para cumplir los estrictos requerimientos de los clientes. Para contribuir con el crecimiento de la empresa se ve la necesidad de la realización de un plan de mantenimiento preventivo (RCM) ejecutado en un sistema de información y así ayudar mantener los altos índices de producción sin tener paradas inesperadas y siempre estar en óptimas condiciones y así cumplir con los altos estándares de calidad.

1. GENERALIDADES DE HORMIGON COLOMBIA S.A.

Hormigón Colombia es un proyecto empresarial nacido en el año 2006 en la ciudad de Bucaramanga que comercializa morteros, concretos y pavicretos, con el fin de aportar al continuo desarrollo de la infraestructura de la ciudad. Atendiendo las necesidades constructivas de las ciudades de Bucaramanga, Barrancabermeja, San Gil y Barranquilla y, muy pronto de otras ciudades de Colombia a las que llegará con toda su infraestructura operativa. Esta gran familia se consolida cada vez más gracias a su gestión visionaria.



Figura 1. Logo Hormigón Colombia

1.1 MISIÓN

“HORMIGÓN COLOMBIA S.A.” tiene como principal objetivo la producción y comercialización de concretos, morteros y pavicretos, que cumplen con los estándares de calidad, dentro de un ambiente de trabajo que genera impacto positivo en cada uno de los colaboradores, socios y clientes.

1.2 VISIÓN

“HORMIGÓN COLOMBIA S.A.” será en el año 2015 una empresa líder en el sector de la construcción a nivel nacional, en el suministro de concretos, pavicretos y morteros, asegurando así el crecimiento económico de la misma, el desarrollo de su talento humano, la satisfacción de sus socios y generando empleo con el fin de mejorar las condiciones de vida de la región y la gente.

1.3 VALORES

En “HORMIGÓN COLOMBIA S.A.” nos caracterizamos por poseer valores que garantizan que logremos el cumplimiento de los objetivos de la organización.

- Integridad: Trabajamos de manera responsable, respetuosa y honesta.
- Trabajo en equipo: Somos un equipo humano que actúa de manera integral para alcanzar los objetivos de la empresa.
- Lealtad: Estamos comprometidos con nuestra cultura y con nuestros clientes.
- Compromiso: Asumimos nuestras labores con empeño, interés y dinámica de acción generando confiabilidad.

1.4 POLÍTICAS DE CALIDAD

- Ingeniero asignado a calidad del producto.
- Toma de Muestra de cada Despacho realizado.
- Pruebas de Resistencia realizadas por laboratorios de la Universidad industrial de Santander y laboratorio de Andina Ingeniería, en Bucaramanga; en Barrancabermeja con SECOIN Ltda. y Suelos, Pavimentos y Concretos; garantizando así la confiabilidad de los resultados.
- Ensayos de calidad a los agregados.
- Entrega oportuna de los resultados de los ensayos a nuestros clientes.
- Seguimiento a cada uno de los despachos realizados por nuestra planta.
- Cumplimiento de las normas técnicas colombianas de concreto.
- Entrega oportuna del producto.
- Aseguramiento de la calidad del producto.
- Personal comprometido y competente.

1.5 OBJETIVOS DE CALIDAD

Los objetivos de la Calidad establecidos en **HORMIGÓN COLOMBIA S.A.** son:

- Satisfacer las necesidades del cliente a través del cumplimiento de las normas
- Técnicas colombianas del concreto.
- Asegurar el cumplimiento de la programación de entrega de los despachos.
- Suministrar información clara y eficaz a todos nuestros clientes.
- Garantizar una infraestructura adecuada para la operación de la empresa.

- Establecer el nivel de desempeño del personal a fin de garantizar su competencia y compromiso.
- Mejorar la eficacia de los procesos del sistema de gestión de la calidad de HORMIGÓN COLOMBIA.S.A
- Asegurar el crecimiento empresarial y el posicionamiento de la empresa en el mercado.

1.6 UBICACIÓN

La ubicación de HORMIGÓN COLOMBIA S.A asegura un abastecimiento oportuno al mercado de la ciudad y su área metropolitana.

Floridablanca:

Oficina Administrativa: Calle 56 N°37-47, Cañaveral.

Planta: Km 10 vía la costa parque industrial 2

Nuestra ubicación permite una comunicación rápida con los municipios de Girón y Floridablanca, garantizando así distancias cortas en el área metropolitana, ya que se encuentra a tan sólo 20 km del centro de la ciudad de Bucaramanga, a 25 km de Floridablanca y a 15 km de Girón, entre otros municipios vecinos.



Figura 2. Infraestructura de Hormigón Colombia

Mapa ubicación principal



Figura 3. Mapa ubicación principal

1.7 ORGANIGRAMA HORMIGÓN COLOMBIA S.A.

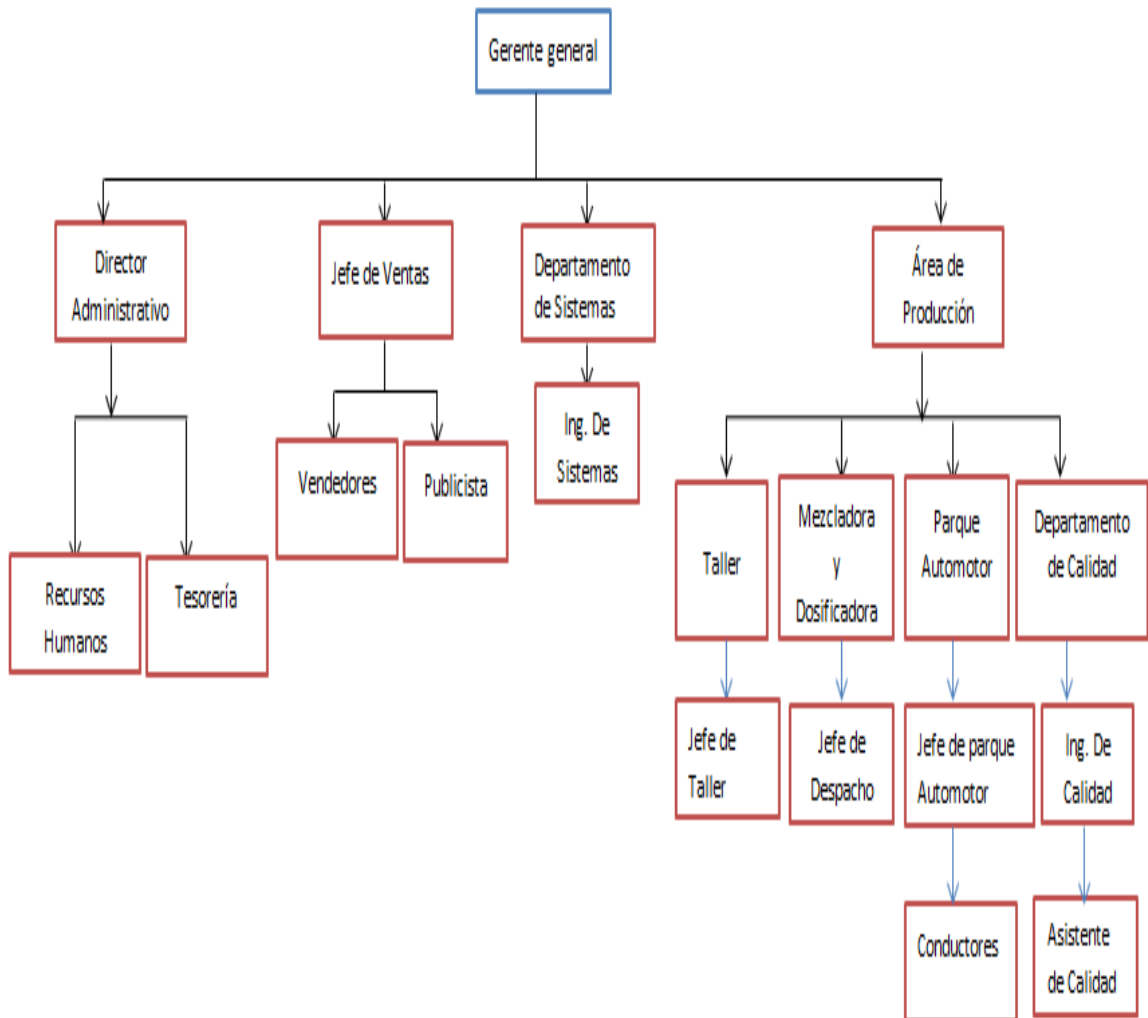


Figura 4. Organigrama Hormigón Colombia

1.8 PRODUCTOS FABRICADOS

1.8.1 Concreto

También denominado *hormigón*, es el material resultante de la mezcla de cemento, agregados (arena y gravilla o piedra triturada), aire y agua, al cual, de acuerdo a los requerimientos de nuestros clientes se le incorporan aditivos que le proporcionan diferentes características y generan distintos tipos de concretos.



Figura 5. Agregados

En Hormigón Colombia S.A. son especialistas en producir y comercializar bajo pedido concretos premezclados dentro de los cuales, encontramos los siguientes tipos:

- Concreto Normal
- Concreto Autonivelante o Tremie
- Concreto impermeabilizado
- Concreto plastificado o fluido
- Concreto acelerado
- Concreto retardado

Concreto normal



Figura 6. Concreto

Se usa frecuentemente en estructuras comunes que no requieran características especiales de transporte, manejo o colocación, por ejemplo:

- Placas macizas.
- Cimentaciones.
- Andenes.
- Vigas.
- Columnas.
- Muros de contención.

Concreto Autonivelante o Tremie

Concreto dosificado en planta y mezclado en la misma especialmente diseñado con una consistencia fluida y cohesión sin necesidad de vibrador.

Es especialmente empleado donde la compactación del concreto sea difícil o donde se utilicen aceros de refuerzos de acero, por ejemplo:

- Cimentaciones profundas.
- Pantallas.



Figura 7. Concreto Autonivelante o Tremie

Concreto impermeabilizado

Concreto que permite reducir la penetración de agua gracias a su característica de diseño de baja permeabilidad.

Se usa frecuentemente en ampliamente utilizado en estructuras expuestas al agua:

- Tanques.
- Vigas/canales.
- Cubiertas.



Figura 8. Concreto impermeabilizado

Concreto plastificado o fluido

Concreto diseñado con una consistencia plástica y fluida para facilitar su manejabilidad y colocación.

Se usa frecuentemente en edificaciones de concreto de poco volumen, con alta densidad de aceros de refuerzo u obstrucciones de tubería:

- Viga.
- Columna.
- Muro.



Figura 9. Concreto plastificado o fluido

Concreto acelerado

Concreto diseñado para lograr un fraguado y desencofre más rápido que con el proceso normal.

Se usa frecuentemente en sistemas constructivos que requieran mayor utilización de formaletas, acabados y desencofre rápidos.



Figura 10. Acelerado

Concreto retardado

Concreto diseñado para lograr mayor manejabilidad debido al fraguado y desencofre más lento que con el proceso normal.

Se usa frecuentemente en sistemas constructivos sometidos a altas temperaturas y que requieran largos tiempos de manejabilidad del producto.



Figura 11. Concreto retardado

1.8.2 Mortero

Es la mezcla de cemento, arena y aditivos. Se adaptan a cualquier superficie, volumen y forma. Enfocados especialmente a trabajos de albañilería común.



Figura 12. Morteros

1.8.3 Pavicretos

Es el nombre genérico utilizado para referirse a concretos premezclados para pavimentos y vías. Su diseño permite un comportamiento rígido a los esfuerzos de flexión a los que están sometidos.

Se usa frecuentemente en obras de viabilidad, carreteras, calles, estacionamientos, pistas de aterrizaje.



Figura 13. Pavicreto

1.9 SERVICIOS

1.9.1 Transporte del producto

Poseemos equipos Mixer con capacidad de transportar hasta 7,5 m³.

1.9.2 Bombeo de concreto

Les ofrecemos a nuestros clientes bombas estacionarias *SCHWING SP 1000* y *PUTZMEISTER* para facilitar la puesta en obra, logrando mayor rapidez y comodidad.

1.9.3 Asesoría y acompañamiento técnico

Nuestro personal altamente calificado está a su servicio para orientarlo en sus necesidades, garantizándole la mejor opción para su proceso constructivo. Además le aseguramos la calidad de Nuestros Productos mediante pruebas que emplean tecnología de punta y el análisis técnico especializado cuando usted lo requiera.

1.10 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de fabricación del concreto consiste en una mezcla de productos naturales los cuales se encuentran la arena, cemento, agregados y agua.

Los elementos son almacenados y clasificados rigurosamente para tener la mejor calidad del producto los cuales se sitúan en lugares apropiados para tener un fácil acceso a ellos en el momento de ser utilizados.

En el instante de realizar el proceso los materiales son transportados a la estructura donde se ejecuta la creación del producto situándolos en tolvas diferentes para evitar la mezcla de ellos para no tener problemas al momento de dar las proporciones adecuadas para el producto que solicito el cliente. Seguido se dispone a realizar la programación en la sala de control para proporcionar las cantidades adecuadas al producto con las especificaciones que quiere el cliente, para proporcionar un producto de buena calidad.

Las proporciones adecuadas de los materiales se miden por medio sensores de peso situados en las tolvas de los diferentes materiales para después depositarse a una tolva principal que es donde se realiza la mezcla de la arena, cemento y agregados con sus volúmenes correspondientes para el producto, en este momento la mezcla es descargada a una banda transportadora que la traslada al camión giratorio (MIXER) donde se le aplica el agua adecuada, el camión giratorio se encarga de revolver la mezcla adecuadamente para evitar que se solidifique prematuramente y así tenerlo en óptimas condiciones el producto.

La mezcla es transportada en el camión giratorio(MIXER) hasta el lugar que el cliente desee el producto, en el traslado el producto se revuelve a velocidad mínima de rotación para evitar que se pegue en las paredes del tambor, en el momento de llegar al destino antes de descargar el producto se observa que este en la condiciones óptimas, en presencia del cliente se toman una serie de

muestras para realizarle la prueba de resistencia a compresión, estas muestras se toman y se forman en cilindros de diámetro de 16 cm y largo de 30 cm los cuales se dejan al cliente, estas muestras son introducidas después que se solidifiquen en agua por 28 días que es el tiempo determinado para las pruebas y observar las propiedades del cilindro , los resultados son enviados al cliente para demostrarle de la calidad del producto y que si sea el material que el adquirió.

DIAGRAMA DEL PROCESO

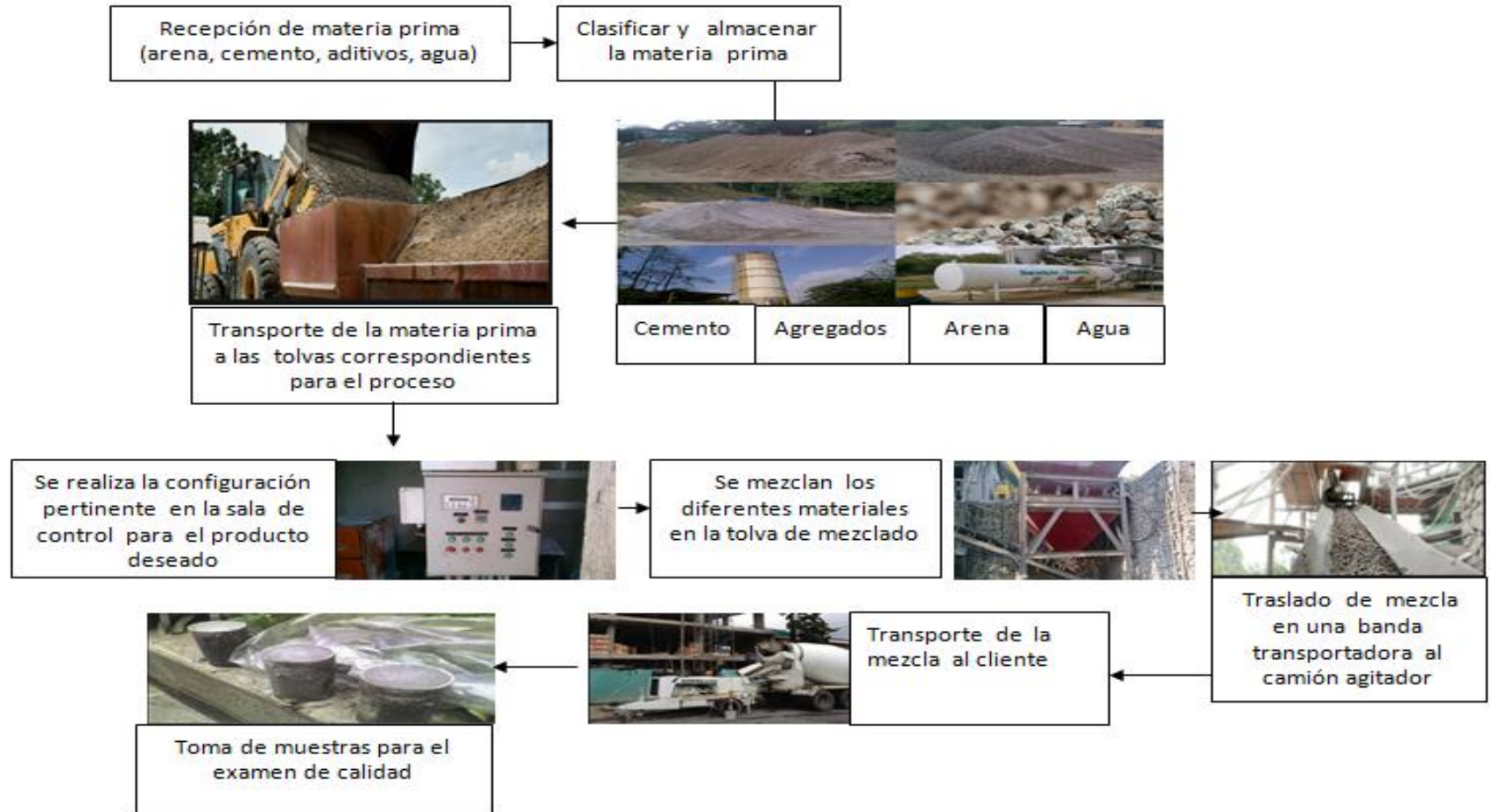


Figura 14. Diagrama del proceso

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La planta dosificadora y mezcladora de Hormigón Colombia S.A, encargada del proceso para la fabricación del hormigón se compone de varios sistemas que se integran para lograr la automatización del proceso, llegando a estándares altos en calidad, para los diferentes tipos de concreto y en las cantidades requeridas por pedido.

Las condiciones de operación de la planta debido a la materia prima utilizada en el proceso tales como arena, piedra, cemento y otros agregados, conllevan al deterioro apresurado y continuo de la infraestructura, además de los elementos constitutivos de la planta.

Este deterioro sin una adecuada atención, encamina a la reducción de la productividad al igual que la calidad del producto, debido a la mala operación de los sistemas que propician errores dentro del proceso tales como incorrectas proporciones de los agregados en la composición específica del concreto y en algunas ocasiones paradas inesperadas generadas por la falla de algún elemento de vital importancia dentro del proceso. Estos inconvenientes dentro de la empresa se ven reflejados en incumplimientos en entrega de pedidos, lo cual disminuye la confiabilidad del cliente en la empresa, elevados gastos en costos de mantenimiento estrictamente correctivo y además pérdidas económicas por las detenciones inesperadas que se reflejan en las ganancias.

Además el descuido por falta de un mantenimiento regular en los sistemas y componentes de cada uno de ellos, ocasiona que la planta a medida del tiempo se sumerja en el deterioro, incrementando anualmente el costo total en mantenimiento de los sistemas y sus elementos, no es suficiente sustituir o reparar lo que se daña porque en algunas circunstancias cuando esto sucede la planta

está a plena producción e implica interrumpir forzosamente la operación debido a que el elemento dañado era de vital importancia dentro del proceso, por ser un imprevisto tarda en ser solucionado, dando una baja eficiencia en la atención del problema, causado por el factor sorpresa a falta de planificación y organización. El tiempo con el que se supere la falla va relacionado con la magnitud del problema que se presente y en Hormigón Colombia S.A, una empresa con un enfoque al crecimiento tales situaciones han sido tomadas como una debilidad y amenaza dentro de la industria productora de hormigón para llegar a ser competitivos y productivos, lo que orienta a crear estrategias para evitar en el futuro escenarios que atenten con el proceso continuo de la planta y con el crecimiento de la empresa.

Una estrategia que se ha tomado en cuenta para atacar los problemas que se presentan en la producción y la planta específicamente, es la creación e implementación de un plan maestro de mantenimiento, el cual se basa en un mantenimiento preventivo que optimice el tiempo de vida de los elementos constitutivos de la planta pero sin llegar a que falle, evitando repentinas detenciones en la planta para realizar el respectivo correctivo y así aumentar la productividad en la empresa.

2.1 OBJETIVOS

2.1.1 Objetivo general

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo basado en confiabilidad para la productora de concreto HORMIGON COLOMBIA S.A.

2.1.2 Objetivos específicos

- Elaborar un inventario general de los equipos que contiene la planta procesadora de concreto hormigón Colombia S.A.
- Realizar un análisis de criticidad a partir del método de factores ponderados basados en el concepto de riesgo a los equipos obtenidos del inventario general de Hormigón Colombia S.A.
- Crear la ficha técnica a cada uno de los equipos críticos, mediante el levantamiento de información disponible en la planta y proveedores.
- Implementar la metodología del Mantenimiento Centrado en Fiabilidad (RCM) a los equipos críticos obtenidos en el análisis de criticidad a partir del levantamiento de información en la planta.
- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo a los equipos a partir de tareas de mantenimiento recomendadas por el fabricante o por la experiencia de los operarios que suministre la siguiente información:
 - ✓ Ficha técnica de los equipos
 - ✓ Ordenes de trabajos
 - ✓ Información del personal
 - ✓ Inventario de stocks
 - ✓ Historial del equipo

- Generar un sistema básico de información en lenguaje de programación PHP y MYSQL como motor de base de datos a partir de la información recopilada en el plan de mantenimiento preventivo el cual almacena y suministra los siguientes datos:
 - ✓ Ficha técnica de los equipos
 - ✓ Ordenes de trabajos
 - ✓ Información del personal
 - ✓ Inventario de stocks
 - ✓ Historial del equipo

2.2 JUSTIFICACION

Abordando la problemática y cada uno de los factores que se ven involucrados dentro de la empresa Hormigón Colombia S.A. en cuanto al mantenimiento y operación de la planta para llegar a unos estándares de productividad y competitividad dentro del mercado del concreto, nace la idea de diseñar e implementar un plan de Mantenimiento preventivo basado en confiabilidad a los equipos de vital importancia dentro del proceso, garantizando la operación con un mínimo de costos y riesgos, aumentando la confiabilidad en el proceso.

Debido a que se llevara un mantenimiento periódico y programado en la planta a partir de rutinas de mantenimiento, se diseñara un software básico de información que dará alertas por medio de mensajes al encargado del mantenimiento sobre las tareas que se deben ejecutar, la producción continua será un común denominador sin paradas inesperadas por el fallo de algún componente mejorando

así la productividad de la planta y generando confianza en la entrega de pedidos a lo hora y fecha concordadas con el cliente.

Económicamente se estima que con una buena implementación del plan de mantenimiento, los gastos disminuyan gradualmente, debido a la eliminación del mantenimiento correctivo que generalmente es el más costoso, a su vez brindara una organización financiera en gastos de mantenimiento porque se podrá crear un presupuesto anual debido a repuestos y mano de obra programados evitando malestares económicos por gastos de imprevisto.

La filosofía que brinda un plan de mantenimiento encamina a la empresa a crecer gradualmente, lo que hace competitiva a Hormigón Colombia S.A. dentro del mercado de concreto de una forma en la que el aprovechamiento de los recursos se hace al máximo.

3. MARCO TEORICO

3.1 MANTENIMIENTO

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas. Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa. Los objetivos del Mantenimiento son:

- Maximizar la disponibilidad de la maquinaria y equipo necesario para la actividad productiva.
- Preservar o conservar el “valor” de la planta y de su equipo, minimizando el desgaste y el deterioro.
- Cumplir estas metas, tan económicamente como sea posible.

3.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Existen varios tipos de mantenimiento, los cuales se diferencian por la filosofía la cual los define y el momento de tomar acciones y decisiones en la organización basadas en un marco económico, productivo, confiable etc. Entre los tipos de mantenimiento a destacar tenemos:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento progresivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento productivo

3.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO⁵

El mantenimiento preventivo es la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos con el fin de detectar condiciones y estados inadecuados de esos elementos que puedan ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento adecuado de la planta para evitar tales condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están en estado inicial de desarrollo.

El objetivo del mantenimiento preventivo es aumentar al máximo la disponibilidad y confiabilidad del equipo llevando a cabo un mantenimiento planeado, basado en las inspecciones planificadas y programadas de los posibles puntos a falla.

Una buena organización de mantenimiento que aplica el sistema preventivo

Obtiene los siguientes beneficios:

⁵ WILKIPEDIA Clases de Mantenimiento. Es.wilkipedi.org/wilki/clases_mantenimiento

- Seguridad.
- Vida útil.
- Costo de reparaciones.
- Inventarios.
- Carga de trabajo.

Pasos para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo.

- Administración del plan
- Inventario de las instalaciones.
- Identificación del equipo.
- Registro de las instalaciones.
- Programa específico de mantenimiento.
- Especificaciones del trabajo.
- Programa de mantenimiento.
- Control del programa.

3.4 MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD (RCM)⁶

Mantenimiento Centrado en Fiabilidad/Confiabilidad (RCM) es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento en una planta industrial y que presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas. Inicialmente fue desarrollada para el sector de aviación, donde los altos costes

⁶Moubray, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. 2^{da}Edición. Industrial Press Inc. Capítulo 1.

derivados de la sustitución sistemática de piezas amenazaban la rentabilidad de las compañías aéreas.

(RCM), ha sido desarrollado para la industria de la aviación civil hace más de 30 años. El proceso permite determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas para cualquier activo físico. El RCM ha sido utilizado en miles de empresas de todo el mundo para determinar las tareas de mantenimiento de sus equipos. La norma SAE JA1011 O SAE JA1012 especifica los requerimientos que debe cumplir un proceso para poder ser denominado un proceso RCM.

El objetivo fundamental de la implantación de un Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM en una planta industrial es aumentar la disponibilidad y disminuir costes de mantenimiento. El análisis de una planta industrial según esta metodología aporta una serie de resultados:

Mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos y sistemas

Analiza todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrolla mecanismos que tratan de evitarlos, ya sean producidos por causas intrínsecas al propio equipo o por actos personales.

Determina una serie de acciones que permiten garantizar una alta disponibilidad de la planta.

Las acciones de tipo preventivo que evitan fallos y que por tanto incrementan la disponibilidad de la planta son de varios tipos:

- Tareas de mantenimiento, que agrupadas forman el Plan de Mantenimiento de una planta industrial o una instalación
- Procedimientos operativos, tanto de Producción como de Mantenimiento
- Modificaciones o mejoras posibles
- Definición de una serie de acciones formativas realmente útiles y rentables para la empresa

- Determinación del stock de repuesto que es deseable que permanezca en Planta.

Mantenimiento Centrado en Fiabilidad/Confiabilidad (RCM) se basa en el análisis de fallos, tanto aquellos que ya han ocurrido, como los que se están tratando de evitar con determinadas acciones preventivas como por último aquellos que tienen cierta probabilidad de ocurrir y pueden tener consecuencias graves. Durante ese análisis de fallos debemos contestar a siete preguntas claves:

1. ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?
2. ¿Cuáles son los estados de falla (fallas funcionales) asociados con estas funciones?
3. ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?
4. ¿Cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?
5. ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
7. ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva adecuada?

3.4.1 Funciones y niveles de desempeño.

Antes de que sea posible aplicar un proceso, utilizado para determinar qué debe hacerse para asegurar que todo bien físico continúe cumpliendo con su desempeño, del modo en que sus usuarios esperan dentro de su contexto operativo presente, necesitamos hacer dos cosas:

Determinar cuál es la función que los usuarios quieren que cumpla.

Asegurar que el bien es capaz de comenzar con lo que los usuarios esperan.

Es por esto que el primer paso del RCM es definir las funciones de cada bien en su contexto operativo, como así también los estándares de desempeño deseados. Las funciones que los usuarios pretenden que sus bienes desempeñen pueden dividirse en dos categorías:

Funciones primarias que sintetizan porque el bien fue adquirido en primer lugar. Esta categoría de funciones cubren temas tales como velocidad, rendimiento, capacidad de transportación o almacenamiento, calidad del producto y servicio al cliente.

Funciones secundarias, que indican que se espera que todo bien produzca más que simplemente su función primaria. Los usuarios también tienen expectativas en áreas como la seguridad, control, contención, confort, integridad estructural, economía, protección, eficiencia de operación, cumplimiento con las normas medioambientales, y hasta la estética o apariencia del bien.

Los usuarios de estos bienes se encuentran en la posición más óptima para saber exactamente como aporta cada bien al bienestar físico y financiero de la organización como un todo, de modo que es esencial que estén involucrados con el proceso de RCM desde un principio.

Si se realiza apropiadamente, este paso generalmente absorbe casi un tercio del tiempo necesario para un análisis de RCM completo. También implica que el personal llevando a cabo este análisis aprenda una cantidad considerable, que puede hasta ser atemorizante sobre cómo los equipos trabajan verdaderamente.

3.4.2 Fallas funcionales.

Los objetivos de mantenimiento son determinados por las funciones y respectivas expectativas de desempeño del bien bajo consideración. Pero ¿cómo se alcanzan estos objetivos?

El único suceso que puede hacer que un bien deje de funcionar al nivel requerido es algún tipo de falla. Esto sugiere que el departamento mantenimiento alcanza sus objetivos, al adoptar un acercamiento acertado al manejo de las fallas. Sin embargo, antes de que podamos aplicar la conjunción de herramientas apropiadas, necesitamos identificar el tipo de fallas que pueden presentarse.

El proceso de RCM realiza esto en dos niveles:

Primero, identificando qué circunstancias llevaron a un estado fallido

Luego investigando qué situaciones son las causantes de que un bien caiga en ese estado de falla.

En el mundo de RCM, los estados de falla son conocidos como fallas funcionales, porque ocurren cuando un bien es incapaz de cumplir una función a un nivel de desempeño que sea aceptable por el usuario. En adición a la incapacidad total para funcionar, esta definición abarca fallas parciales, donde el bien todavía funciona, pero a nivel inaceptable de desempeño, (incluyendo también los casos donde no se alcanza el nivel de precisión o calidad). Pero éstas solo pueden ser identificadas una vez que las funciones y desempeño estándares hayan sido definidas con claridad.

3.4.3 Modos de fallas.

Como se menciona en los párrafos anteriores, una vez que hemos identificado cada falla funcional, el próximo paso es tratar de identificar todas las posibles causas de este estado de error. Estos eventos se conocen como modos de fallas. Los modos de falla “razonablemente similares” incluyen aquellas fallas que ocurrieron en el mismo equipo o en similares, operando en el mismo contexto, fallas que actualmente están siendo prevenidas por regímenes de mantenimiento ya existentes, y aquellas fallas que no ocurrieron aun, pero que se consideran como posibilidades muy reales en el contexto en cuestión.

Las listas de modos de fallas más tradicionales, incorporan fallas causadas por el deterioro o el uso y desgaste normal. Sin embargo también puede incluir fallas causadas por errores humanos (en parte por operarios y personal de mantenimiento) o por desperfectos de diseño de modo que los posibles causantes de fallas en equipos pueden ser identificados y manejados apropiadamente. Es también de suma importancia identificar la causa en detalle de modo que no se desperdicien tiempo ni esfuerzo en tratar síntomas en lugar de causas. Por otro lado, están bien de suma importancia asegurar que el tiempo no se desperdicie en el análisis mismo, por concentrarse en demasiados detalles.

3.4.4 Efectos de las fallas.

El cuarto paso en el proceso de RCM implica enlistar los efectos de las fallas, que describen lo que sucede cuando se presenta cada modo de falla. Esta descripción

debe incluir toda la información necesaria para respaldar la evaluación de las consecuencias de las fallas, como pueden ser:

Evidencias, (si las hubiera), de que la falla ocurrió

En que manera, (si las hubiera), representa una amenaza para la seguridad del medioambiente.

De que modo, (si los hubiera) afecta la producción u operaciones.

Que debe hacerse para reparar la falla.

3.4.5 Consecuencias de las fallas.

Un análisis detallado de una empresa industrial promedio, tiende a arrojar entre tres y diez mil posibles modos de fallas. Cada una de estas fallas afecta a la organización en alguna escala, pero en cada caso los efectos son diferentes. Pueden afectar la operatividad. También pueden afectar la calidad del producto, servicio al cliente, seguridad del medioambiente. Todas significaran el gasto de tiempo y dinero para repararlas.

Son esas consecuencias las que ejercen la mayor influencia para que tratemos de prevenir cada falla. En otras palabras, si una falla trae consecuencias serias, tenderemos a hacer todo lo posible para tratar de evitarla. Por otro lado, si esta no afecta o afecta en un grado mínimo, entonces quizás decidamos no hacer un mantenimiento de rutina que vaya más allá de la limpieza y lubricación.

Uno de los puntos fuertes de RCM es que este reconoce que las consecuencias de las fallas son mucho más importantes que sus características técnicas, en realidad reconoce que la única razón de hacer cualquier tipo de mantenimiento

proactivo no es para evitar las fallas en sí, sino evitar o al menos reducir las consecuencias que estas traen. El proceso de RCM clasifica estas consecuencias en los siguientes cuatro grupos:

Consecuencias de fallas ocultas; Las fallas ocultas no causan un impacto directo, pero exponen a la empresa a fallas múltiples, con consecuencias serias y frecuentemente catastróficas. (La mayoría de estas fallas están asociadas con sistemas de protección no libres de fallas)

Consecuencias medioambientales y de seguridad; Una falla trae consecuencias de seguridad si potencialmente puede dañar o causar la muerte. Tiene consecuencias medioambientales si provoca la violación de cualquier norma medioambiental corporativa, regional, nacional o internacional.

Consecuencias operativas; Una falla trae consecuencias operativas cuando afecta la producción (rendimiento, calidad del producto, servicio al cliente o costos operativos, además del costo directo de reparación.)

Consecuencias no operativas; Las fallas evidentes que conforman esta categoría, no tienen consecuencias ni de seguridad, ni de protección, de modo que solo implican el costo de reparación.

Veremos más adelante como los procesos de RCM usan estas categorías como la base de un marco estratégico para la toma de decisiones de mantenimiento. Forzando una revisión estructurada de las consecuencias de cada tipo de fallas, de acuerdo con las categorías antes descritas, integra los objetivos operativos, medioambientales y de seguridad, que son base de la función de mantenimiento. Esto ayuda a poner la seguridad y el medioambiente en la corriente principal del manejo de mantenimiento.

El proceso de evaluación de consecuencias quita énfasis a la creencia de que todas las fallas son malas y deben ser prevenidas. De este modo enfoca la atención en las actividades de mantenimiento que tienen mayor efecto en el

desempeño de la organización, y no desgasta energía en aquellas que tienen un menor o ningún efecto. También nos impulsa a pensar más abiertamente sobre los diferentes modos de manejar las fallas, en lugar de solo concentrarse en la prevención. Las técnicas del manejo de fallas se dividen en dos categorías:

Tareas Proactivas; son los trabajos realizados antes de que la falla ocurra, para prevenir que el equipo llegue a un estado de falla. Esto abarca lo que se conoce tradicionalmente como mantenimiento “predictivo” o “preventivo”. Aunque veremos más adelante que RCM utiliza los términos restauración programada, descarte programado o mantenimiento en condición.

Acciones de omisión; estas se encargan del estado de falla, y son utilizadas cuando no es posible identificar una consigna proactiva efectiva. Las acciones de omisión incluyen búsqueda de la falla, rediseño, y acudir a la falla.

3.4.6 Tareas proactivas

Muchas personas siguen sosteniendo que el mejor modo de optimizar la capacidad de una planta es tener una determinada rutina de mantenimiento proactivo. La sabiduría de la segunda generación sostiene que esta debería consistir en la reparación o reemplazo de componentes en intervalos fijos. La figura 15 ilustra la visión de intervalo fijo en las fallas.

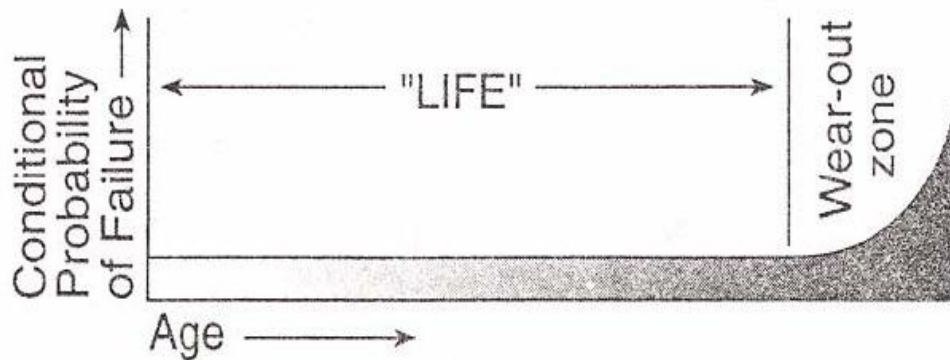


Figura 15. La tradicional visión de las fallas

La figura 15 se basa en la convicción de que la mayoría de los ítems operan confiablemente por un X periodo. El pensamiento clásico sugiere que los registros detallados de las fallas nos permitirán determinar la vida del equipo y de ese modo hacer planes para tomar acciones preventivas antes de que el ítem comience a fallar en el futuro.

Este modelo es útil para ciertos tipos de equipos simples, y para algunos más complejos con modos de fallas dominantes. En particular las características de durabilidad se encuentran cuando el equipo tiene contacto directo con el producto. Las fallas relacionadas a la edad se asocian con frecuencia con la fatiga, corrosión, abrasión y evaporación. Sin embargo los equipos en general son mucho más complejos que veinte años atrás. Esto llevó a cambios iniciales en los patrones de falla, como se muestra en la Figura 15. Los gráficos muestran la probabilidad condicional de falla versus la edad operativa, en un número de equipos eléctricos y mecánicos.

El patrón A es la tan conocida "curva de la bañera". Comienza con una incidencia alta de falla (conocida como mortalidad infantil) seguida por una probabilidad de falla condicional en lento o constante crecimiento, luego por la zona de desgaste.

El patrón B muestra una probabilidad de falla creciente, finalizando en una zona de desgaste similar al Figura 14. El patrón C muestra una probabilidad de falla creciente pero no hay una edad de desgaste identificable. El patrón D muestra una baja probabilidad de falla cuando el equipo es nuevo o recién comprado, y luego una subida rápida a un nivel constante, mientras que el patrón E muestra una permanente probabilidad condicional de fallas a cualquier edad, (fallas casuales). El patrón F comienza con una mortalidad infantil alta, que disminuye eventualmente a una probabilidad condicional de falla muy lenta.

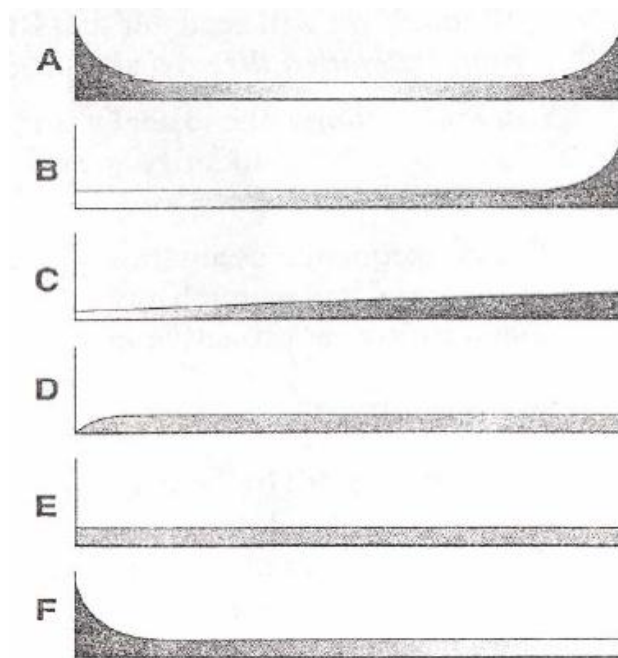


Figura 16. Patrones de falla

Los estudios realizados a una aeronave civil mostraron que un 2% de los ítems respondían al Patrón A, 2% al B, 5% al C, 7% al D, 14% al E y no menos del 68% al patrón F. (El número de veces que estos patrones se presentan en aeronaves, no es necesariamente el mismo que para la industria. Pero no hay duda de que a medida que los equipos se vuelven más complejos, se pueden observar más y más patrones E y F.

Estos descubrimientos contradicen la creencia de que siempre hay una conexión entre confiabilidad y edad operativa. Esta creencia lleva a la idea que cuanto más frecuentemente se examine un ítem, tendrá menos probabilidades de fallar. Hoy en día, esto es cierto muy de vez en cuando. A menos que haya una probabilidad de fallas por desgaste dominante, los límites de edad hacen poco y nada para mejorar la confiabilidad de ítems complejos. En realidad las restauraciones programadas pueden aumentar las fallas generales, introduciendo la mortalidad infantil en sistemas que de otro modo serían más estables.

Muchas organizaciones, al observar esto, optaron por abandonar la idea de mantenimiento proactivo en su totalidad. En realidad esto podría ser lo correcto para fallas con consecuencias menores. Pero cuando las consecuencias de las fallas son significantes, debe hacerse algo para prevenir o predecir esas fallas, o al menos para reducir las consecuencias.

Esto nos trae otra vez a la cuestión de las tareas proactivas. Como se menciona anteriormente, el RCM divide las tareas proactivas en tres categorías:

1. Tareas de restauración programadas
2. Tareas de descarte programadas
3. Tareas en condición programadas.

3.4.7 Tareas de restauración y de descarte programadas.

Las tareas de restauración abarcan la re fabricación de un componente, o la restauración de un montaje antes de que termine su vida útil programada, sin tener en cuenta su condición en ese momento. Del mismo modo, el descarte

programado implica deshacerse de un ítem al, o antes del tiempo programado, sin importar su condición en ese momento.

Colectivamente, estas tareas se conocen como mantenimiento preventivo. Solían ser por lejos la forma de mantenimiento proactivo más utilizada. Sin embargo, por las causas detalladas anteriormente, se las utiliza notablemente menos que 20 años atrás.

3.4.7.1 Tareas en condición

La necesidad continua de prevenir ciertos tipos de fallas, y la creciente incapacidad de las técnicas clásicas para lograrlo, están muy por detrás del crecimiento de nuevos tipos de manejos de fallas. La mayoría de estas técnicas se basan en que gran parte las fallas, dan algún tipo de aviso de que están por ocurrir. Estos avisos se conocen como fallas potenciales, y se definen como condiciones físicas identificables que indican que una falla funcional, esta por ocurrir o esta en proceso de ocurrir.

Las nuevas técnicas se usan para detectar fallas potenciales de manera que se pueda tomar acción para evitar las consecuencias que traerán si degeneran en fallas funcionales. Se las denomina tareas en condición por que los ítems son controlados bajo la condición de que estén dentro de sus patrones normales de funcionamiento. (El mantenimiento en-condición incluye el mantenimiento preventivo, mantenimiento basado en la condición, y monitoreo de condición.)

Si se los usa apropiadamente, las tareas en condición son una muy buena forma de manejar las fallas, pero también pueden ser un gasto de tiempo muy costoso. RCM permite que se tomen dediciones en esta área con confianza particular.

3.4.7.2 Acciones de Omisión

El RCM reconoce tres categorías principales:

Descubrimiento de fallas: las tareas de detección de fallas implican controlar las funciones encubiertas periódicamente para determinar si es que hubo fallas (mientras que las tareas en condición implican chequear si algo esta fallando.

Rediseño: implica realzar cambios en la capacidad interna del sistema. Esto implica modificaciones en el hardware y cubre los cambios de procedimientos.

Mantenimiento no programado: Como es nombre lo implica, esta omisión implica no realizar ningún esfuerzo en anticipar o prevenir los modos de fallas a los que se aplica, de modo que se permite que las fallas sucedan y luego se reparan. Este default también se conoce como acudir a la falla.

3.5 ANALISIS DE CRITICIDAD

3.5.1 Métodos de factores ponderados basados en el concepto de riesgo de los equipos.⁷

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos

⁷<http://confiabilidad.net/articulos/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope/>)

en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual.

El mejoramiento de la confiabilidad operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componente, está asociado con cuatro aspectos fundamentales: confiabilidad humana, confiabilidad del proceso, confiabilidad del diseño y la confiabilidad del mantenimiento. Lamentablemente, difícilmente se disponen de recursos ilimitados, tanto económicos como humanos, para poder mejorar al mismo tiempo, estos cuatro aspectos en todas las áreas de una empresa. ¿Cómo establecer que una planta, proceso, sistema o equipo es más crítico que otro? ¿Qué criterio se debe utilizar? ¿Todos los que toman decisiones, utilizan el mismo criterio? El análisis de criticidades da respuesta a estas interrogantes, dado que genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total del universo analizado, diferenciando tres zonas de clasificación: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad. Una vez identificadas estas zonas, es mucho más fácil diseñar una estrategia, para realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional, iniciando las aplicaciones en el conjunto de procesos ó elementos que formen parte de la zona de alta criticidad. Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados con: seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento, rata de fallas y tiempo de reparación principalmente. Estos criterios se relacionan con una ecuación matemática, que genera puntuación para cada elemento evaluado. La lista generada, resultado de un trabajo de equipo, permite nivelar y homologar criterios para establecer prioridades, y focalizar el esfuerzo que garantice el éxito maximizando la rentabilidad.(pie de página:

Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados (generalmente) con: frecuencia de fallas, impacto operacional, flexibilidad operacional, costo del mantenimiento y seguridad y medio ambiente.

$CRITICIDAD = (FRECUENCIA \times CONSECUENCIA)$

$CONSECUENCIA = (\text{Impacto operacional} \times \text{flexibilidad operacional}) + (\text{costo operacional}) + (\text{impacto seguridad y medio ambiente})$

3.6 INDICADORES DE GESTION DEL MANTENIMIENTO

3.6.1 INDICADORES DE EFECTIVIDAD⁸

Los indicadores de mantenimiento son utilizados para medir o cuantificar la gestión en las grandes industrias por parte del departamento de mantenimiento en la administración de los equipos y de la empresa en general. Juegan un papel importante en la gerencia y supervisión por parte del departamento de mantenimiento y son aquellos que muestran que tan eficiente es en su proceso la empresa además de la confiabilidad del proceso y la rapidez con que atacan un imprevisto durante la producción.

3.6.1.1 Confiabilidad y tiempo promedio para fallar

La confiabilidad es uno de los principales atributos que determina la efectividad de un equipo o sistema. Se define como la posibilidad de que un equipo o sistema

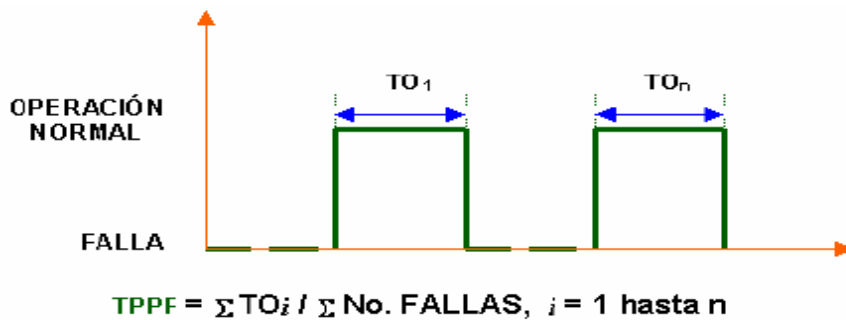
⁸ Manual de Indicadores de Mantenimiento. Indicadores de Efectividad. P18.

desempeñe satisfactoriamente la función que se requiere de él, bajo condiciones específicas de operación, durante un periodo de tiempo determinado.

Es claro que se debe definir un funcionamiento adecuado o satisfactorio para establecer cuando el equipo entra en falla. El tiempo que tarda en fallar un equipo o sistema, es decir, su “vida”, no se puede determinar con precisión por lo tanto se le designa como una variable aleatoria asignándole una función de probabilidad a la variable aleatoria del tiempo de fallo.

Una medida de hallar de forma indirecta el indicador de confiabilidad del equipo o sistema es el *Tiempo Promedio para Fallar (TPPF)*, que es un valor esperado o medio del tiempo para la variable aleatoria de fallo. Este indicador mide el tiempo promedio capaz de operar el equipo o sistema a capacidad sin interrupciones dentro del periodo considerado. El tiempo promedio para fallar se calculara como:

$$TPPF = \frac{\text{Cantidad de horas operadas}}{\text{Numero de fallos}}$$



Representación gráfica del Tiempo Promedio para Fallar

Figura 17. Confiabilidad

3.6.1.2 Mantenibilidad y tiempo promedio para reparar

El Tiempo Promedio para Reparar (TPPR) es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Dicho de otra manera, el TPPR mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por una falla, dentro de un periodo de tiempo determinado, y considerando al tiempo de fallo igual al tiempo para reparar. El Tiempo Promedio para Reparar se calcula como:

$$TPPF = \frac{\text{Cantidad de horas de falla}}{\text{Numero de fallos}}$$

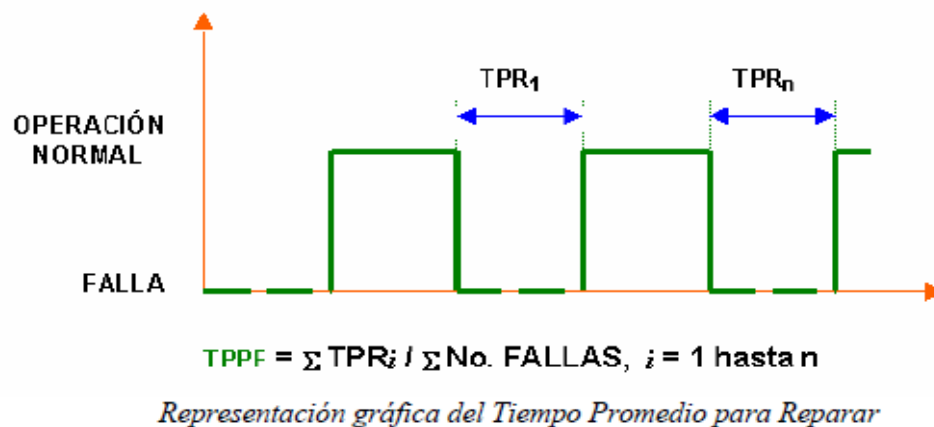


Figura 18. Mantenibilidad

3.6.1.3 Disponibilidad

Se define como la capacidad del equipo o instalación para realizar una función requerida bajo condiciones específicas sobre un periodo de tiempo determinado,

asumiendo que los recursos externos requeridos son suministrados. Es un indicador determinístico que traduce los resultados de las acciones de mantenimiento a un índice combinado para un equipo o sistema. Se basa en la pregunta, “¿Está disponible el equipo en condiciones de trabajo cuando se le necesita?”. Se utiliza el análisis de disponibilidad para determinar una solución que permita establecer los requisitos para la confiabilidad y susceptibilidad de mantenimiento. Es útil para determinar cifras significativas del equipo o sistema en si, como las de frecuencia y tipo de ocurrencia de fallos, posibilidad de reparación y análisis de trabajos de mantenimiento. La disponibilidad se calcula como:

$$D = \frac{TPPF}{TPPF + TPPR} * 100$$

3.7 SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Las estrategias, técnicas, operaciones e instrumentos que se utilizan en la Gestión y Operación de Mantenimiento, requieren de una plataforma informática especializada para su adecuada administración. Los datos, la información y su análisis en tiempo real permiten tomar mejores y más acertadas decisiones en Mantenimiento. La industria de la tecnología de Información es la de más crecimiento y desarrollo, la mayor comercialmente y la de mayor potencial de transformación a personas e industrias. Representa oportunidades de trabajo y mayor competitividad.

El sistema de información en la gestión del mantenimiento industrial sirve para organizar, controlar y administrar la información que se requiere en la gestión del mantenimiento para la toma de decisiones. Es una herramienta poderosa porque:

Documenta la información de los equipos y su localización en la empresa; referente a los manuales de operación, manuales técnicos, planos, diagramas, fotografías, proveedores. Organiza, programa y documenta los planes de gestión del mantenimiento preventivo y correctivo. Documenta el historial de los trabajos realizados y recursos empleados.

4 ESTADO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN HORMIGON COLOMBIA S.A.

Inicialmente para realizar el estudio y llegar a obtener buenos resultados en el desarrollo que se va a realizar en este proyecto, se debe tener una idea clara del estado actual de la empresa en el área de mantenimiento, tal como información existente de los equipos de la empresa, además del tipo de mantenimiento que se realiza, el personal encargado de gestionar dicho plan de mantenimiento y por último la administración que se da a los equipos y sus respectivos historiales de falla y mantenimiento ejecutados.

4.1 MANTENIMIENTO QUE SE REALIZA

La empresa no cuenta con un plan de mantenimiento establecido con detalle y rutinas o tareas que conlleven al cuidado de los equipos y que garantice el funcionamiento correcto entre los límites establecidos por el usuario y fabricante. Las tareas de mantenimiento que se realizan son de tipo correctivo que se van presentando en los distintos equipos y las cuales son observadas por el paro repentino de la producción o en casos menos drásticos por la avería del equipo o mal funcionamiento.

4.2 PERSONAL DE MANTENIMIENTO

Es tarea de los encargados del taller de la empresa, operadores y choferes y cada uno de los implicados en el proceso, de que los equipos estén siempre en funcionamiento y de reparar cualquier tipo de avería si esta se presenta. Si el daño es mucho mayor y supera las capacidades y experiencia de los encargados del equipo y ninguno del personal de la empresa puede corregir la falla, se informa a gerencia, la cual se encarga de gestionar y ubicar el personal idóneo por medio de contratistas, para solucionar el problema.

4.3 INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS

Los equipos y activos de la planta no cuentan con ningún tipo de información que sirva para gestionar un buen mantenimiento. La empresa no cuenta con los manuales de los equipos además, no se tienen fichas técnicas donde se establecen los parámetros importantes del equipo, así como información básica y de vital importancia, y mucho menos rutinas de mantenimiento. Como primera instancia en el desarrollo de la investigación se crearán formatos para la administración de los activos de la planta donde se crearán las fichas técnicas, ordenes de trabajo y hojas de vida de cada uno de los equipos.

4.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN

Hormigón Colombia S.A en el momento en el que se empezó a realizar este estudio, gestionaba la propuesta de implementar un sistema de información para la administración y gestión del mantenimiento. Anteriormente era nulo y no se tiene registro informático de nada con relación al mantenimiento. La propuesta contempla la posibilidad de llevar un registro de todos los activos dentro de la empresa, además de enviar alertas cuando se tenga que cumplir una tarea de mantenimiento programada y por inventario mínimo en stocks. Este sistema es gestionado por una empresa encargada del mantenimiento industrial lo cual lleva a generar un costo mensual por la suscripción de cada uno de los equipos administrados.

4.5 COSTOS DEL MANTENIMIENTO

La gestión de mantenimiento que se realiza en hormigón Colombia s.a. en cuanto al aspecto económico sugiere que se preste atención a la administración de los recursos de una forma eficiente para garantizar tanto la disminución de los costos, como la operación eficiente de los equipos.

Los costos de mantenimiento de Hormigón Colombia S.A. en el año 2012 en comparación con el año anterior se incrementaron y así sucesivamente se ha presentado con años anteriores. El costo de mantenimiento para el año 2012 se estima que superó los 400 millones lo cual, es una cifra considerable y hace evidente la falta de un mantenimiento organizado.

5 DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

5.1 INVENTARIO Y CODIFICACION DE LOS ACTIVOS

Desde la perspectiva de que se carece de cualquier tipo de información dentro de la empresa, como primer paso realizaremos el inventario y posteriormente la codificación de los activos de la empresa pertenecientes a la sede de Bucaramanga para tener una noción de la cantidad de equipos con los cuales cuenta en los departamentos. Con este procedimiento enlistaremos los activos y se le asignara un número consecutivo que lo identificara entre el resto de los activos, así como el departamento y la sede a la que pertenece.

5.1.1 Inventario de los activos

El inventario se realizó en cada uno de los departamentos, entre los cuales se tiene:

- Oficina
- Área de Producción
- Parque Automotor

Oficina

Ítem	Nombre del equipo	Marca del equipo
1	Computador	Hewlett-Packard
2	Computador	Hewlett-Packard
3	Computador	Hewlett-Packard
4	Computador	Hewlett-Packard
5	Computador	Hewlett-Packard
6	Computador	Hewlett-Packard
7	Computador	Hewlett-Packard
8	Computador	Hewlett-Packard
9	Impresora	Hewlett-Packard
10	Impresora	Hewlett-Packard
11	Fotocopiadora Impresora	Samsung
12	Escáner Impresora	Lexmark
13	Microondas	Electrolux
14	Aire Acondicionado	LG
15	Aire Acondicionado	LG
16	Aire Acondicionado	LG

Tabla 1 Inventario general equipos de oficina

Área de Producción

Ítem	Nombre del equipo	Marca del equipo
17	Mezcladora y dosificadora	HC
18	Máquina de ensayo cilindros	Pinzuar
19	Equipo de perforación núcleo	Husqvarna
20	Esmeril	Dewalt
21	Pulidora	Dewalt
22	Compresor	Senco

23	Prensa Manual	Barbero
24	Equipo de Soldadura	Powerweld

Tabla 2. Inventario general equipos de área de producción

Parque Automotor

Ítem	Nombre del equipo	Marca del equipo
25	Mixer-EWT-314	Pegaso
26	Mixer-EWT-311	Pegaso
27	Mixer-GIV-660	Chevrolet
28	Mixer-SXS-385	Hyundai
29	Mixer-GIV-906	Chevrolet
30	Mixer-FAS-825	Ford
31	Mixer-SVO-997	Hyundai
32	Mixer-T-9526	International
33	Cargador	Caterpillar
34	Microbús SXT-478	Chevrolet
35	Camioneta GWI-200	Chevrolet
36	Camioneta SRZ-059	Chevrolet
37	Camioneta SMT-556	Jac
38	Autobomba	Mack
39	Bomba Estacionaria. SP-1000	Schwing
40	Bomba Estacionaria. SP-750	Schwing
41	Bomba Estacionaria. 1003	Putzmeister

Tabla 3. Inventario general equipos del parque automotor

5.1.2 Codificación de los equipos

Finalizado en inventario de los equipos dentro de la organización, procederemos a designarles un nombre que los identifique dentro de la empresa y su ubicación.

Una de las propuestas planteadas en el plan de mantenimiento es la codificación de los equipos, la cual se realizara acorde a las necesidades de la empresa y de forma tal que facilita la administración para realizar búsqueda y designación de tareas de mantenimiento.

Existes dos posibilidades de codificación dentro de una organización, las cuales dan ventaja a la hora de implantarlo y depende de las cualidades de la empresa.

Sistemas de codificación no significativo: el tipo de código que se le asigna al equipo no aporta información sobre ubicación, área de trabajo y cantidad en el inventario, solo asigna un número o código al equipo.

Sistemas de codificación significativos: este tipo de codificación aporta información de vital importancia al equipo dentro de la organización, su ubicación, área de trabajo o departamento al que pertenece son unas de las cualidades que posee este tipo de código.

Para HORMIGÓN COLOMBIA S.A. por sus cualidades como empresa, el tipo de codificación que mejor se acopla es de tipo *significativa*, puesto que es una empresa la cual tiene plantas en otras ciudades y se divide en varios departamentos dentro de la operación de la empresa.

La información que contiene la *codificación significativa* en cada uno de sus dígitos está definida como se muestra a continuación en la figura 19:

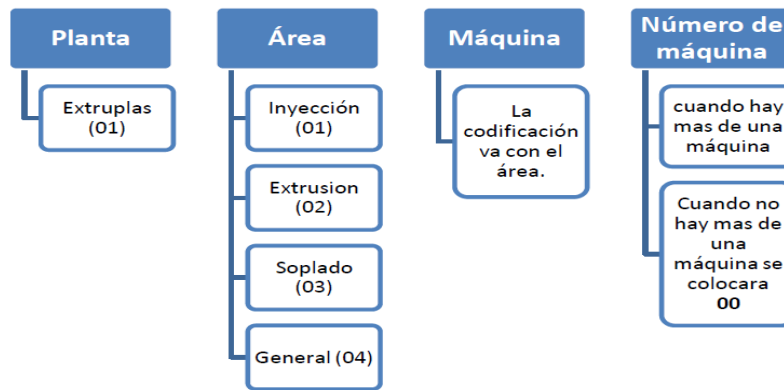


Figura 19. Codificación de equipos

El primer dígito define la planta a la cual pertenece el equipo u/o sede dentro de la organización.

El segundo dígito indica el departamento dentro de la planta donde está ubicado el equipo.

El tercer dígito indica el número del equipo dentro del inventario general de la empresa.

Por último este dígito muestra la cantidad de equipos que hay de esta clase, se empieza a enlistar desde 01, 02... sucesivamente. Si solo se cuenta con un único equipo de esta clase el número correspondiente que se le debe asignar es 00.

Hormigón Colombia s.a. cuenta con sucursales en Barrancabermeja, Barranquilla, San Gil y Bucaramanga. Se le designará a Bucaramanga el número de planta 01.

Dentro de la empresa se resaltan 3 departamentos ya mencionados anteriormente, que son Oficina, Área de producción y Parque Automotor a los cuales se les designa el código 01, 02 y 03 respectivamente.

El número para cada equipo será el definido acorde se vayan enlistando y iniciando el conteo para cada departamento.

Lo anteriormente mencionado se ilustra en la Tabla 4

CODIGO DE LA PLANTA	
PLANTA	CODIGO
Planta chimita	01
CODIGO AREA DE TRABAJO	
AREA DE TRABAJO	CODIGO
Oficina	01
Área de Producción	02
Parque Automotor	03
CODIGO MAQUINAS DE LA PLANTA	
MAQUINA	CODIGO
Fotocopiadora impresora	01
Computadores	02
Impresora	03
Escáner impresora	04
Microondas	05
Aire Acondicionado	06
Mezcladora y dosificadora	07
Máquina de ensayo cilindros	08
Equipo de Perforación de Núcleo	09
Esmeril	10
Pulidora	11
Compresor	12
Prensa manual	13
Equipo de soldadura	14
Mixer	15
Cargador	16
Retroexcavadora	17
Microbús	18
Camioneta	19
Autobomba	20
Bombas Auxiliares	21

Tabla 4. Códigos establecidos Hormigón Colombia S.A.

La siguiente tabla muestra la codificación de todos los equipos de la empresa y además de ello se creó un código alfanumérico para poder identificar los subsistemas de cada uno de los equipos que sea necesario.

CODIFICACION DE LOS EQUIPOS			
ITEM	CODIGO DEL EQUIPO	CODIGO ALFANUERICO	NOMBRE EQUIPO
1	01010100	FI-01	Fotocopiadora Impresora
2	01010201	PC-01	Computador
3	01010202	PC-02	Computador
4	01010203	PC-03	Computador
5	01010204	PC-04	Computador
6	01010205	PC-05	Computador
7	01010206	PC-06	Computador
8	01010207	PC-07	Computador
9	01010208	PC-08	Computador
10	01010301	IM-01	Impresora
11	01010302	IM-02	Impresora
12	01010400	EI-01	Escáner Impresora
13	01010500	MO-01	Microondas
14	01010601	AA-01	Aire Acondicionado
15	01010602	AA-02	Aire Acondicionado
16	01010603	AA-03	Aire Acondicionado
17	01020700	MD-01	Mezcladora y dosificadora

18	01020800	ME-01	Máquina de ensayo cilindros
19	01020900	EP-01	Equipo de perforación núcleo
20	01021000	ES-01	Esmeril
21	01021100	PU-01	Pulidora
22	01021200	CO-01	Compresor
23	01021300	PM-01	Prensa Manual
24	01021400	ES-01	Equipo de Soldadura
25	01031501	MX-01	Mixer-EWT-314
26	01031502	MX-02	Mixer-EWT-311
27	01031503	MX-03	Mixer-GIV-660
28	01031504	MX-04	Mixer-SXS-385
29	01031505	MX-05	Mixer-GIV-906
30	01031506	MX-06	Mixer-FAS-825
31	01031507	MX-07	Mixer-SVO-997
32	01031508	MX-08	Mixer-T-9526
33	01031600	BD-01	Bulldozer
34	01031800	MB-01	Microbús SXT-478
35	01031901	CM-01	Camioneta OSE-164
36	01031902	CM-02	Camioneta SRZ-059
37	01031903	CM-03	Camioneta SMT-556
38	01032000	AB-01	Autobomba
39	01032101	BA-01	Bomba Est. SP-1000
40	01032102	BA-02	Bomba Est. SP-750
41	01032103	BA-03	Bomba Est. 1003

Tabla 5. Codificación de equipos de Hormigón Colombia S.A

5.2 ANALISIS DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS

Un análisis de este tipo permite jerarquizar sistemas, instalaciones o equipos en función de su impacto global en la planta y así direccionar todos los esfuerzos hacia los equipos de vital importancia, que puedan afectar la productividad y la eficiencia de la organización.

Un modelo básico de análisis de criticidad, es aquel que establece seis criterios para el establecimiento de la prioridad e importancia del sistema dentro de la organización. Estos criterios de ingeniería de ponderación y cuantificación se basan en seis aspectos fundamentales dentro de la producción. El modelo de análisis de criticidad según lo anteriormente mencionado se denomina *Factores Ponderados Basado en Confiabilidad* y los criterios a los cuales enfoca el estudio son:

- Seguridad
- Ambiente
- Producción
- Costos (operacionales y de mantenimiento)
- Tiempo promedio para reparar
- Frecuencia de falla

5.2.1 Ejecución del análisis de criticidad

A partir del inventario realizado en la planta de Bucaramanga de HORMIGON COLOMBIA S.A. de todos los activos, los cuales se encuentran enlistados en la Tabla 5, se desarrollara la metodología para calcular el análisis de criticidad por el

método de *Factores Ponderados Basado en Confiabilidad*, el cual consta de una serie de pasos, los cuales se explicaran a continuación.

Partiendo de los criterios de ponderación que tiene en cuenta el análisis de criticidad, se crea una tabla con las preguntas que se deben realizar a cada uno de los equipos de la planta, esta encuesta se realizara con la supervisión del personal encargado de la operación y mantenimiento de los equipos.

Posteriormente de realizar la encuesta de todos los equipos de la empresa, se procede a calcular el valor de criticidad de cada uno de ellos, el valor de criticidad está dado por la expresión matemática:

$$\textit{Criticidad Total} = \textit{Frecuencia de fallas} * \textit{Consecuencia}$$

$$\textit{Consecuencia} = (\textit{Imp Oper} * \textit{Tiem de falla}) + \textit{Cto de Mto} + \textit{Imp Seg y MA}$$

Donde la frecuencia de falla está relacionada, al número de eventos o fallas que presentan el sistema o equipo encuestado y la consecuencia se refiere a los costos, tiempos de reparación, impactos en seguridad y medio ambiente cuando el equipo falla.

La Tabla 6 muestra el valor de criticidad de cada uno de los equipos encuestados en HORMIGON COLOMBIA S.A.

NOMBRE DEL EQUIPO: _____ CODIGO: _____

FRECUENCIA DE FALLAS		
Pobre mayor a 2 fallas/año	4	
Promedio 1-2 fallas/año	3	
Buena 0.5-1 fallas/año	2	
Excelente menos de 0.5 fallas/año	1	
IMPACTO OPERACIONAL		
Pérdida de todo el despacho	10	
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7	
Impacta en niveles de inventario o calidad	4	
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4	
Hay opción de repuesto compartido/almacén	2	
Función de repuesto disponible	1	
COSTO DE MANTENIMIENTO		
Mayor o igual al 5% del costo del equipo	2	
Inferior al 5% del costo del equipo	1	
IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE		
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación ante externos de la organización	8	
Afecta el ambiente/instalaciones	7	
Afecta las instalaciones causando daños severos	5	
Provoca daños menores (ambiente-seguridad)	3	
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o ambientes	1	
Valor de Criticidad		

Tabla 6 Encuesta nivel de criticidad


		ANALISIS DE CRITICIDAD							
Item	Codigo	Equipo	Frecuencia de Falla	Impacto Operacional	Flexibilidad Operacional	Costo de Matenimie	Impacto de seguridad	Consecuencia	CT
EQUIPOS DE OFICINA									
1	1010100	Fotocopiadora Impresora	2	1	1	1	1	3	6
2	1010201	Computador	1	1	1	1	1	3	3
3	1010202	Computador	1	1	1	1	1	3	3
4	1010203	Computador	1	1	1	1	1	3	3
5	1010204	Computador	1	1	1	1	1	3	3
6	1010205	Computador	1	1	1	1	1	3	3
7	1010206	Computador	1	1	1	1	1	3	3
8	1010207	Computador	1	1	1	1	1	3	3
9	1010208	Computador	1	1	1	1	1	3	3
10	1010301	Impresora	2	1	1	1	1	3	6
11	1010302	Impresora	2	1	1	1	1	3	6
12	1010400	Escáner Impresora	1	1	2	1	1	4	4
13	1010500	Microondas	1	1	1	1	1	3	3
14	1010601	Aire Acondicionado	1	1	2	1	3	6	6
15	1010602	Aire Acondicionado	2	1	2	1	3	6	12
16	1010603	Aire Acondicionado	1	1	2	1	3	6	6
EQUIPOS AREA DE PRODUCCION									
17	1020700	Mezcladora y dosificadora	4	10	4	2	1	43	172
18	1020800	Máquina de ensayo cilindros	1	4	1	1	1	6	6
19	1020900	Equipo de perforación núcleo	1	4	1	1	1	6	6
20	1021000	Esmeril	1	1	1	1	1	3	3
21	1021100	Pulidora	1	1	1	1	1	3	3
22	1021200	Compresor	1	4	1	1	1	6	6
23	1021300	Prensa Manual	1	1	1	1	1	3	3
24	1021400	Equipo de Soldadura	2	1	1	1	1	3	6
PARQUE AUTOMOTOR									
25	1031501	Mixer-EWT-314	4	1	2	2	3	7	28
26	1031502	Mixer-EWT-311	4	1	2	2	3	7	28
27	1031503	Mixer-GIV-660	4	1	2	1	3	6	24
28	1031504	Mixer-SXS-385	2	1	2	1	3	6	12
29	1031505	Mixer-GIV-906	3	1	2	1	3	6	18
30	1031506	Mixer-FAS-825	4	1	2	2	3	7	28
31	1031507	Mixer-SVO-997	3	1	2	1	3	6	18
32	1031508	Mixer-T-9526	4	1	2	1	3	6	24
33	1031600	Cargador	3	1	1	1	3	5	15
34	1031800	Microbús SXT-478	2	1	1	1	3	5	10
35	1031901	Camioneta SRZ-059	3	1	1	1	3	5	15
36	1031902	Camioneta GWI-200	2	1	1	2	3	6	12
37	1031903	Camioneta SMT-556	4	1	1	1	3	5	20
38	1032000	Autobomba	4	1	2	1	3	6	24
39	1032101	Bomba Est. SP-1000	4	1	2	1	3	6	24
40	1032102	Bomba Est. SP-750	2	1	2	1	3	6	12
41	1032103	Bomba Est. PM-1003	4	1	2	1	3	6	24

Tabla 7. Resultados nivel de criticidad de los equipos Hormigón Colombia S.A

Una vez realizado el cálculo del valor de criticidad de los equipos y teniendo en cuenta la frecuencia de falla y la consecuencia, se introducen los valores en la matriz de criticidad la cual define el nivel de criticidad según la región en la cual se ubique dentro de la matriz. La figura 20 muestra el nivel en el cual se ubica cada uno de los equipos encuestados.

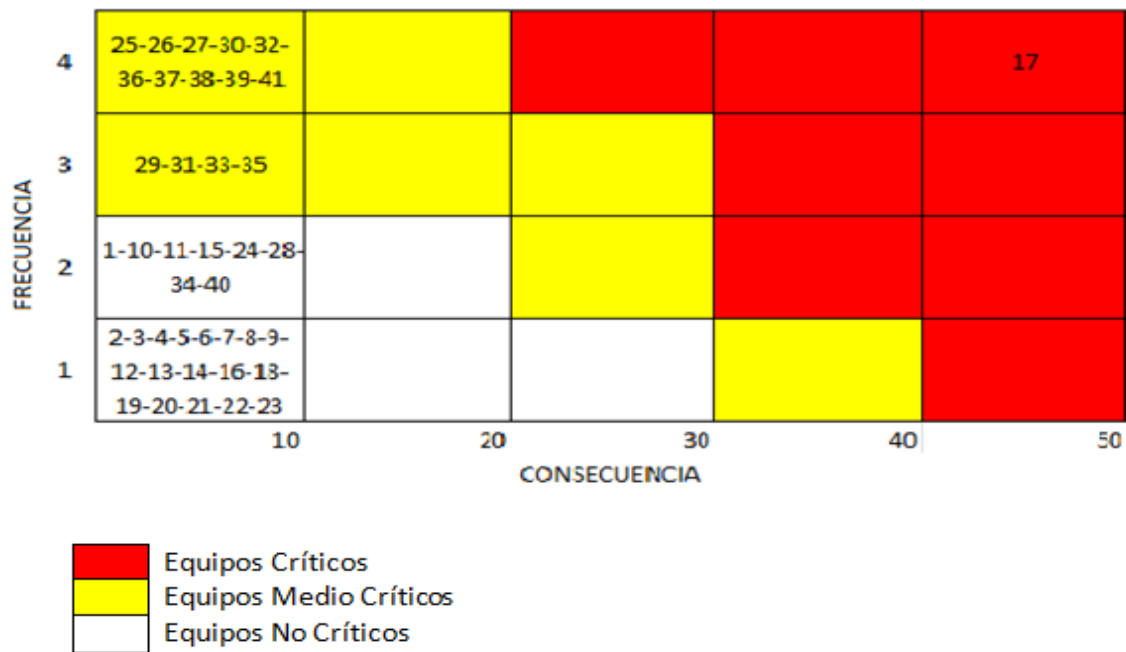


Figura 20. Criticidad de los equipos Hormigón Colombia

5.2.2 Resultados del análisis de criticidad

El análisis de criticidad anteriormente desarrollado, arrojo que el equipo critico dentro del proceso, es la Mezcladora y Dosificadora de concreto, debido a que este equipo condiciona la producción en el momento en que presente algún fallo, si el fallo ocasiona una avería en el del equipo, se verá reflejado en el paro de la

producción, esto conlleva al incumplimiento por retrasos en la entrega de pedidos a los clientes.

La tabla 8 muestra el resultado del análisis de criticidad de forma ordenada en cada uno de los departamentos de la empresa.

En el siguiente capítulo, se explicara de forma detalla, los componentes constitutivos de la mezcladora y dosificadora, además de su funcionamiento y la importancia en la producción de concreto. Posteriormente se desarrollara un *plan de mantenimiento preventivo basado en confiabilidad(RCMII)* para el equipo crítico de la planta, debido a que la filosofía que maneja este tipo de mantenimiento, se acomoda a las necesidades de la planta, donde la producción no se puede detener debido al fallo repentino de un componente del equipo, y donde la confiabilidad del equipo, es un indicador que debe permanecer en niveles muy altos, para garantizar un producto de calidad y cumplimiento en la entrega de los pedido.

		RESULTADOS DEL ANALISIS DE CRITICIDAD				
Item	Codigo	Equipo	Frecuencia de Falla	Consecuencia	CT	Criticidad
EQUIPOS DE OFICINA						
1	1010602	Aire Acondicionado	2	6	12	NC
2	1010301	Impresora	2	3	6	NC
3	1010302	Impresora	2	3	6	NC
4	1010100	Fotocopiadora Impresora	2	3	6	NC
5	1010601	Aire Acondicionado	1	6	6	NC
6	1010603	Aire Acondicionado	1	6	6	NC
7	1010400	Escáner Impresora	1	4	4	NC
8	1010201	Computador	1	3	3	NC
9	1010202	Computador	1	3	3	NC
10	1010203	Computador	1	3	3	NC
11	1010204	Computador	1	3	3	NC
12	1010205	Computador	1	3	3	NC
13	1010206	Computador	1	3	3	NC
14	1010207	Computador	1	3	3	NC
15	1010208	Computador	1	3	3	NC
16	1010500	Microondas	1	3	3	NC
EQUIPOS AREA DE PRODUCCION						
1	1020700	Mezcladora y dosificadora	4	43	172	C
2	1020800	Máquina de ensayo cilindros	1	6	6	NC
3	1020900	Equipo de perforación núcleo	1	6	6	NC
4	1021200	Compresor	1	6	6	NC
5	1021400	Equipo de Soldadura	2	3	6	NC
6	1021000	Esmeril	1	3	3	NC
7	1021100	Pulidora	1	3	3	NC
8	1021300	Prensa Manual	1	3	3	NC
PARQUE AUTOMOTOR						
1	1031501	Mixer-EWT-314	4	7	28	MC
2	1031502	Mixer-EWT-311	4	7	28	MC
3	1031506	Mixer-FAS-825	4	7	28	MC
4	1031503	Mixer-GIV-660	4	6	24	MC
5	1031508	Mixer-T-9526	4	6	24	MC
6	1032000	Autobomba	4	6	24	MC
7	1032101	Bomba Est. SP-1000	4	6	24	MC
8	1032103	Bomba Est. PM-1003	4	6	24	MC
9	1031903	Camioneta SMT-556	4	5	20	MC
10	1031505	Mixer-GIV-906	3	6	18	MC
11	1031507	Mixer-SVO-997	3	6	18	MC
12	1031901	Camioneta SRZ-059	3	5	15	MC
13	1031600	Cargador	3	5	15	MC
14	1031902	Camioneta GWI-200	2	6	12	NC
15	1031504	Mixer-SXS-385	2	6	12	NC
16	1032102	Bomba Est. SP-750	2	6	12	NC
17	1031800	Microbús SXT-478	2	5	10	NC

Tabla 8. Resultados análisis de criticidad

5.3 CREACIÓN DE LAS FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

La ficha técnica es el documento el cual posee información y especificaciones técnicas del equipo, es un documento de vital importancia para poder identificar y conocer el equipo que se está revisando.

El formato que se adoptó, fue una propuesta realizada a la empresa Hormigón Colombia S.A. y a la cual, se le dio el aval para la implementación a cada uno de los equipos constituyentes de la organización.

La figura 21 muestra la ficha técnica de la bomba estacionaria SP-750 como ejemplo. Las demás fichas técnicas se encuentran desde el Anexo 4 al 6.



		FICHA TECNICA	
		UBICACIÓN	
IDENTIFICACION DEL EQUIPO			
Nombre:	Bomba Estacionaria	Codigo del Equipo:	1032102
Marca:	SCHWING	cod. Alfanumerico:	BA-02
Modelo:	SP 750-18	Serie:	
Proveedor:	Schwing America Inc	Nivel de criticidad:	NC(12)
ESPECIFICACIONES TECNICAS			
Caudal de Concreto por hora m ³ /hr 54		Capacidad del Tanque de Aceite Hidráulico litros 265	
Máxima Presión sobre el Concreto Bar 76		Modelo del Motor - Tier III CAT 4.4T	
Tamaño Máximo del Agregado mm 37		Potencia del Motor Kw 75	
Diámetro del Cilindro de Concreto mm 180		Peso de la unidad para remolque kg 3402	
Diámetro del Cilindro Diferencial mm 90/50			
Carrera del Cilindro de Concreto mm 1000			
REQUERIMIENTOS DE OPERACION			
PARAMETRO	NECESIDAD		
s. Hidraulico	Requiere aceite para sistemas hidraulicos antioxidante, antidesgastante y antiespuma		
Combustible	Diesel		
REGISTRO FOTOGRAFICO			
			

Figura 21. Ficha técnica de bomba estacionaria

5.4 RUTINAS DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

Para cada uno de los equipos inventariados en la empresa, se hizo el levantamiento de la información pertinente, a partir de los manuales y de la asesoría de los operarios. La información se adjuntó en un archivo donde se especifican las tareas a realizar con la frecuencia que se debe hacer. Entre las frecuencias se tienen las tareas diarias, semanales, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales para cada uno de los componentes importantes y sometidos a desgaste.

La implementación de las rutinas de mantenimiento de cada uno de los equipos sugiere un compromiso por parte de los operarios, para un excelente desempeño del plan de mantenimiento, si se gestiona de forma especificada, se garantizara que los equipos se mantengan entre los niveles de buena operación, generando un proceso eficiente en la empresa y así garantizar una producción continua y confiable, con elevados estándares de calidad del producto.

Las rutinas de mantenimiento se elaboraron para todos los equipos de cada departamento de la empresa. En la tabla 9. Se da el ejemplo de las rutinas de mantenimiento para la bomba estacionaria mencionada anteriormente en la ficha técnica. El resto de las rutinas de mantenimiento se encuentran desde el anexo 7 al 8.


		RUTINAS DE MANTENIMIENTO BOMBA AUXILIAR	
INFORMACION DEL EQUIPO			
Nombre	Bomba Estacionaria	Marca	SCHWING
Modelo	SP 750-18	cod. Alfanumerico:	BA-02
RUTINAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO			
ITEM	MANTENIMIENTO	INTERVALOS DE MANTENIMIENTO	
1	Compruebe los niveles de los líquidos del motor	Diario	
2	Inspeccione los neumáticos	Diario	
3	Verifique el aceite hidráulico	Diario	
4	Purgue la humedad del tanque hidráulico	Diario	
5	Inspeccione las empaquetaduras de las bielas de los cilindros diferenciales	Diario	
6	Inspeccione los pernos en los arietes.	Diario	
7	Engrase los cojinetes de la válvula oscilante y del agitador	Diario	
8	Inspeccione para ver si hay daños y fugas	Diario	
9	Compruebe si hay que hacer mantenimiento	Diario	
10	Inspeccione la tuerca de tensión de la válvula oscilante	Semanal	
11	Inspeccione el anillo de corte/gírelo si es necesario	Semanal	
12	Lubrique las piezas mecánicas móviles	Semanal	
13	Revise los herrajes de montaje de la unidad	Mensual	
14	Verifique las presiones hidráulicas	Mensual	
15	Ajuste la presión de la bomba de concreto	Mensual	
16	Ajuste la presión del agitador	Mensual	
17	Limpie las aletas del enfriador de aceite hidráulico	Mensual	
18	Cambie el aceite del motor, el filtro de aceite, el de combustible y compruebe el elemento del respiradero de aire	Trimestral	
19	Cambie el aceite hidráulico debido a la temperatura	Semestral	
20	Compruebe la pre-carga del acumulador	Semestral	
21	Cambie el aceite hidráulico debido al tiempo de uso	Anual	
22	Cambie el filtro de retorno de aceite hidráulico	Cuando se necesite	
RUTINAS DE MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO			
23	Cambio de arietes cuando se observe polvo de cemento en la caja de agua, al igual que un poco de arena o hasta	Por desgaste	
24	Cambio de los cilindros para materia (cuando el cromo se desgasta)	Por desgaste	
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES			
1	Los ajustes de la presión deben hacerse con el aceite a temperaturas de funcionamiento normales (40°-60°C).		
2	Cuando se recargue el acumulador nunca deje salir nitrógeno del acumulador presionando la clavija de la válvula de gas usando un objeto extraño. ¡La alta presión puede romper el asiento de la válvula		
3	Al cambiar los arietes es recomendable mantener el motor del equipo apagado		

Tabla 9. Rutina de mantenimiento preventivo de bomba estacionaria SP-750

6 MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD (RCMII) PARA LA MEZCLADORA Y DOSIFICADORA DE CONCRETO

6.1 DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA MEZCLADORA Y DOSIFICADORA

Para elaborar el concreto se necesita cuantificar las cantidades de volumen de agregados, cemento y la cantidad de agua exactas para que las propiedades del concreto sean las requeridas según, el tipo de concreto y la cantidad seleccionada en la cabina de control. La mezcladora y dosificadora como su nombre lo indica es la encargada de mezclar el triturado, arena, cemento y agua, y dosificar las cantidades correctas para que las proporciones sean las adecuadas.

El almacenamiento de los agregados se realiza en tolvas que separan el triturado y la arena, por otro lado, el cemento es almacenado en un silo, debido a que las condiciones ambientales producen la solidificación, generando la pérdida del cemento. Al iniciar el proceso de mezclado de los agregados, el triturado, la arena y el cemento, son vaciados en las básculas de pesaje por la apertura de las compuertas ubicadas en la parte inferior de cada una de las tolvas y del silo, por medio del accionamiento de cilindros neumáticos. En la figura 22 se muestra las tolvas de almacenamiento de los agregados y el silo para el cemento.



Figura 22. Almacenamiento de agregados y cemento

Iniciado el proceso de producción de concreto, los agregados y el cemento son depositados en la báscula de agregados y de cemento, en donde se pesan las cantidades solicitadas por el operador del equipo, el pesaje de los agregados es realizado por 4 celdas de carga ubicadas en cada extremo de la báscula de agregados y 3 distribuidas en la báscula del cemento. Las básculas se observan en la figura 23



Figura 23. Báscula de agregados y cemento

Después de pesadas las proporciones de agregados y cemento son transportados al punto de descarga de la mezcla, los agregados caen de la báscula a una banda transportadora y el cemento es impulsado por medio de un tornillo sin fin. En el punto de descarga se encuentra ubicado el camión de transporte del concreto (Mixer). En la figura 24 se muestra el sistema de transporte de los componentes.



Figura 24. Sistema de transporte de agregados y cemento

En el momento que el transporte de los agregados empieza hacia el punto de descarga, se inicia el bombeo del agua dosificada desde el tanque de almacenamiento hasta el punto de descarga, el agua cae directamente sobre el camión de transporte. La cantidad de fluido que se necesita es censada por un dispositivo instalado en la tubería del fluido, el cual envía una señal a la válvula de control que interrumpe el paso cuando se ha suministrado el volumen requerido.



Figura 25. Tanque de almacenamiento y bomba de alimentación

6.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS SUBSISTEMAS Y COMPONENTES DEL EQUIPO

El proceso realizado por el equipo de dosificación y mezclado de concreto, es realizado por un conjunto de subsistemas identificados y clasificados por su función específica dentro del sistema. Identificados los subsistemas se determinan los elementos que conforman el subsistema.

6.2.1 Subsistema hidráulico

El subsistema hidráulico es el encargado de impulsar el agua utilizada en el mezclado del concreto desde el tanque de almacenamiento del fluido, hasta el punto de descarga del concreto.

Los elementos que conforman el subsistema hidráulico son:

- Motor-bomba del Proceso
- Motor-bomba auxiliar del proceso
- Motor-bomba de suministro del tanque de almacenamiento
- Sensor de caudal
- Válvulas
- Tubería y accesorios

6.2.2 Subsistema neumático

El subsistema neumático cumple la función de mover los cilindros que se encargan de abrir y cerrar las compuertas en las tolvas de almacenamiento, el silo del cemento y las básculas de pesaje de los componentes del concreto, también se encarga de suministrar la presión para el funcionamiento de los vibradores ubicados en las basculas, además de alimentar los ductos de ventilación en el silo de cemento.

Los elementos que conforman el subsistema neumático son:

- Compresor
- Válvulas direccionales
- Cilindros de doble efecto
- Vibradores

- Red de distribución del aire

6.2.3 Subsistema de transporte de cemento y agregados

Como lo indica el nombre del sistema se encarga de transportar los agregados desde las básculas de pesaje, hasta el punto de descarga.

Los elementos que conforman el subsistema Transporte de Cemento y Agregados son:

- Motor-reductor tornillo sin fin
- Motor-reductor banda transportadora
- Banda del transporte
- Tornillo sin fin

6.2.4 Subsistema de almacenamiento de cemento y agregados

Este subsistema es el encargado de contener los agregados en las diferentes etapas del proceso, tales como en el suministro del triturado y la arena, como también en las basculas de pesaje.

- Silo de cemento
- Tolvas de agregados
- Bascula de agregados
- Bascula de cemento

6.2.5 Subsistema eléctrico y de control

En este subsistema se incorporan los componentes eléctricos que se encargan de alimentar eléctricamente el sistema, además de los instrumentos de medición para poder realizar el control en el sistema.

- Panel de control
- Sensor de caudal
- Celdas de carga
- Red eléctrica

6.3 IMPLEMENTACIÓN DEL RCM PARA LA MEZCLADORA Y DOSIFICADORA DE CONCRETO

La metodología propuesta por el RCM, parte de un análisis tipo AMEF (Análisis de Modo Efecto de Falla), desarrollado en un formato establecido por el RCM llamado “Hoja de información RCM” y en el cual se recopila del equipo la siguiente información de forma ordenada.

1. Función
2. Fallo funcional
3. Modo de fallo
4. Efecto de fallo

La información que se obtiene en la hoja de información se da a partir de la ejecución de la Fase 1, hasta la Fase 4 de la metodología RCM estipulada por la norma SAE JA1011, donde se debe responde a una serie de preguntas que enfocan a un análisis correcto de la metodología.

6.3.1 Determinación de las funciones del equipo

¿Cuáles son las funciones y respectivos estándares de desempeño de este bien en su contexto operativo presente?

Partiendo del cuestionamiento propuesto y por medio de un estudio detallado del funcionamiento del sistema, se enlistaron las funciones que deben cumplir la mezcladora y dosificadora de concreto.

1. Para Dosificar y Mezclar concreto a no menos de 40 m³/h.
2. Entregar cantidades de volumen de concreto de 1 hasta 7 m³ por lote y /o selección de los diferentes tipos de mezcla de concreto.
3. Transmitir una señal de alarma al control si la bomba y las celdas de carga fallan.
4. Transmitir una apariencia de excelente estado de la máquina y resaltar la buena imagen de la empresa.

Las funciones se plantearon tomando al equipo de forma global en un nivel medio de inspección, debido a que si el nivel de inspección era alto, las funciones nos direccionaban a la repetición de modos y efectos de falla, de los diferentes componentes del equipo, volviendo repetitivo y poco práctico el análisis.

6.3.2 Determinación de los fallos funcionales

¿En qué aspecto no responde al cumplimiento de sus funciones?

Contando con la lista de las funciones realizadas por el equipo analizado, se procede a la determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos que se pueden presentar a partir de la función analizada. Según la metodología del RCM la nomenclatura para enlistar los fallos debe ser alfabética. Se mostrar un ejemplo de cómo se enlistar los fallos funcionales de una de las funciones del equipo.

3	Transmitir una señal de alarma al control si la bomba y las celdas de carga fallan	A	No transmitir la señal de alarma de la bomba en el momento que ocurra una falla
		B	No transmitir la señal de alarma de las celdas de carga en el momento que ocurra una falla
		C	Emisión de señales de alarmas incorrectas de la bomba y las celdas de carga

Tabla 10. Hoja de información, función 3, fallas funcional. RCM mezcladora y dosificadora

Al final del capítulo se mostrara la *Hoja de Información* además de la *Plantilla Informativa* donde se tiene toda la información completa recopilada a partir de la implementación de la filosofía RCM.

6.3.3 Determinación de los modos de fallo

¿Que ocasiona cada falla funcional?

A partir de los fallos funcionales encontrados a partir de las funciones establecidas, se procede a determinación los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior, los cuales se enlistaran y enumeraran de existir múltiples modos de fallos, para una sola falla funcional.

A	No transmitir la señal de alarma de la bomba en el momento que ocurra una falla	1	No funcionamiento del sensor de caudal en el sistema hidráulico
		2	Mala conexión de las terminales del sensor de caudal o en el panel de control en el sistema Eléctrico y de Control
		3	El dispositivo visual de alarma no funciona (LED) del sistema de control
B	No transmitir la señal de alarma de las celdas de carga en el momento que ocurra una falla	1	Mala conexión de las celdas de carga de la bascula de agregados o cemento en el sistema Eléctrico y de Control
		2	El dispositivo visual de alarma no funciona (LED)
C	Emisión de señales de alarmas incorrectas de la bomba y las celdas de carga	1	desajuste del sensor de caudal de la bomba y las celdas de carga
		2	deterioro de la instalación eléctrica o de los sensores

Tabla 11. Hoja de información, fallas funcionales y modo de fallas. de la función 3. RCM mezcladora y dosificadora

6.3.4 Determinación de los efectos de falla

¿Qué sucede cuando se produce cada falla en particular?

Para cada modo de fallo establecido de las fallas funcionales, se hace el estudio de las consecuencias que acarrearán dentro del sistema o componente afectado y si estas consecuencias resultan evidentes o no para el grupo de operadores que interactúan con el equipo.

1	No funcionamiento del sensor de caudal en el sistema hidráulico	No registra la cantidad de caudal que está circulando por el sistema
2	Mala conexión de las terminales del sensor de caudal o en el panel de control en el sistema Eléctrico y de Control	Medición incorrecta de los datos registrados de caudal en el panel de control
3	El dispositivo visual de alarma no funciona (LED) del sistema de control	No emite la señal visual que registra la falla

Tabla 12. Hoja de información, Modos de Fallo y Efectos de fallas de la función 3 RCM Mezcladora y Dosificadora

6.4 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL RCM

En las tablas (13, 14, 15, 16 y 17) se muestra la *Hoja de Información* elaborada para el equipo de dosificación y mezcla de concreto, la cual contiene la información del análisis realizado sobre la identificación de las funciones del sistema, además de sus fallas funcionales, modos de fallas y efectos de falla.


		PLANTILLA INFORMATIVA DE RCM II	
SISTEMA: Dosificador y Mezclador de concreto		FACILITADORES: Carlos Antonio Valencia Quintero; Victor Hugo Morera Ardila	
CODIGO: 01020700		Fecha: 3-07-2013	AUDITOR: Carlos Borrás Pinilla
FUNCIONES	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	EFEECTO DE FALLA
1 Para Dosificar y Mezclar concreto a no menos de 40 m ³ /h	A Incapacidad total de producir concreto	1 Ruptura por fatiga en la base de los dientes de los engranajes del reductor de la banda transportadora.	Provoca exceso de ruido y aumento en las vibraciones ocasionando el daño y paro del reductor
		2 Pérdida del material del flanco de los dientes debido a Gripado o Picado del reductor de la banda transportadora	Provoca aumento de los juegos, funcionamiento impreciso y calentamiento excesivo
		3 Obstrucción de las rejillas de ventilación del motor de la banda transportadora	Recalentamiento del motor ocasionando la detención y fallo del motor
		4 Fallo en la transmisión de potencia del moto reductor de la banda transportadora	Las correas de transmisión de potencia se desajustan acortando el tiempo de vida útil
		5 Fallo en la transmisión de potencia del moto reductor de la banda transportadora	Las correas de transmisión de potencia presentan desgaste propio por el uso
		6 Fallo en la transmisión de potencia del moto reductor de la banda transportadora	Las correas de transmisión de potencia se revientan inhabilitando al motor de potencia
		7 La banda del sistema de transporte de agregados se daña	Incapacita al sistema de transporte de agregados para llevarlos desde las tolvas de almacenamiento al punto de descarga
		8 fallo de la transmisiones de potencia del compresor del sistema neumático	Las correas del compresor del sistema neumático se desajustan
		9 fallo de la transmisiones de potencia del compresor del sistema neumático	Las correas del compresor del sistema neumático presentan desgaste propio del uso
		10 fallo de la transmisiones de potencia del compresor del sistema neumático	Las correas del compresor del sistema neumático se revientan inhabilitando el compresor
		11 falta de lubricación de la unidad compresora de aire	Recalentamiento y aumento en las vibraciones en la unidad compresora, ocasionando el desgaste de los cilindros
		12 Exceso de polvo en el filtro de la unidad compresora	Sonidos inusuales debido a la escasez de aire impidiendo la circulación para llegara la presión de trabajo

Tabla 13. Hoja de información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 1.falla funcional A .RCM mezcladora y dosificador

		PLANTILLA INFORMATIVA DE RCM II	
SISTEMA: Dosificador y Mezclador de concreto		FACILITADORES: Carlos Antonio Valencia Quintero; Víctor Hugo Morera Ardila	
CODIGO: 01020700		Fecha: 3-07-2013	AUDITOR: Carlos Borrás Pinilla
FUNCIONES	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	EFEECTO DE FALLA
1 Para Dosificar y Mezclar concreto a no menos de 40 m ³ /h	B A plena producción no cumple con los requerimientos de 40 mc/h	1 Ruptura por fatiga en la base de los dientes de los engranajes del reductor de la banda transportadora.	Provoca exceso de ruido y aumento en las vibraciones ocasionando el daño y paro del reductor
		1 Pérdida del material del flanco de los dientes debido a Gripado o Picado de reductor del tornillo sin fin	La pérdida de material provoca aumento de los juegos, funcionamiento impreciso y calentamiento excesivo provocando daño del reductor
		2 Obstrucción de las rejillas de ventilación del motor del tornillo sin fin	Recalentamiento del motor ocasionando la detención y fallo del motor
		3 Fallo en la transmisión de potencia del moto reductor del tornillo sin fin	Traqueteo entre el eje del motor y el reductor ocasionando el fallo del acople evitando el movimiento del tornillo sin fin
		4 Fallo en la transmisión de potencia del moto reductor del Tornillo sin fin	Desajuste de los tornillos de fijación axial del acople del motor-reductor del Tornillo sin fin
		5 Fallo en la transmisión de potencia del motor-reductor del Tornillo sin fin	Desgaste por desalineación del acople del motor-reductor
		6 El motor de la bomba del sistema hidráulico no funciona	El agua para la mezcla del concreto no llega al punto de descarga
		7 Deterioro por corrosión o abrasión del cuerpo de la bomba del sistema hidráulico	fugaz de fluido que evitan que llegue el caudal requerido al punto de descarga del concreto
		8 Desgaste del rotor por abrasión o cavitación de la bomba del sistema hidráulico	Disminución de la cantidad bombeada, sonidos y vibraciones.
		9 Desgaste de los sellos de la bomba del sistema hidráulico	fugas de fluido que evitan que llegue el caudal requerido al punto de descarga del concreto
10 Lubricación carente de los rodamientos de la motobomba	Calentamiento, aumento de las vibraciones y ruido produciendo detrimento del caudal bombeado		

Tabla 14. Hoja de Información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 1, falla funcional B.RCM mezcladora y dosificadora.

		PLANTILLA INFORMATIVA DE RCM II	
SISTEMA: Dosificador y Mezclador de concreto		FACILITADORES: Carlos Antonio Valencia Quintero; Victor Hugo Morera Ardila	
CODIGO: 01020700		Fecha: 3-07-2013	AUDITOR: Carlos Borrás Pinilla
FUNCIONES	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	EFFECTO DE FALLA
2 Entregar cantidades de volumen de concreto de 1 hasta 7 m ³ por lote y/o selección de los diferentes tipos de mezcla de concreto	A No suministra la cantidad de volumen solicitado dentro de los parámetros de desviación establecidos y/o Las proporciones de cada tipo de concreto no son acordes a las establecidas	1 Desgaste de los sellos de los actuadores ubicados en las compuertas de las tolvas de almacenamiento	Sonido por la fuga del aire en el cilindro evitando el accionamiento por pérdida de la presión de trabajo
		2 Desajuste de las compuertas en el cierre de la tolvas de almacenamiento	Flujo permanente de material ocasionando medidas erróneas en los volúmenes demandados
		3 Deterioro de las compuertas de las tolvas de almacenamiento por abrasión y corrosión	Flujo permanente de material ocasionando medidas erróneas en los volúmenes demandados
		4 Pérdida de material debido a orificios en la superficie de la banda en el sistema de transporte	Acumulación de material debajo de la banda por pérdida deliberada de material durante el transporte al punto de descarga
		5 Mala conexión de las celdas de carga de la bascula de agregados o cemento en el sistema Eléctrico y de Control	Medición incorrecta de los datos registrado de peso en el panel de control

Tabla 15. Hoja de Información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 2. RCM mezcladora y dosificadora.

		PLANTILLA INFORMATIVA DE RCM II	
SISTEMA: Dosificador y Mezclador de concreto		FACILITADORES: Carlos Antonio Valencia Quintero; Victor Hugo Morera Ardila	
CODIGO: 01020700		Fecha: 3-07-2013	AUDITOR: Carlos Borrás Pinilla
FUNCIONES	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	EFFECTO DE FALLA
3 Transmitir una señal de alarma al control si la bomba y las celdas de carga fallan	A No transmitir la señal de alarma de la bomba en el momento que ocurra una falla	1 No funcionamiento del sensor de caudal en el sistema hidráulico	No registra la cantidad de caudal que esta circulando por el sistema
		2 Mala conexión de las terminales del sensor de caudal o en el panel de control en el sistema Eléctrico y de Control	Medición incorrecta de los datos registrado de caudal en el panel de control
		3 El dispositivo visual de alarma no funciona (LED) del sistema de control	No emite la señal visual que registra la falla
	B No transmitir la señal de alarma de las celdas de carga en el momento que ocurra una falla	1 Mala conexión de las celdas de carga de la bascula de agregados o cemento en el sistema Eléctrico y de Control	No emite la señal de advertencia que registra la falla
		2 El dispositivo visual de alarma no funciona (LED)	No emite la señal visual que registra la falla
	C Emisión de señales de alarmas incorrectas de la bomba y las celdas de carga	1 desajuste del sensor de caudal de la bomba y las celdas de carga	Los valores medidos de caudal y peso no son coherentes con la realidad
2 deterioro de la instalación eléctrica o de los sensores		Los valores medidos de caudal y peso no son coherentes con la realidad	

Tabla 16. Hoja de Información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 3. RCM mezcladora y dosificadora.


		PLANTILLA INFORMATIVA DE RCM II	
SISTEMA: Dosificador y Mezclador de concreto		FACILITADORES: Carlos Antonio Valencia Quintero; Víctor Hugo Morera Ardila	
CODIGO: 01020700		Fecha: 3-07-2013	AUDITOR: Carlos Borrás Pinilla
FUNCIONES	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO	EFECTO DE FALLA
4 Transmitir una apariencia de excelente estado de la maquina y resaltar la buena imagen de la empresa	A Considerable deterioro de los elementos constitutivos del equipo	1 Condiciones extremas ambientales y de operación	Deterioro de la pintura por la añadidura de material, condiciones climáticas
		2 Corrosión y abrasión en la superficie del equipo	Deterioro y debilitación de las superficies afectadas
		3 Desprendimiento o desmontaje de la estructura del equipo	Debilitamiento de la estructura afectada exponiendo a los operarios a accidentes

Tabla 17. Hoja de Información. Análisis de modos y efectos de falla de la función 4. RCM mezcladora y dosificadora.

A partir de la hoja de información y para cada fallo de función definido, por medio del “Diagrama de decisiones RCM” el cual se muestra en la figura 26, a través de una secuencia lógica en el diagrama, la cual consta de recorrer desde la parte superior izquierda hacia la parte inferior derecha, dependiendo de la respuesta a las preguntas establecidas en el diagrama, se obtiene la hoja de decisiones, la cual establece las tareas de mantenimiento que se deben aplicar según lo indique el diagrama de decisiones (Moubray 1997).

Las tareas de mantenimiento según el RCM pueden ser:

- Tareas Proactivas (preventivas), que corresponden a una estrategia de prevención de fallas:
 - Sustitución y Reacondicionamiento Cíclico.
 - Condicionales o Predictivas
- Acciones a falta de una tarea proactiva efectiva, que corresponden a una estrategia de acción contra la falla:

- Búsqueda de fallas ocultas.
- Rediseño.
- Mantenimiento a rotura o avería.

Fuente: Moubray John. Mantenimiento centrado en confiabilidad, biddles Lta, Gran Bretaña, 2005.

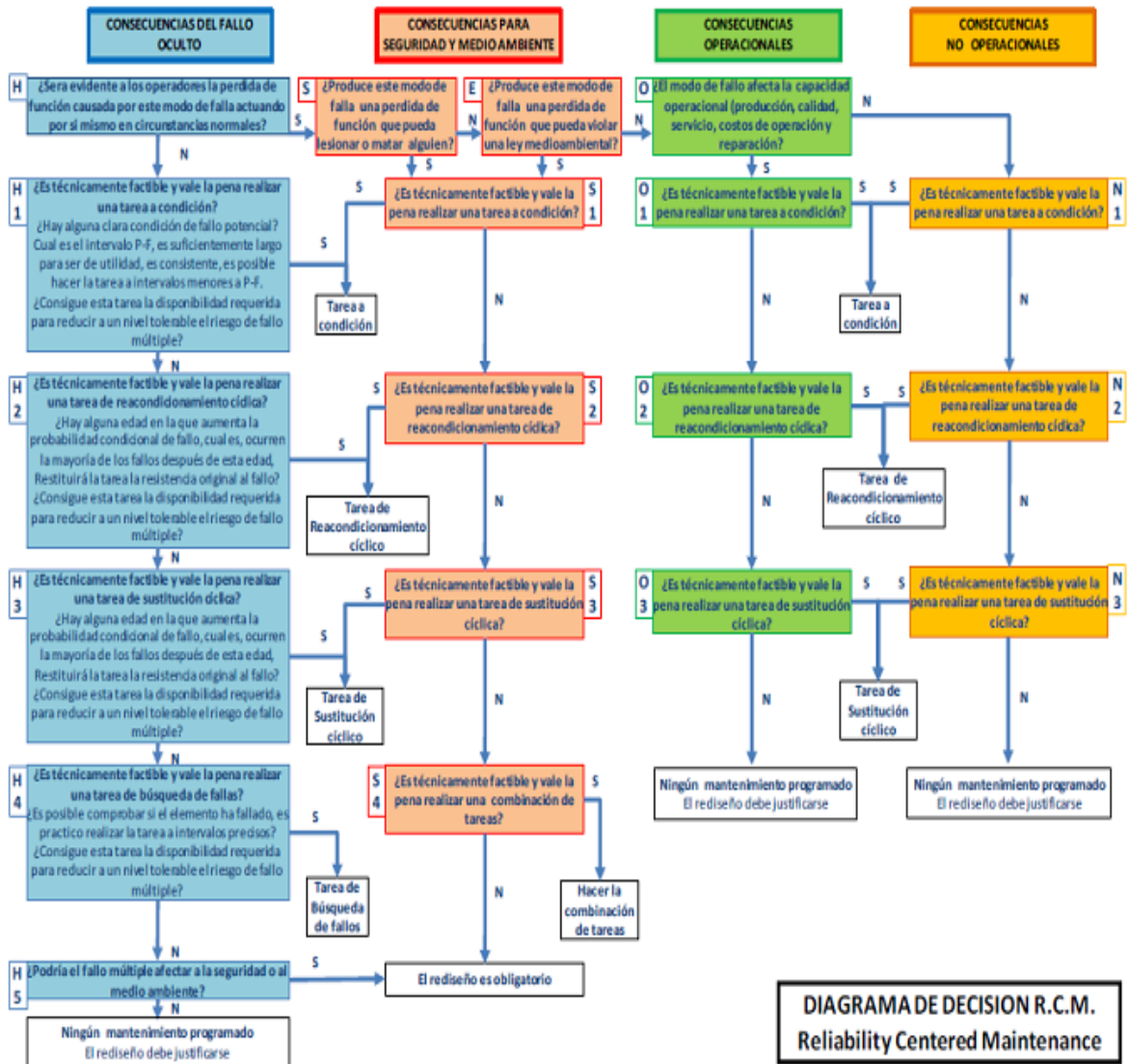


Figura 26. Diagrama de decisiones RCM

En las tablas 18 y 19 se muestra la *Hoja de decisiones* elaborada para el equipo de dosificación y mezcla de concreto, la cual contiene las tareas de mantenimiento.

														HOJA DE DECISION RCM II		
Referencia de información		Evaluación de las consecuencias						H1 H2 H3			Tareas "a falta de"			FACILITADORES: Carlos Antonio Valencia Quintero; Víctor Hugo Morera Ardila		
								S1	S2	S3				AUDITOR: Carlos Borrás Pinilla		Fecha: 3-07-2013
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4	Tareas Propuestas	Intervalo	Puede ser realizado por	
1	A	1	N	N	N	S	N	S					Recambio de la unidad afectada o del reductor	A condición	Técnico	
1	A	2	N	N	N	N	S						Inspección visual y auditiva	Semestral	Operario	
1	A	3	S	N	N	S	S						Limpieza del sistema de refrigeración del motor	Trimestral	Operario	
1	A	4	S	N	N	S	S						Inspección para corroborar la pretensión	24 horas después de instalada y/o Bimestral	Operario	
1	A	5	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de las correas	5000 Horas	Técnico	
1	A	6	S	N	N	S	N	S					Cambio de las correas	A condición	Técnico	
1	A	7	S	N	N	S	N	N	S				Reemplazo de la banda	A condición	Operario	
1	A	8	S	N	N	S	S						Inspección para corroborar la pretensión	24 horas después de instalada y/o Bimestral	Operario	
1	A	9	S	N	N	S	N	N	S				Cambio de las correas	5000 Horas	Técnico	
1	A	10	S	N	N	S	N	S					Cambio de las correas	A condición	Técnico	
1	A	11	N	N	N	N	S						Inspección y lubricación de la unidad compresora	Mensual	Operario	
1	A	12	N	N	N	S	N	S					Cambio del filtro	Trimestral	Operario	
1	A	1	N	N	N	S	N	S					Recambio de la unidad afectada o del reductor	A condición	Técnico	
1	B	1	N	N	N	N	S						inspección visual y auditiva	Semestral	Operario	
1	B	2	S	N	N	N	S						Limpieza del sistema de refrigeración del motor	Trimestral	Operario	
1	B	3	S	N	N	S	N	S					Verificación del estado del acople	Trimestral	Técnico	
1	A	4	S	N	N	S	N	S					Inspección y ajuste del acople	Semestral	Operario	
1	A	5	S	N	N	S	N	N	S				Cambio del acople	A condición	Técnico	
1	B	6	S	N	N	N	N	S					OVERHAULING	A condición	Técnico	
1	B	7	S	N	N	N	S						Inspección visual y limpieza del cuerpo de la bomba	Mensual	Operario	
1	B	8	N	N	N	N	N	S					Reemplazo del rotor de la bomba	A condición	Técnico	
1	B	9	S	N	N	N	N	S					Reemplazo de los sellos de la bomba del sistema hidráulico	Anual	Técnico	
1	B	10	N	N	N	N	N	S					Lubricación o reemplazo de los rodamiento de la motobomba	Semestral	Técnico	

Tabla 18. Hoja de decisiones de la mezcladora y dosificadora de concreto. Parte 1.


														HOJA DE DECISION RCM II		
Referencia de información		Evaluación de las consecuencias						H1 H2 H3			Tareas "a falta de"			FACILITADORES: Carlos Antonio Valencia Quintero; Victor Hugo Morera Ardila		
								S1 S2 S3						AUDITOR: Carlos Borrás Pinilla		Fecha: 3-07-2013
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4	Tareas Propuestas	Intervalo	Puede ser realizado por	
2	A	1	S	N	N	S	N	S					Reemplazo de los sellos de los actuadores neumáticos	Anual	Técnico	
2	A	2	S	N	N	N	N	S					Ajuste y alineación	Semestral	Operario	
2	A	3	S	N	N	N	S						Limpieza o reemplazo	Semestral	Operario	
2	A	4	S	N	N	N	N	S					Reparación de los orificios de la banda	A condición	Operario	
2	A	5	N	N	N	N	S						Reajuste y comprobación de las terminales de los contactos de las celdas de carga	Semestral	Técnico	
3	A	1	S	N	N	N	N	S					Reemplazo del sensor de caudal	A condición	Técnico	
3	A	2	N	N	N	N	S						Reajuste y comprobación de las terminales de los contactos del sensor de caudal	Semestral	Técnico	
3	A	3	N	N	N	N	S						Inspección del dispositivo y remplazo de ser necesario	Semestral	Operario	
3	B	1	N	N	N	N	N	S					Reajuste y comprobación de las terminales de los contactos	Semestral	Técnico	
3	B	2	N	N	N	N	S						inspección del dispositivo y remplazo de ser necesario	Semestral	Técnico	
3	C	1	N	N	N	N	N	S					Ajuste de las celdas de carga y el sensor de caudal	Anual	Técnico	
3	C	2	N	N	N	N	N	S					Comprobación o reemplazo del sistema eléctrico	Anual	Técnico	
4	A	1	S	N	N	N	S						Limpieza de la superficie del equipo	Trimestral	Operario	
4	A	2	S	N	N	N	S						Limpieza y aplicación de material anticorrosivos en las superficies	Anual	Operario	
4	A	3	S	S	N	S	N	S					Ajuste de la estructura	Anual	Operario	

Tabla 19. Hoja de decisiones de la mezcladora y dosificadora de concreto. Parte 2

6.5 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MEZCLADORA Y DOSIFICADORA A PARTIR DEL ANÁLISIS RCM

Posteriormente de crear la hoja de decisiones, de la cual se parte para la creación del plan de mantenimiento, el cual consta de describir la tarea de mantenimiento o rutina que se debe ejecutar al componente del subsistema identificado, además de definir el personal de mantenimiento, el tiempo ideal para la realización de la rutina programado y el tipo de mantenimiento que se debe realizar

Los tipos de tareas que se plantean son:

- A condición
- Preventivas
- Correctivas

Las tareas a condición son establecidas por el tiempo de vida del componente analizado y las cuales no justifican económicamente la implantación de un plan de mantenimiento preventivo ni proactivo, debido a que los costos de fallo del componente son menores, que la ejecución de un plan de mantenimiento.

Las tareas de mantenimiento preventivas, constan básicamente de inspección, limpieza y ejecución de algún cambio de componente programado, el cual no interrumpirá el proceso debido a que son realizadas en jordanas de no funcionamiento del equipo.

Las tareas correctivas que se dan en el plan de mantenimiento, están dadas básicamente, por la falta de equipos para realizar mantenimiento predictivo, con el fin de estimar el tiempo de fallo del equipo y si el funcionamiento se da de forma correcta en condiciones de operación normales y las cuales no se pueden detectar por rutinas de inspección.

Todos los datos registrados fueron supervisados por el personal de mantenimiento y los operarios, quienes suministraron las fuentes de información de mantenimientos anteriores realizados, tareas realizadas, tiempos de mantenimiento y personal encargado de ejecutar dichas tareas.

			PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MEZCLADORA Y DOSIFICADORA DE CONCRETO				
1	Motor-Reductor B:T	Sub. Transporte C y A	Recambio de la unidad afectada o del reductor	Correctivo	A condición	Técnico	24 Horas
2	Motor-Reductor B:T	Sub. Transporte C y A	Inspección visual y auditiva	Preventivo	Semanal	Operario	0.5 Horas
3	Motor-Reductor B:T	Sub. Transporte C y A	Limpieza del sistema de refrigeración del motor	Preventivo	Trimestral	Operario	2 Horas
4	Motor-Reductor B:T	Sub. Transporte C y A	Inspección para corroborar la pretensión	Preventivo	24 horas de instalada o Bimestral	Operario	0.25 Horas
5	Motor-Reductor B:T	Sub. Transporte C y A	Cambio de las correas	Preventivo	5000 horas	Técnico	2 Horas
7	Motor-Reductor T.S.F	Sub. Transporte C y A	Recambio de la unidad afectada o del reductor	Correctivo	A condición	Técnico	24 Horas
8	Motor-Reductor T.S.F	Sub. Transporte C y A	inspección visual y auditiva	Preventivo	Semanal	Operario	0.5 Horas
9	Motor-Reductor T.S.F	Sub. Transporte C y A	Limpieza del sistema de refrigeración del motor	Preventivo	Trimestral	Operario	2 Horas
10	Motor-Reductor T.S.F	Sub. Transporte C y A	Verificación del estado del acople	Preventivo	Trimestral	Operario	0.25 Horas
11	Motor-Reductor T.S.F	Sub. Transporte C y A	Inspección y ajuste del acople	Preventivo	Semestral	Operario	0.5 Horas
12	Motor-Reductor T.S.F	Sub. Transporte C y A	Cambio del acople	Cambio a condición	A condición	Técnico	2 Horas
13	Banda Transportadora	Sub. Transporte C y A	Reemplazo de la banda	Correctivo	A condición	Técnico	1 Semana
14	Banda Transportadora	Sub. Transporte C y A	Reparación de los orificios de la banda	Preventivo	A condición	Operario	3 Horas
15	Moto-Bomba	Sub. Hidráulico	OVERHAULING del motor de la bomba	Correctivo	A condición	Técnico	24 Horas
16	Moto-Bomba	Sub. Hidráulico	Inspección visual y limpieza del cuerpo de la bomba	Preventivo	Mensual	Operario	1 Hora
17	Moto-Bomba	Sub. Hidráulico	Reemplazo del rotor de la bomba	Correctivo	A condición	Técnico	4 Horas
18	Moto-Bomba	Sub. Hidráulico	Reemplazo de los sellos de la bomba del sistema hidráulico	Correctivo	Annual	Técnico	4 Horas
19	Moto-Bomba	Sub. Hidráulico	Lubricación o reemplazo de los rodamiento de la motobomba	Preventivo	Semestral	Operario	4 Horas
20	Compresor	Sub. Neumático	Inspección para corroborar la pretensión	Detectivo	24 horas después de instalada y/o Bimestral	Operario	0.5 Horas
21	Compresor	Sub. Neumático	Cambio de las correas	Preventivo	5000 horas	Técnico	2 Horas
23	Compresor	Sub. Neumático	Inspección y lubricación de la unidad compresora	Preventivo	Mensual	Operario	0.5 Horas
24	Compresor	Sub. Neumático	Cambio del filtro	Cambio a condición	500 Horas	Operario	0.5 Horas
25	Cilindros Hidráulico	Sub. Neumático	Reemplazo de los sellos de los actuadores neumáticos	Cambio a condición	Annual	Técnico	4 Horas
26	Celdas de Carga	Sub. Eléctrico y Control	Reajuste y comprobación de las terminales de los contactos de las celdas de carga	Detectivo	Semestral	Operario	0.5 Horas
27	Celdas de Carga	Sub. Eléctrico y Control	Reemplazo de las celdas de carga	Correctivo	A condición	Técnico	2 Horas
28	Sensor de Caudal	Sub. Eléctrico y Control	Reajuste y comprobación de las terminales de los contactos del sensor de caudal	Detectivo	Semestral	Operario	0.25 Horas
29	Sensor de Caudal	Sub. Eléctrico y Control	Reemplazo del sensor de caudal	Correctivo	A condición	Técnico	1 Hora
30	Bombillos de Alarma	Sub. Eléctrico y Control	Inspección de los Leds que emiten la alarma, y reemplazo de ser necesario	Detectivo	Semestral	Operario	0.5 Horas
31	Red eléctrica	Sub. Eléctrico y Control	Comprobación o reemplazo del sistema eléctrico	Detectivo	Annual	Técnico	0.5 Horas
32	Compuertas de tolvas	Sub. Almacenamiento C y A	Ajuste y alineación	Preventivo	Semestral	Operario	1 Hora
33	Compuertas de tolvas	Sub. Almacenamiento C y A	Limpieza o reemplazo	Preventivo	Semestral	Operario	1 Hora
34	Estructura del equipo	Sub. Almacenamiento C y A	Limpieza de la superficie del equipo	Preventivo	Trimestral	Operario	3 Horas
35	Estructura del equipo	Sub. Almacenamiento C y A	Limpieza y aplicación de material anticorrosivos en las superficies	Preventivo	Annual	Operario	24 Horas
36	Estructura del equipo	Sub. Almacenamiento C y A	Ajuste de la estructura	Preventivo	Annual	Operario	2 Horas

Tabla 20. Plan de mantenimiento para la mezcladora y dosificadora de concreto

7 SISTEMA DE INFORMACION

Se realizó un sistema de información con el objetivo de organizar el área de mantenimiento y así poder tener a la mano la información que se obtiene. El software diseñado tiene la oportunidad de almacenar datos como equipos, rutinas de mantenimiento, historial del equipo, ordenes de trabajo, almacén, indicadores de gestión, costos del mantenimiento, información del personal e información de los proveedores.

El sistema de información cuenta con la herramienta de generar alarmas, donde podemos observar las rutinas de mantenimiento pendientes que se tiene que ejecutar, las órdenes de trabajo pendiente por realizar y cantidad mínima de stocks en el almacén.

7.1 OBJETIVOS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN⁹

Actualmente con la informatización de las organizaciones y la aparición de las nuevas aplicaciones de software operacionales de sistema de información, la finalidad principal de los sistemas de información en el área de mantenimiento es

⁹ ROYS P,Luis Carlos y Rey Rey, Vladimir. Implementación de un sistema de información para la empresa .ORETECOL. Ltda. Para la gestión del mantenimiento. Trabajo de grado en modalidad investigación.268p.

dar soporte a los procesos básicos de la organización de mantenimiento, es por eso que una empresa que aspire a ser más competitiva y eficiente debe adoptar técnicas y sistemas que le permitan garantizar la continuidad de sus procesos productivos y uniformidad en la calidad de sus productos y servicios. Algunos de los objetivos de un sistema de información son:

- Proporcionar datos oportunos y exactos que permitan tomar decisiones acertadas.
- Garantizar información exacta y confiable así como su almacenamiento de tal forma que este disponible cuando se necesite.
- Servir como herramienta para que los gerentes realicen planeación, control y toma de decisiones de la empresa.
- Prolongar la vida útil de los equipos de la empresa.
- Controlar el costo directo de mantenimiento de la empresa, mediante el uso adecuado eficiente del tiempo, materiales, mano de obra y servicios.

7.2 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE INFORMACION PARA EL MANTENIMIENTO

7.2.1 Administración del equipo

La mejora de la eficacia del equipo, requiere la medición de las pérdidas que afectan la disponibilidad del equipo, su eficiencia y la calidad del producto. La información básica que debe contener un equipo es:

- Código
- Especificaciones

- Número de serie
- Fabricante
- Ubicación
- Fecha de fabricación
- Existencia de historial de vida de los equipos
- Existencia de criterios de jerarquización de los equipos
- Existencia de archivos de información técnica de los equipos
- Información sobre la condición del equipo en cualquier momento

7.2.2 Órdenes de trabajo

El propósito del sistema de órdenes de trabajo es proporcionar medios para solicitar por escrito el trabajo que va a realizar el departamento de mantenimiento, seleccionar por operación el trabajo solicitado, asignar el mejor método y los trabajadores más calificados para el trabajo, reducir el costo mediante una utilización eficaz de los recursos, mejorar la planeación y la programación del trabajo de los equipos en su identificación (normalmente asociada a un código), ubicación, fecha de instalación, estado o condición, información técnica, historial del equipo (incluye fallas registradas y tipo de fallas) y herramientas utilizadas.

Información contenida en la ODT:

- Tiempo consumido en el trabajo
- Tiempo muerto
- Fecha y hora de culminación de los trabajos
- Causa de las fallas

- Consecuencia de las fallas
- Materiales utilizados
- Herramientas utilizadas

7.2.3 Administración de las especialidades de mantenimiento

El seguimiento a las especialidades de mantenimiento resulta crucial para suministrar a la unidad de planificación la información necesaria para programar las ODT's. El sistema de información debe contener información referente a: nombre del personal, fecha de contratación, especialidad, salario, cargo, código de la especialidad, estado de la especialidad (asignación, vacaciones, médico, en servicio), entre otras.

Los resultados del estudio muestran una escasa inclinación hacia el registro de la información de los trabajadores por parte de la gestión de mantenimiento, ya que esta responsabilidad se considera propia del departamento de recursos humanos, lo cual desde el punto de vista del manejo de la información para la planificación y el control de las actividades de mantenimiento representa una gran debilidad, dado que de la administración apropiada de este recurso depende en gran medida la eficiencia de la gestión de mantenimiento

7.2.4 Abastecimiento y control de materiales

Un funcionamiento adecuado del sistema de mantenimiento depende en gran medida de la administración de los inventarios de materiales. De hecho, una parte significativa del presupuesto de mantenimiento está representado por este rubro, lo cual induce a la consideración de factores económicos. Si la inversión es excesiva los resultados son elevados costos de mantenimiento de inventario. Por el contrario, si no se cuenta con las refacciones y materiales necesarios para las reparaciones y servicios de los equipos, el costo de tiempo muerto se puede incrementar enormemente. Por ello, los esfuerzos deben estar dirigidos a lograr un sistema de administración de inventarios equilibrado. En el proceso de elaboración de una ODT, el planificador identifica los materiales que se requerirán, para lo cual debe verificar que se cuente con las existencias necesarias.

Información registrada en la base de datos del almacén debe contener lo siguiente:

- Código
- Descripción del material o repuesto
- Proveedor
- Cantidad en existencia
- Precio
- Clasificación
- Permite la consulta de la condición del inventario en cualquier momento.
- Registra información sobre los proveedores.

7.2.5 Informes de desempeño

El control de las actividades de mantenimiento debe estar soportado por un sistema de información que permita la recopilación de los datos de mantenimiento y permita determinar el estado de las mismas, así como mostrar el desempeño con relación a lo planificado. El departamento de mantenimiento debe contar con un sistema de informes regulares que reflejen el estado del mantenimiento, un resumen del trabajo de mantenimiento realizado, una lista de los gastos de mantenimiento por centro de costos o equipos importantes, informes de trabajos pendientes en términos de horas-hombre, informes de inspección del mantenimiento preventivo, tiempo muerto del equipo principal, informe de ODT's abiertas, informes de eficiencia que comparan las horas estimadas contra las horas reales, informes de variación del presupuesto mensual de mantenimiento respecto al consumo materiales y mano de obra, entre otros.

Genera reportes periódicos sobre la ejecución de las actividades de mantenimiento.

Información contenida en los informes:

- Fallas
- ODT's atendidas
- Estadísticas de los tiempos de operación de los equipos
- Estadísticas de los tiempos de parada de los equipos
- Costo de los materiales y repuestos
- Costo de la mano de obra
- Estadísticas de los tiempos de reparación
- Permite conocer el estatus de las ODT's en cualquier momento.

7.2.6 Generar indicadores de desempeño.

Indicadores generados en el sistema de información son:

- Porcentaje de órdenes satisfechas a tiempo
- Disponibilidad
- Confiabilidad
- Mantenibilidad

7.3 MODULOS DEL SISTEMA DE INFORMACION

El sistema de información cuantas con 5 módulos básicos, los cuales hacen que el programa se desarrolle exitosamente dando buenos resultados para la empresa. Los cuales son:

1. Equipos
2. Mantenimiento
3. Almacén
4. Talento humano
5. Informes

7.3.1 Equipos

Son los activos de la empresa que hacen parte de la producción del concreto, se genera el modulo para tener un orden y un control y así poder contribuir en el

mejoramiento de la empresa. El módulo se divide en los diferentes departamentos de la empresa como:

Parque Automotor

Área de Producción

Equipos Críticos

Oficina

Al seleccionar algún equipo de cualquier departamento podemos encontrar su ficha técnica donde encontraremos información general del equipo como nombre, marca, código, # de serie, especificaciones técnicas del fabricante, observaciones, nivel de criticidad y su respectiva imagen. Además en su vista general de la ficha técnica se puede observar el historial de mantenimiento del equipo, también se encuentran las rutinas de mantenimiento que posee el equipo que contendrá la tarea a realizar, la periodicidad, la fecha a realizar y a que elemento del equipo se le pretende hacer el mantenimiento.

Información de Equipos

Maquina:	Mixer SXS 385	Marca:	Hyundai
Modelo:	2009	Código:	01031504
Fecha recepción:	2013-06-11	Numero de serie:	KMCDH185P9CO28366
Catálogo:	Descargar	Valor (pesos):	350000000
Departamento:	Parque Automotor		

Imagen



Figura 27. Ficha técnica del equipo en el sistema de información

7.3.2 Mantenimiento

Es un módulo muy importante para la empresa ya que encontramos las diferentes órdenes de trabajo pendientes y un historial de órdenes donde se dividen en historial preventivo e historial correctivo

Una orden de trabajo contiene principalmente información acerca de la realización de una tarea de mantenimiento, podemos encontrar fecha de realización, quien lo realiza, costo, material utilizado, quien recibe, tarea a realizar, equipo, observaciones etc.

Agregando Orden de trabajo

Nombre de orden:	<input type="text"/>
# orden:	<input type="text"/>
Tiempo estimado de ejecución (horas):	<input type="text"/>
Observación:	<input type="text"/>
* Fecha programacion:	<input type="text" value="YYYY-mm-dd"/>
* Asignado a:	<input type="text" value="Seleccione opción"/>
* Tipo tarea:	<input type="text" value="Seleccione opción"/>
rutina asociada:	<input type="text" value="Seleccione opción"/>
Solicitante:	<input type="text" value="Seleccione opción"/>
* Maquina:	<input type="text" value="Seleccione opción"/>

Figura 28. Formato creación de orden de trabajo en el sistema de información

7.4.3 Almacén

Este módulo fue una propuesta que se le suministró a la empresa para tener un mejor control de los elementos constitutivos de los equipos en operación, para no

tener paradas prolongadas por falta de aquellos elementos, conteniendo inventarios de herramientas, repuestos, niveles de stock y información de los proveedores. En el listado de elementos encontramos información muy importante como: proveedor, fabricante, costo, stock mínimo, cantidad actual.

código	Nombre	Clasificación	Tipo	Proveedor	Fabricante	Unidad de medida	Cantidad actual	Stock mínimo	Costo por unidad	Ubicación	Precio	Acciones
161610	amortiguador	Repuesto	Piezas moviles	proveedor 1	proveedor 1	CAJA	3	2	45000	0		
12	12	Material	Piezas estructurales	proveedor 1	proveedor 1	CAJA	11	10	11	0		

Figura 29. Lista de elementos en el almacén en el sistema de información

7.4.4 Talento humano

En este módulo se puede encontrar un listado de todo el personal con toda la información correspondiente a los empleados de la empresa. Tal como cargo, sueldo, nombre, apellidos, dirección, teléfono, estudios, cedula, correo, registro fotográfico.

Detalles

Rol:
Nombres:
Apellidos:
Password:
Username:
email:
Documento:
Telefono:
Descripción:
Nombre:
Direccion:
Telefonos:
Dirección vivienda:
Fecha nacimiento:
EPS:
arp:
Costo mano de obra (Hora):

Figura 30. Formato información del personal en el sistema de información

7.4.5 Informes

Se encuentran los diferentes indicadores de gestión del mantenimiento como Confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y los costos de mantenimiento de los equipos de la empresa.

Para cada equipo de la empresa se puede encontrar los diferentes indicadores de gestión anexándolos en tiempos y costos, desarrollando una grafica por ano, donde podemos encontrar promedio mensual para así ayudar a la toma de decisiones de los altos directivos de la empresa.

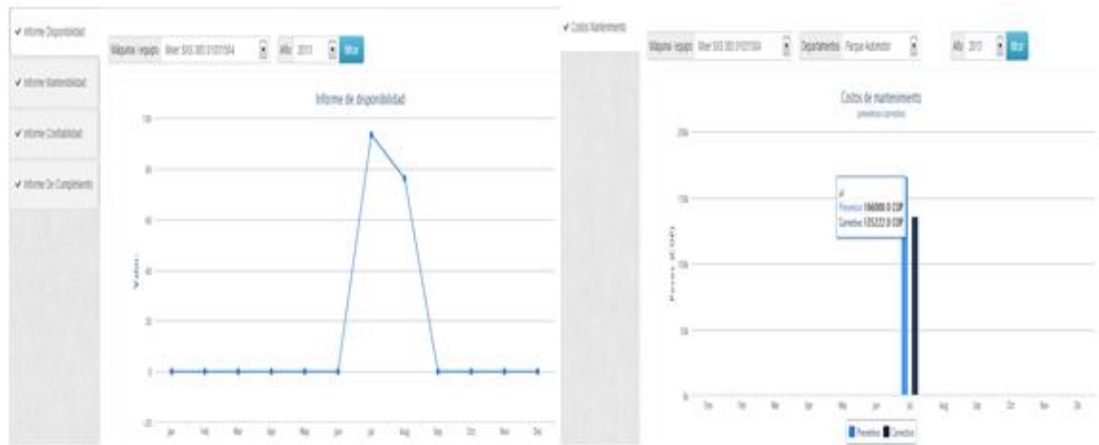


Figura 31. Indicadores de mto y costos de mto en el sistema de información

CONCLUSIONES

- Se realizó un inventario general de los equipos de la productora de concreto Hormigón Colombia S.A. en sus distintos departamentos como oficina, área de producción y parque automotor, para una totalidad de 41 equipos los cuales hacen parte del mantenimiento de la empresa.
- Teniendo una lista de los activos de la empresa, se diseñó y elaboró un sistema de codificación por medio del método sistema de codificación significativos que identifica a cada uno de los equipos dentro de la organización de tal forma que especifique, la planta donde se encuentra, el área de trabajo dentro de la planta, el número del equipo y cantidad de equipos de la misma clase, para así llevar un control preciso en la administración del mantenimiento de los equipos dentro de la organización
- A partir del inventario general elaborado en Hormigón Colombia S.A. se estableció la jerarquización de los equipos a partir de un análisis de criticidad por el método de factores ponderados basado en el concepto de riesgos el cual nos arrojó un equipo crítico el cual fue la mezcladora y dosificadora de concreto, 14 equipos medianamente críticos y 26 equipos no críticos
- Se diseñó un formato de ficha técnica y rutinas de mantenimiento para el levantamiento de la información general, especificaciones técnicas y

operacionales del equipo, y se implementaron para cada uno de los equipos de los diferentes departamentos inventarios en la empresa Hormigón Colombia S.A.

- Se desarrolló la metodología impuesta por el RCM para el equipo crítico que resulto del análisis de criticidad el cual fue la mezcladora y dosificadora del departamento área de producción
- Se establecieron los modos y efectos de falla para la mezcladora y dosificadora de concreto en conjunto con los operadores de la planta, y partir de este análisis y con ayuda del diagrama de decisiones se elaboraron *la hoja decisiones y hoja de información* que arroja el análisis de RCM y con las cuales posteriormente se desarrolló el plan de mantenimiento para el equipo.
- Se crearon las rutinas de mantenimiento para los equipos inventariados en los diferentes departamentos de la empresa Hormigón Colombia S.A. las cuales especifica la tarea a realizar y frecuencia a partir de las recomendaciones de los fabricantes y experiencia de los operarios.
- Se diseñó y elaboro un sistema de información en lenguaje de programación PHP y motor base de datos MYSQL para la administración del mantenimiento el cual contiene los módulos de equipos, mantenimiento, almacén, talento humano, gestión e informes de indicadores de mantenimiento para la procesadora de concreto Hormigón Colombia S.A

RECOMENDACIONES

- Para obtener óptimos resultados en el plan de mantenimiento centrado en confiabilidad que se realizó a la mezcladora y dosificadora de concreto, se necesita que la empresa, lleve el control minucioso en la ejecución de todas las tareas provistas por el análisis desarrollado, y se realicen las tareas en las frecuencias establecidas.
- El sistema de información es una herramienta muy útil en la administración del mantenimiento de los equipos, pero es deber de la empresa designar a un encargado, el cual se encargue de retroalimentar constantemente el sistema, debido a que si el sistema no es actualizado puede llegar a ser una herramienta obsoleta, sin cumplir con los resultados que se desean.
- Crear conciencia a cada uno de los empleados y directivos de la organización, que el mantenimiento es una ayuda que se tiene para optimizar los procesos e incrementar la vida útil de los equipos, además de contribuir en la reducción de costos por mantenimiento.

BIBLIOGRAFIA

- CONSUEGRA T, Juan Pablo y SANTAMARIA T, Javier A. diseño e implementación de un sistema de información para la administración del mantenimiento de la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. Trabajo de grado en modalidad de investigación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de físico-Mecánicos. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2009. P185.

- GONZALEZ B, Carlos R. Mantenimiento y montajes. En: Asignatura de mantenimiento y montajes. (2007: Bucaramanga). Lecturas y diapositivas de la asignatura mantenimiento y montajes. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2007.

- MOJICA S, Ricardo Arturo. Plan de Mantenimiento Preventivo para línea de producción de baldosa en la planta Baldosines Torino S.A. Trabajo de grado en modalidad de investigación. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de físico-Mecánicos. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2010. P37.

- MOUBRAY John. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Industrial press Inc. Segunda edición.

- RODRIGUEZ L, Miguel A. estudio del mantenimiento de los equipos críticos de un sistema de deshidratación de gas natural (basado en MCC). Trabajo especial de grado. Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2002. P63.

- S.I: Manual de Indicadores de Mantenimiento. Capítulo 4, indicadores de efectividad.

- S.I: Manual del ingeniero de mantenimiento, gestión moderna del mantenimiento. Capítulo 2, Análisis de falla.

ANEXO A

MANUAL DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA HORMIGÓN COLOMBIA S.A

El sistema de información cuenta con su propia página web, lo cual hace que el sistema sea flexible en el momento de ser ejecutado. Para tener acceso a la herramienta se necesita de un ordenador el cual posea conexión a internet. Su dirección de internet encargada de ubicar el sistema es <http://hormigoncolombia.easydev.co/public/index/index>.

En primera instancia se encuentra la página principal del sistema, la página muestra el símbolo de la empresa, el username y el password el cual cada miembro de la empresa que tenga acceso al sistema tendrá aquella información.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE
SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

Elaboradores: Victor Hugo Morera Ardila
- Carlos Antonio Valencia Quintero

Director: Carlos Borrás pinilla



user name:

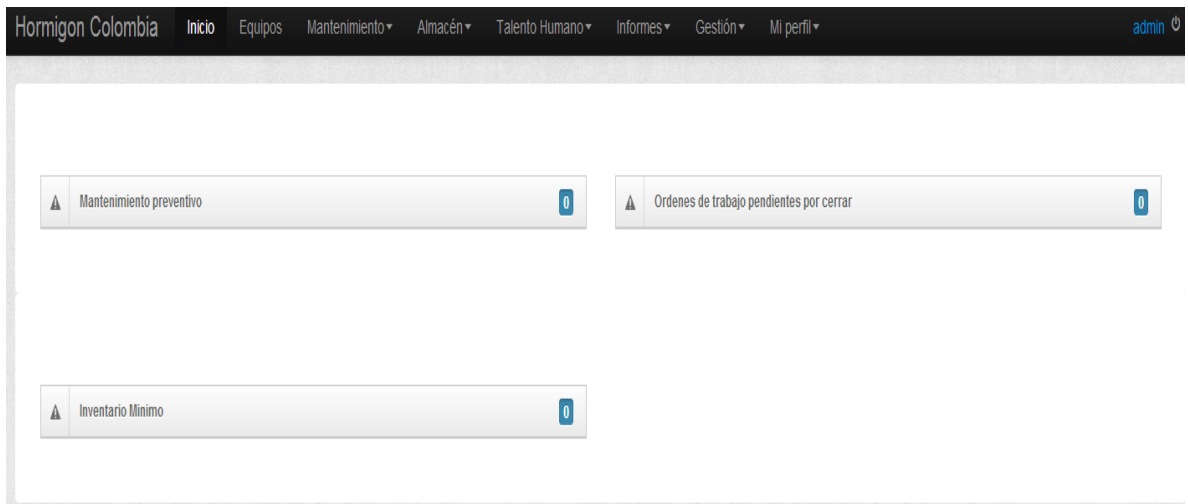
Password:

Login

Página principal del sistema de información

El sistema de información cuenta con su escritorio base. En este se encuentran las diferentes herramientas que poseen el sistema las cuales establecen los módulos de administración. En el escritorio también se encuentra una herramienta muy importante que son sus alarmas las cuales hacen que el sistema cumpla su función deseada, que es dar previo aviso de los mantenimientos preventivos por ejecutar, las ordenes de trabajo por realizar y además tiene control sobre el área del almacén donde el sistema genera alarma en el momento en que un repuesto se agote.

- Equipos
- Mantenimiento
- Almacén
- Talento Humano
- Informes
- Gestión
- Mi perfil



Escritorio principal del sistema de información

En los siguientes capítulos, se explicara cada uno de los módulos del sistema.

EQUIPOS

El modulo contiene el listado de los equipos que posee hormigón Colombia a los cuales se le genera algún tipo de mantenimiento.



Maquina	Marca	Modelo	Código	Numero de serie	Departamento	Fabricante	Prioridad	Acciones
Fotocopiadora Impresora	Samsung	SCX-4521F	01010100		Oficina	Samsung		   
Aire acondicionado	LG	SJ242CD	01010601		Oficina	LG		   
Bomba Estacionaria	Schwing	SP 750-18	01032102		Parque Automotor	Schwing American inc		   
Compresor	Senco	L-5	01021200		Area de Produccion	Senco		   
Maquina de ensayo para cilindros	Pinzuar LTDA	PC 42	01020600	349	Area de Produccion	Pinzuar LTDA		   
Mixer SXS 385	Hyundai	2009	01031504	KMCDH185P9CO28366	Parque Automotor	hyundai		   

En la parte superior derecha del listado de equipos encontramos las opciones de Buscar, Nuevo, Descargar a Excel e Imprimir, estas cuatro opciones se observaran en todos los listados que posea el sistema por ejemplo:

Lista de equipos

Lista de rutinas

Lista de historial de órdenes de trabajo

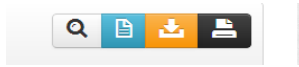
Lista de partes de equipos


Lista de proveedores

Lista de fabricantes

Lista de tiempos de maquina

Lista de almacén




La opción BUSCAR  permite buscar un equipo por el nombre o según el departamento en el que se ubique.

Buscar

Buscar:

Departamento

Seleccione opción 

- Seleccione opción
- Area de Produccion
- Parque Automotor
- Oficina
- Equipos Criticos

Búsqueda de un equipo

La opción NUEVO  permite incorporar un equipo.

Se agrega la información correspondiente del equipo para la creación como: marca, modelo, código de la empresa, fecha de compra, área de trabajo, manual de fabricante, departamento, observaciones, lista de rutinas de mantenimiento, valor, fabricante e imagen.

Agregando Equipos

Descripción

* Maquina:

Marca:

Modelo:

* Código:


* Fecha de compra:

Numero de serie:

Area de trabajo:


Manual de fabricante: No se ha seleccionado ningún archivo

Opción nuevo, agregar un equipo

La opción imprimir  nos permite en cualquier momento tener un registro del listado de los equipos.

Imprimir

Total: 1 hoja de papel

Destino  Lexmark 1200 Series

Páginas Todo
 p. ej. 1-5, 8, 11-13

Copias

Diseño Vertical
 Horizontal

Color Color
 Blanco y negro

Márgenes

Listado de Equipos

Maquina	Marca	Modelo	Código	Numero de serie	Departamento	Fabricante	Nivel de criticidad
Aire acondicionado			01020522		Oficina		
Bomba Estacionaria	Schwing	SP 750-18	01032102		Parque Automotor	Schwing American inc	
Mixer SXS 385	Hyundai	2009	01031504	KMCDH185P9CO28366	Parque Automotor	hyundai	

Listado de equipos para imprimir

En el listado de los equipos mencionado anteriormente se pueden observar 4 herramientas que posee cada equipo para la ejecución de un buen mantenimiento, cada icono posee un significado y realiza una tarea diferente para complementar el mantenimiento del equipo.

Podemos observar que cada equipo tiene 4 funciones

Verde: Editar 

Negro: proceso 

Azul: detalles 

Rojo: Eliminar 

Verde: Editar



La opción editar se puede manipular la información general que posee cada equipo como: marca, modelo, código de la empresa, fecha de compra, área de trabajo, manual de fabricante, departamento, observaciones, lista de rutinas de mantenimiento, valor, fabricante e imagen.

Negro: proceso



El símbolo del proceso es la herramienta más importante, ya que en ella se generan las rutinas de mantenimiento a las partes que componen el equipo y también se toma registro de los diferentes tiempos para la realización de los diferentes indicadores de gestión.

PARTES

Son aquellos elementos que componen un equipos, los cuales se le genera una rutina de mantenimiento apropiada para así mantener el equipo en buenas condiciones y poder alargar su vida útil de trabajo

Se tiene la opción de Buscar, Nuevo, Excel, Imprimir

Código	Nombre	Proveedor	Especificaciones de operación	Acciones
25535	correas	proveedor 1	cambiar cada 5000 horas	  
53475238454	Aletas enfriador	SCHWING		  
BA-02-01	Bomba de concreto	SCHWING		  

Listado de partes que componen un equipo

Nuevo  :

Se agregan las diferentes partes que componen un equipos para así generarles una rutina de mantenimiento correspondiente. Cada parte posee su información como: código, nombre, proveedor, costo, imagen.

Agregando Partes de maquina

* Código:

* Nombre:

Proveedor:

Costo:

imagen: No se ha seleccionado ningún archivo

Especificaciones de operación:



Vida util (Horas):

Alarma vida util:

Agregando partes de equipos

Rutinas de mantenimiento

Se encuentra un listado de todas las rutinas de mantenimiento que se han generado para las diferentes partes que compone el equipo.

Maquina - equipo	Periodicidad	Parte	margen aviso	nombre	Acciones
Bomba Estacionaria 01032102	4 dias	25535 correas	1	cambio de correas	 
Bomba Estacionaria 01032102	Quincenal	53475238454 Aletas enfriador	3	limpie las aletas	 
Bomba Estacionaria 01032102	Diario	BA-02-01 Bomba de concreto	1	ajuste presion de bomba	 

Mostrando Registros 1 - 3 de 3

Listado de rutinas de mantenimiento

Nuevo 

Se pueden agregar las diferentes rutinas adicionando la información como: periodicidad, parte, actividad, margen de aviso, descripción tarea, fecha inicial la cual empieza la rutina, nombre.

Agregando Rutinas mantenimiento

* Periodicidad:

* Parte:

* Actividad:

* margen aviso:

Descripción tarea:

Fecha Inicial:

nombre:

Agregar rutinas de mantenimiento

Tiempos


se encuentran una lista de los equipos de la empresa con sus respectivos tiempos de mantenimiento, para la realización de los informes de los indicadores de mantenimiento.



The screenshot shows a web application interface for 'Hormigon Colombia'. The top navigation bar includes 'Inicio', 'Equipos', 'Mantenimiento', 'Almacén', 'Talento Humano', 'Informes', 'Gestión', and 'Mi perfil'. The main content area is titled 'Listado Tiempos de maquina'. On the left, there is a sidebar with three menu items: 'Partes', 'Rutinas Mantenimiento', and 'Tiempos', all of which are checked. The table displays the following data:

Maquina - equipo	Fecha Muestra	CHO	NO	CHF	NF	Acciones
Mixer SXS 385 01031504	2013-07-09	0	7	0	0	 
Mixer SXS 385 01031504	2013-08-26	0	1	0	0	 

Listado de tiempos para la realización de los informes de mantenimiento

Encontramos la opción de NUEVO , en el cual se registran los tiempos de mantenimiento

✓ Partes

✓ Rutinas Mantenimiento

✓ Tiempos

Agregando Tiempos de maquina

Fecha muestra:

CHO:

NO:

CHF:

NF:

Agregar tiempos de mantenimiento



Disponibilidad de mixer SXD-385

MANTENIMIENTO

El módulo de mantenimiento cuenta con tres herramientas básicas, las cuales hacen que el sistema de información cumpla su función. Ordenes de trabajo, historial preventivo y historial correctivo, son las herramientas que componen el módulo de mantenimiento.

Ordenes de trabajo pendiente

Historial preventivo

Historial correctivo



Modulo mantenimiento del sistema de información

ORDENES DE TRABAJO PENDIENTE

El enlace genera un listado de las ordenes de trabajo pendientes por ejecutar de cada equipo en las cuales se encuentran 5 diferentes opciones para realizar tareas.

Hormigon Colombia Inicio Equipos **Mantenimiento** Almacén Talento Humano Informes Gestión Mi perfil admin

Listado Orden de trabajo

Fecha programacion	Recibido por	Estado	rutina asociada	Fecha Ejecución	Acciones
2013-08-06		Pendiente	ajuste presion de bomba		    

Mostrando Registros 1 - 1 de 1

Listado de órdenes de trabajo por ejecutar

Desarrollo, orden de trabajo



Editar



Proceso



Detalles



Liminar



Desarrollo, orden de trabajo



Es la herramienta la cual, en una orden de trabajo es la encargada de finalizar dicha tarea encontrando información básica como: recibido por, mano de obra, tiempo real en ejecución, fecha de ejecución y costo de la tarea.

Cerrando Orden de trabajo

Recibido por:

Mano de obra:

Tiempo real de ejecución (horas):

Fecha Ejecución:

* Costo:

Cerrando orden de trabajo

Proceso



El enlace del proceso es el encargado de transferir los recursos de materiales y repuestos del almacén a la orden de trabajo que se necesitan para su ejecución.

✓ Solicitud Recursos

Listado Recurso solicitado

Solicitante	fecha	Cantidad	Recurso	Despachado	Acciones
victor hugo morera ardila	2013-07-08 14:40:22	1	161610 amortiguador	SI	<input type="button" value="✕"/> <input type="button" value="🗑"/>
victor hugo morera ardila	2013-07-08 14:48:33	2	161610 amortiguador	SI	<input type="button" value="✕"/> <input type="button" value="🗑"/>

Mostrando Registros 1 - 2 de 2

Listado de los recursos solicitados

✓ Solicitud Recursos

Agregando Recurso solicitado

* Solicitante:

* Cantidad:

* Recurso:

Agregar recurso solicitado


HISTORIAL PREVENTIVO-CORRECTIVO

El enlace de historial preventivo –correctivo se encuentran enlistadas todas aquellas ordenes de trabajo en el cual el tipo de mantenimiento fue preventivo y correctivo ,para así poder llevar un control de la cantidad de ordenes de trabajo de tipo preventivo respecto a las ordenes de tipo correctivo.

☰ Listado Orden de trabajo 🔍 📄 📥 📄

Fecha programacion	Recibido por	Estado	rutina asociada	Fecha Ejecución	Acciones
2013-08-06	victor hugo morera ardila	Realizada	ajuste presion de bomba	2013-08-06	
2013-08-05	carlos valencia quintero	Realizada	limpieza filtro	2013-08-05	
2013-08-05	carlos valencia quintero	Realizada	cambio de correas	2013-08-05	


Listado de ordenes de trabajo de mantenimiento tipo preventivo-correctivo

Se observa la opción buscar  donde se pueden encontrar las respectiva ordenes de trabajo de cada equipo. Se pueden encontrar las órdenes de trabajo de varias maneras como por ejemplo: solicitante, maquina, prioridad, estado, tipo de tarea.


Buscar

Buscar:


Solicitante

Seleccione opción 


Maquina

Seleccione opción 


Prioridad

Seleccione opción 


Estado

Realizada 

Tipo tarea

Preventivo 

Búsqueda ordenes de trabajo de los equipos

En el listado de órdenes de trabajo de tipo mantenimiento preventivo-correctivo, se encuentra frente a cada orden un icono llamados detalles  donde se podrá tener acceso a la información detallada de la orden de trabajo

		HORMIGON COLOMBIA	
← Información de la orden de trabajo 			
Descripción de la orden de trabajo			
Tiempo real de ejecución (Horas):	1	Tiempo estimado de ejecución (Horas)	2
Fecha de ejecución:	2013-08-06	Observación:	
Fecha de programación:	2013-08-06		
Mano de obra:	carlosvalencia quintero	Asignado a:	carlosvalencia quintero
Tipo tarea:	Preventivo	Recibido por:	victor hugomora ardila
Estado:	Realizada	Fecha de programación:	2013-08-06
Rutina asociada:	ajuste presion de bomba	Descripción de la rutina:	Ajuste la presión de la bomba de concreto
Información asociada			
Nombre de la maquina o equipo:	Bomba Estacionaria	Codigo de la maquina:	01032102
Prioridad:	Urgente	Costo total:	50000
Lista de recursos			

Detalle de orden de trabajo realizada

ALMACÉN

En el modulo almacén se encuentra un listado de todos los repuestos que se tienen para los equipos del área de mantenimiento de la empresa. . En cada elemento encontramos 4 opciones editar, proceso, detalles y eliminar.

código	Nombre	Clasificación	Tipo	Proveedor	Fabricante	Unidad de medida	Cantidad actual	Stock mínimo	Costo por unidad	Ubicación	Precio	Acciones
161610	amortiguador	Repuesto	Piezas móviles	proveedor 1	proveedor 1	CAJA	3	2	45000		0	
12	12	Material	Piezas estructurales	proveedor 1	proveedor 1	CAJA	11	10	11		0	

Mostrando Registros 1 - 2 de 2

Listado de los repuestos de los equipos

Opción nuevo

Nuevo es la opción para agregar los repuestos de los equipos con información básica como: código, nombre, tipo, fabricante, proveedor, cantidad actual, stock mínimo, precio, fecha de compra.

Agregando Recurso

* código:

* Nombre:

* Clasificación:

* Tipo:

Proveedor:

Fabricante:

Marca:

* Unidad de medida:

Cantidad actual:

* Stock mínimo:

* Fecha de compra:

Costo por unidad:

Observaciones:

Características:

Formato de agregar recursos

Para cada repuesto que se tiene se puede observar las diferentes opciones que contienen los cuales son: editar, proceso, detalles y eliminar

Opción editar



La opción editar se utiliza para modificar la información general del repuesto que anteriormente se agregó

Opción de proceso



La opción proceso da la oportunidad de realizar movimientos en el almacén, agregando o reduciendo el número de unidades por repuesto. Se generará un listado de los movimientos que se han realizado al repuesto mostrando la cantidad la fecha y tipo de operación si es salida o entrada

Fecha	Cantidad	Tipo	Observaciones	Acciones
2013-08-05 12:22:59	2	Entrada		
2013-07-08 19:06:56	1	Salida		
2013-07-08 14:42:59	1	Entrada		
2013-07-07 17:34:27	1	Salida		

Listado de movimientos que se le realiza a un repuesto

Se encuentra la opción nuevo



donde se puede generar un movimiento del repuesto ya sea salida o entrada con su respectiva cantidad.

✓ Movimientos

Agregando Movimientos de inventario

^ Cantidad:

Tipo:

Observaciones:

Generación de un movimiento tipo salida o entrada a un repuesto

TALENTO HUMANO

El módulo talento humano cuenta con cuatro herramientas básicas las cuales hacen que el sistema de información cuente con toda la información del personal.

- Usuarios
- Roles
- Departamentos
- Cargo
- Usuarios













La herramienta cuenta con un listado de todos los empleados de la empresa dando a conocer la información correspondiente. El listado nos muestra información como: rol, nombre, cargo, departamento, apellidos.

Hormigon Colombia Inicio Equipos Mantenimiento Almacén **Talento Humano** Informes Gestión Mi perfil admin

Usuarios


roles
Departamento
Cargo


Listado Usuarios

Rol	Nombres	Apellidos	Username	Documento	Departamento	Cargo	Telefonos	Acciones
Administrator			admin					  
Invitado	victor hugo	morera ardila	1098636885	2147483647	Area de Produccion	ing. planta	2147483647	  
Almacen	almacen	almacen	almacen	11	Parque Automotor	ing. planta	1222	  
Invitado	carlos	valencia quintero	carlosvalencia	109852659	Parque Automotor	ing. planta	2147483647	  

Mostrando Registros 1 - 4 de 4

Listado de usuarios de la empresa

Frente a cada usuario del sistema se encuentran 3 herramientas útiles como editar  que su función es cambiar la información general del usuario.


En la herramienta  detalles podemos observar la información del usuario con se respectiva imagen

Detalles carlos valencia quintero

Rol:	Invitado
Nombres:	carlos
Apellidos:	valencia quintero
Password:	e45c3160715aa0cd136b2d6b49742503
Username:	carlosvalencia
email:	carlos.valencia.q@hotmail.com
Documento:	109852659
Telefono:	0
Departamento:	Parque Automotor
Cargo:	ing. planta
Descripción:	
Nombre:	
Dirección:	
Telefonos:	2147483647
Estado Civil:	soltero
Dirección vivienda:	
Fecha nacimiento:	1988-04-03

Detalles del empleado de la empresa

La herramienta  elimina los usuarios del listado

Se observa la opción buscar  donde se pueden encontrar los usuarios de la empresa por su respectivo nombre o por su cargo.

Buscar

x


Buscar:

Cargo

Buscar

Limpiar

Búsqueda de un empleado en la empresa

Se encuentra la opción nuevo  donde se puede agregar los diferentes usuarios de la empresa. Agregando información principal como: nombre apellidos cargo documento teléfono etc.

Agregando Usuarios

* Rol:

Nombres:

Apellidos:

* Password:

* Username:

Información general

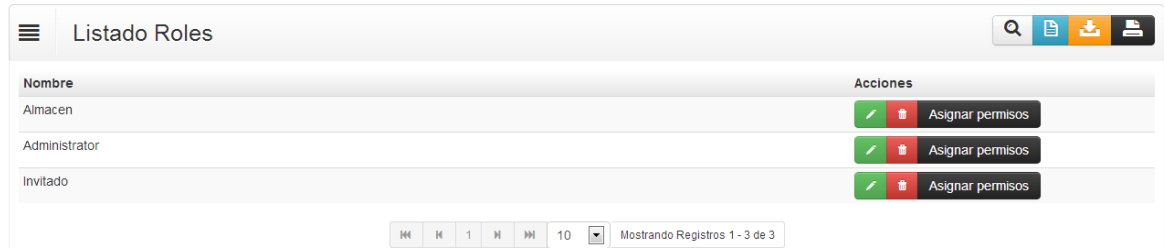
email:







* Documento:

Agregar usuario al sistema


Rol

Se encuentra el listado de os roles que se tiene al ingresar al sistema de información



Nombre	Acciones
Almacen	  Asignar permisos
Administrator	  Asignar permisos
Invitado	  Asignar permisos

Listado de los roles en el sistema de información

Se encuentra la opción nuevo  donde se puede agregar los diferentes roles en el sistema













Agregando Roles

* Nombre:

Agregar rol en el sistema


Departamento

Se encuentra un listado de los departamentos de la empresa como área de producción, parque automotor, equipos críticos y equipos oficina.

Listado Departamento		🔍	📄	📥	🖨️
Nombre	Acciones				
Area de Produccion	  				
Parque Automotor	  				
Oficina	  				
Equipos Criticos	  				

« ‹ 1 › » 10 ▾ Mostrando Registros 1 - 4 de 4

Listado de los departamentos de la empresa Hormigón Colombia

Se observa la opción buscar  donde se pueden encontrar los diferentes departamentos en la empresa.

Buscar

Buscar:

Buscar

Limpiar

Buscar departamento en el sistema de información

Se encuentra la opción nuevo



donde se puede agregar los diferentes departamentos de la empresa.

Agregando Departamento

* Nombre:


Agregar departamento en la empresa

Cargo

Se encuentra un listado de los cargos que se tiene en la empresa Hormigón Colombia S.A

Listado cargo		Acciones
Jefe Parque Automotor		<input type="button" value="✓"/> <input type="button" value="✕"/> <input type="button" value="🗑"/>
ing. planta		<input type="button" value="✓"/> <input type="button" value="✕"/> <input type="button" value="🗑"/>


Listado de cargos de la empresa Hormigón Colombia S.A


Se encuentra la opción nuevo  donde se puede agregar los diferentes cargos de la empresa.


Agregando cargo

* Nombre:

Agregar cargo

Se observa la opción buscar  donde se pueden encontrar los diferentes cargos en la empresa.

Frente a cada usuario del sistema se encuentran 3 herramientas útiles como editar  que su función es cambiar en nombre del cargo.

La herramienta  elimina los cargos del listado

INFORMES

El modulo informes contiene tres herramientas muy importantes para la empresa como registro de tiempos, indicadores de gestión y costos de mantenimiento, son ellos de dar los resultados del comportamiento del mantenimiento en la empresa.

Registro de tiempos

Costos de mantenimiento

Indicadores de gestión

Registro de tiempos

La herramienta registro de tiempos es la encargada de almacenar los tiempos de reparación de los equipos de mantenimiento, para ejecutar los diferentes indices de mantenimiento como disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad

Se encuentra un listado de los equipos de la empresa para adicionarles los tiempos correspondientes. En el módulo EQUIPOS en la herramienta proceso, tiempos se explica cómo almacenar los diferentes tiempos en los equipos para realizar los indicadores de gestión.


Hormigon Colombia Inicio Equipos Mantenimiento Almacén Talento Humano Informes Gestión Mi perfil admin

Listado Maquinas y Equipos

Maquina	Marca	Modelo	Código	Numero de serie	Departamento	Fabricante	Prioridad	Acciones
Aire acondicionado			01020522		Oficina			
Bomba Estacionaria	Schwing	SP 750-18	01032102		Parque Automotor	Schwing American inc		
Mixer SXS 385	Hyundai	2009	01031504	KMCDH185P9CO28366	Parque Automotor	hyundai		

Mostrando Registros 1 - 3 de 3

Listado de equipos con sus respectivos tiempos de mantenimiento

El símbolo  proceso es el encargado de mostrar el historial de tiempos del equipo en mantenimiento

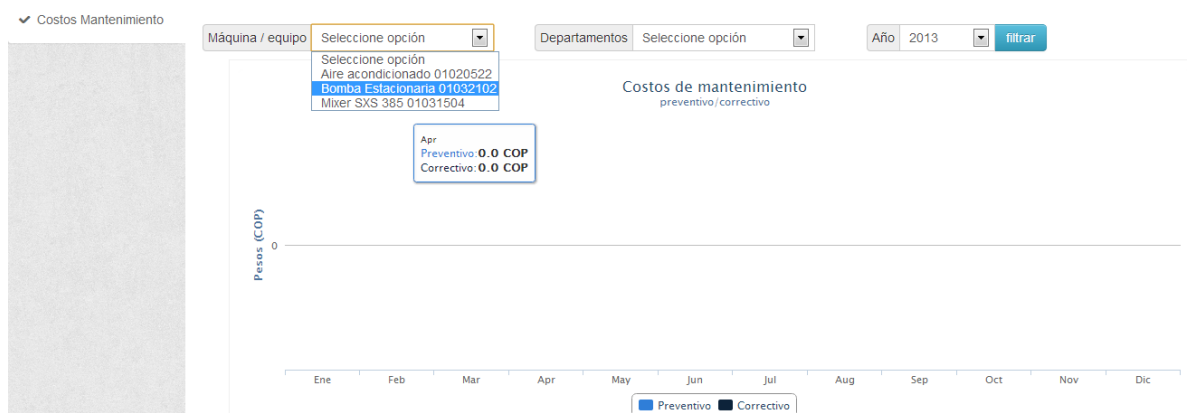
Listado Tiempos de maquina

Maquina - equipo	Fecha Muestra	CHO	NO	CHF	NF	Acciones
Mixer SXS 385 01031504	2013-07-09	48	0	0	0	
Mixer SXS 385 01031504	2013-08-26	35	2	13	1	
Mixer SXS 385 01031504	2013-08-19	35	2	13	1	
Mixer SXS 385 01031504	2013-08-12	48	0	0	0	
Mixer SXS 385 01031504	2013-08-05	48	0	0	0	
Mixer SXS 385 01031504	2013-07-29	48	0	0	0	
Mixer SXS 385 01031504	2013-07-22	40	1	8	1	
Mixer SXS 385 01031504	2013-07-15	48	0	0	0	
Mixer SXS 385 01031504	2013-07-08	40	1	8	1	

Historial de tiempos de mantenimiento del equipo

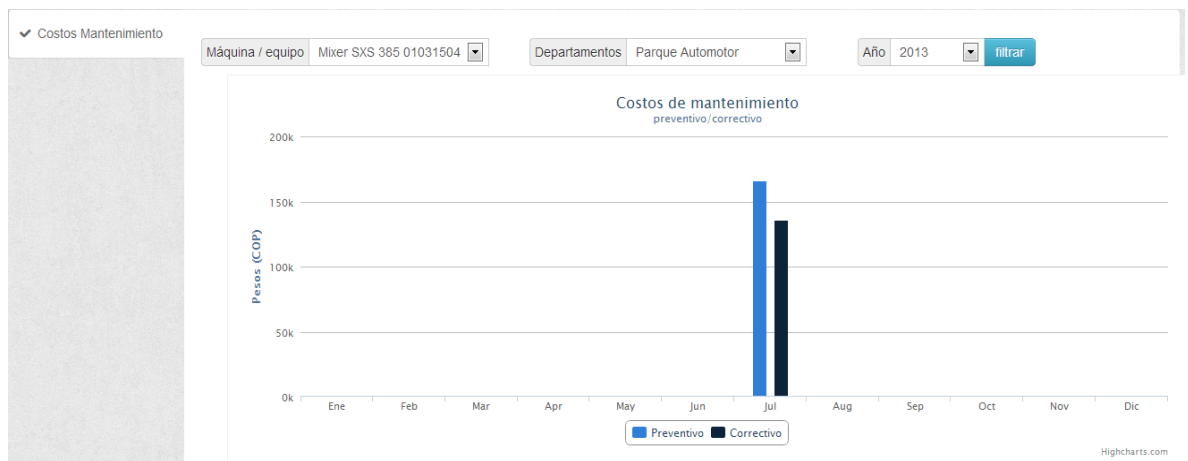
Costos de mantenimiento

La herramienta costos de mantenimiento es importante en la empresa ya que en ella están registrados todos los costos del mantenimiento de los equipos de la empresa y es muy importante para la toma de decisiones.



Pantalla principal de la herramienta costos de mantenimiento

La página principal de costo de mantenimiento, se observan los diferentes equipos de la empresa con su respectivo departamento y año. Los costos del equipo se pueden observar en una gráfica anualmente.



Costos de mantenimiento mixer SXD- 385

En la gráfica Costos de mantenimiento mixer SXD- 385 Se pueden observar los costos de mantenimiento en el mes de julio dividido en costos de mantenimiento correctivo y costos de mantenimiento preventivo

Indicadores de gestión

En el enlace de informes de gestión se encuentran los diferentes indicadores como informe de disponibilidad, informe de mantenibilidad, informe de confiabilidad y informe de cumplimiento, para así poder llevar un control de cada equipo de la empresa.



Página principal indicadores de gestión

Informe de disponibilidad

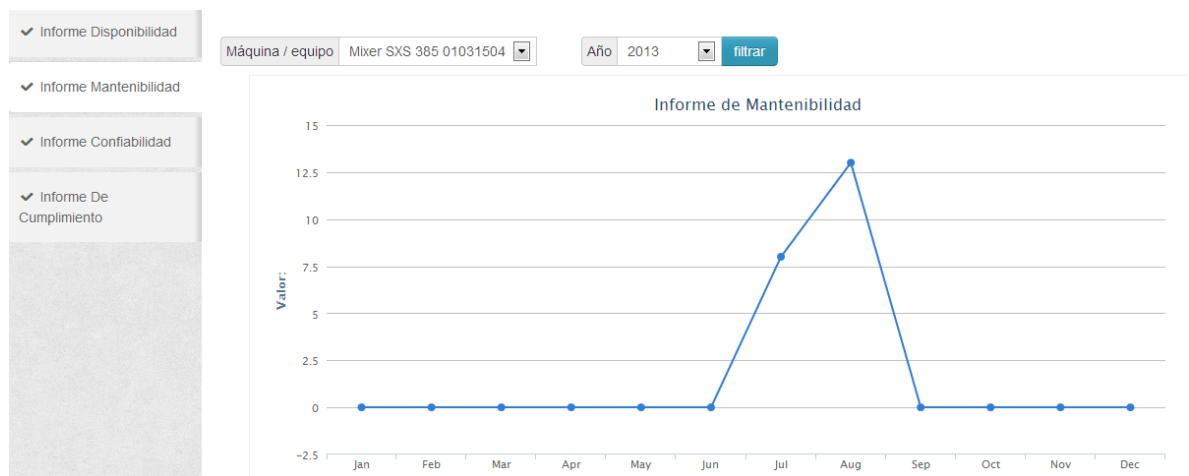
Se selecciona el equipo y el año. Se obtiene la gráfica que representa la disponibilidad del equipo en el año seleccionado por meses, los tiempos para realizar esta gráfica fueron ejecutados en el módulo EQUIPOS herramienta proceso, tiempos.



Gráfica informe disponibilidad de mixer SXD-835

Informe de mantenibilidad

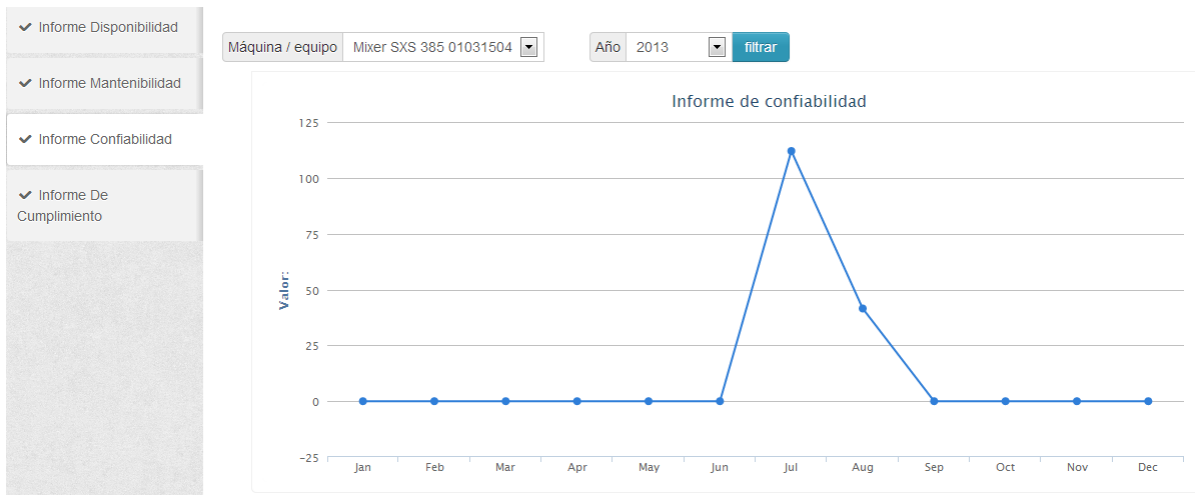
Se selecciona el equipo y el año. Se obtiene la gráfica que representa la mantenibilidad del equipo en el año seleccionado por meses, los tiempos para realizar esta grafica fueron ejecutados en el modulo EQUIPOS herramienta proceso, tiempos.



Grafica informe mantenibilidad de mixer SXD-835

Informe de confiabilidad

Se selecciona el equipo y el año. Se obtiene la gráfica que representa la confiabilidad del equipo en el año seleccionado por meses, los tiempos para realizar esta grafica fueron ejecutados en el módulo EQUIPOS herramienta proceso, tiempos.



Grafica informe confiabilidad mixer SXD-835

GESTIÓN

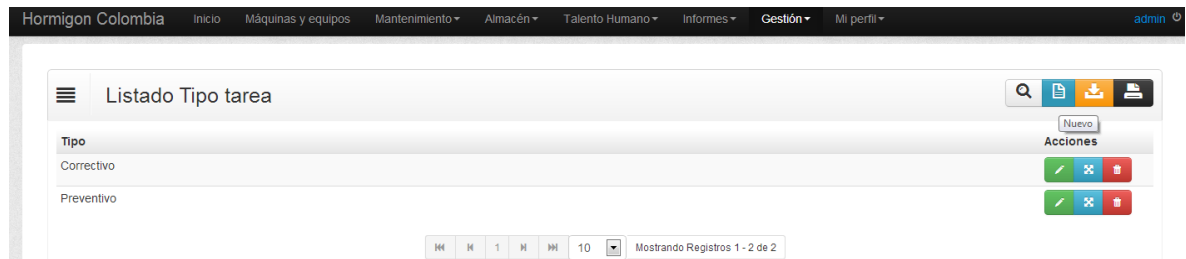
En el módulo gestión se encuentran diferentes herramientas como tipo de tarea, nivel de criticidad, proveedores, fabricantes y periodos.




Módulo gestión del sistema de información

Tipo de tarea

Se encuentra un listado de los tipos de tareas que se realizan en la empresa, encontramos: **correctivo** y **preventivo**




Listado de tipos de tareas de mantenimiento

Se encuentra la opción **nuevo**  donde se puede agregar los diferentes tipos de tareas que ejecute la empresa.

Agregando Tipo tarea

* Tipo:

Agregar tipo de tarea en el sistema de información

Se observa la opción **buscar**  donde se pueden encontrar los diferentes tipos de tareas en la empresa.

Buscar


Buscar:


Buscar

Limpiar

Buscar tipo de tarea en el sistema de informacion

Frente a cada tipo de tarea de la empresa se encuentran 3 herramientas útiles como

editar  que su función es cambiar en nombre del tipo de tarea.


La herramienta  elimina los tipos de tareas del listado

Nivel de criticidad

Se encuentra un listado con los diferentes niveles de criticidad de mantenimiento como critico medianamente crítico y no crítico.

Listado Nivel de criticidad		Acciones
nombre		
Critico		 
Medianamente critico		 
No critico		 

Listado de niveles de criticidad


Se encuentra la opción nuevo  donde se puede agregar los diferentes niveles de criticidad.

Agregando Nivel de criticidad

* nombre:

Agregar nivel de criticidad en el sistema de información










Frente a cada nivel de criticidad se encuentran tres herramientas útiles como

editar  que su función es cambiar en nombre del nivel de criticidad.

La herramienta  elimina los los niveles de criticidad del listado


Proveedores

Se encuentra un listado de los proveedores de la empresa con su correspondiente información como dirección, teléfono y nombre.

Nombre	Teléfono	Dirección	Acciones
SCHWING			  
Pinzuar LTDA	0	0	  
proveedor 1	123	123	  

Mostrando Registros 1 - 3 de 3

Listado de proveedores de la empresa Hormigón Colombia S.A

Se encuentra la opción nuevo  donde se puede agregar los diferentes proveedores de la empresa.



Agregando Proveedores

* Nombre:

Teléfono:













Dirección:

Agregar proveedor en el sistema de información

Frente a cada proveedor de la empresa se encuentran tres herramientas útiles como editar  su función es cambiar en nombre del proveedor la herramienta  elimina el proveedores del listado


Fabricantes

Se encuentra un listado de todos los fabricantes de los equipos e la empresa hormigón Colombia S.A

Listado Fabricante		Acciones
Nombre		
Samsung		 
LG		 
Schwing American inc		 
Senco		 
Pinzuar LTDA		 
hyundai		 

Mostrando Registros 1 - 6 de 6

Listado de fabricantes de la empresa Hormigón Colombia S.A

Se encuentra la opción nuevo  donde se puede agregar los diferentes fabricantes de la empresa.

Agregando Fabricante


* Nombre:

Guardar y nuevo

Guardar

Cancelar

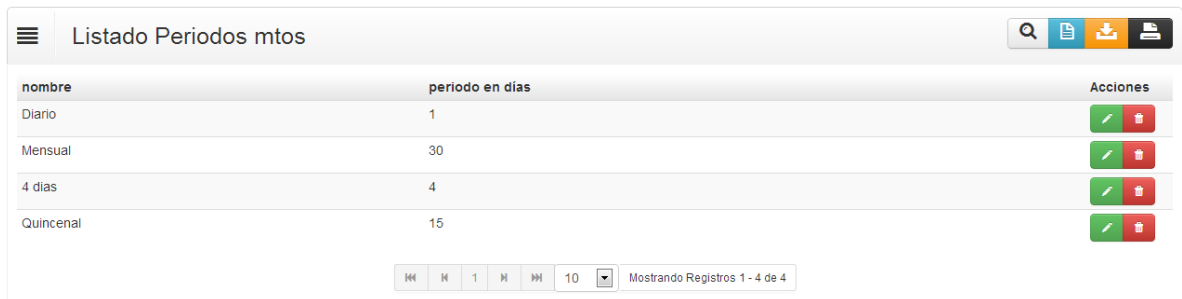
Agregar proveedor en el sistema de información







Frente a cada fabricante de la empresa se encuentran tres herramientas útiles como editar  su función es cambiar en nombre del fabricante.

La herramienta  elimina el fabricante del listado


Periodos

En la se encuentra un listado de todos los periodos que se tiene para generar las rutinas de mantenimiento de los equipos



nombre	periodo en días	Acciones
Diario	1	 
Mensual	30	 
4 días	4	 
Quincenal	15	 

Listado de periodos para rutinas de mantenimiento

Se encuentra la opción nuevo  donde se puede agregar los diferentes periodos de rutinas de mantenimiento para los equipos de la empresa agregando el nombre y el número de días que corresponden.


Agregando Periodos mto

* nombre:

* periodo en días:

Agregar periodos en el sistema de información

Frente a cada periodo de mantenimiento se encuentran dos herramientas útiles como:

Editar  su función es cambiar en nombre y número de días del periodo de mantenimiento.

La herramienta  elimina los periodos del listado



ANEXO B

PLANTILLA INFORMATIVA DE RCM II		HOJA DE DECISION RCM II																										
SISTEMA: Dosificador y Mezclador de concreto		FACILITADORES: Carlos Antonio Valencia Quintero; Víctor Hugo Morera Ardiña																										
CODIGO: 01020700		Fecha: 3-07-2013		AUDITOR: Carlos Borrás Pinilla																								
FUNCIONES		FALLA FUNCIONAL		MODO DE FALLO		EFECTO DE FALLA		F	FF	ME	H	S	E	O	N1	N2	N3	N4	HS	S4	Tareas Propuestas		Intervalo	Puede ser realizado por				
1	Para Dosificar y Mezclar concreto a no menos de 40 m ³ /h	A	Incapacidad total de producir concreto	1	Ruptura por fatiga en la base de los dientes de los engranajes del reductor de la banda transportadora.	Provoca exceso de ruido y aumento en las vibraciones ocasionando el daño y paro del reductor.	1	A	1	N	N	N	S	N	S							Recambio de la unidad afectada o del reductor	A condición	Técnico				
				2	Pérdida del material del flanco de los dientes debido a Gripado o Picado del reductor de la banda transportadora	Provoca aumento de los juegos, funcionamiento impreciso y calentamiento excesivo	1	A	2	N	N	N	N	S										Inspección visual y auditiva	Semestral	Operario		
				3	Obstrucción de las rejillas de ventilación del motor de la banda transportadora	Recalentamiento del motor ocasionando la detención y fallo del motor	1	A	3	S	N	N	S	S											Limpieza del sistema de refrigeración del motor	Trimestral	Operario	
				4	Fallo en la transmisión de potencia del moto reductor de la banda transportadora	Las correas de transmisión de potencia se desajustan acortando el tiempo de vida útil	1	A	4	S	N	N	S	S											Inspección para corroborar la pretensión	24 horas después de instalada y/o Bimestral	Operario	
				5	Fallo en la transmisión de potencia del moto reductor de la banda transportadora	Las correas de transmisión de potencia presentan desgaste propio por el uso	1	A	5	S	N	N	S	N	N	S										Cambio de las correas	5000 Horas	Técnico
				6	Fallo en la transmisión de potencia del moto reductor de la banda transportadora	Las correas de transmisión de potencia se revientan inhabilitando al motor de potencia	1	A	6	S	N	N	S	N	S											Cambio de las correas	A condición	Técnico
				7	La banda del sistema de transporte de agregados se daña	Incapacita al sistema de transporte de agregados para llevarlos desde las tolvas de almacenamiento al punto de descarga	1	A	7	S	N	N	S	N	S											Remplazo de la banda	A condición	Operario
				8	fallo de la transmisiones de potencia del compresor del sistema neumático	Las correas del compresor del sistema neumático se desajustan	1	A	8	S	N	N	S	N	S											Inspección para corroborar la pretensión	24 horas después de instalada y/o Bimestral	Operario
				9	fallo de la transmisiones de potencia del compresor del sistema neumático	Las correas del compresor del sistema neumático presentan desgaste propio del uso	1	A	9	S	N	N	S	N	S											Cambio de las correas	5000 Horas	Técnico
				10	fallo de la transmisiones de potencia del compresor del sistema neumático	Las correas del compresor del sistema neumático se revientan inhabilitando el compresor	1	A	10	S	N	N	S	N	S											Cambio de las correas	A condición	Técnico
				11	falta de lubricación de la unidad compresora de aire	Recalentamiento y aumento en las vibraciones en la unidad compresora, ocasionando el desgaste de los cilindros	1	A	11	N	N	N	N	S												Inspección y lubricación de la unidad compresora	Mensual	Operario
				12	Exceso de polvo en el filtro de la unidad compresora	Sonidos inusuales debido a la escasez de aire impidiendo la circulación para llegar a la presión de trabajo	1	A	12	N	N	N	N	S												Cambio del filtro	Trimestral	Operario
2	Entregar cantidades de volumen de concreto de 1 hasta 7 m ³ por lote y/o selección de los diferentes tipos de mezcla de concreto	A	No suministra la cantidad de volumen solicitado dentro de los parámetros de desviación establecidos y/o las proporciones de cada tipo de concreto no son acordes a las establecidas	1	Ruptura por fatiga en la base de los dientes de los engranajes del reductor de la banda transportadora.	Provoca exceso de ruido y aumento en las vibraciones ocasionando el daño y paro del reductor.	1	A	1	N	N	N	S	N	S							Recambio de la unidad afectada o del reductor	A condición	Técnico				
				1	Pérdida del material del flanco de los dientes debido a Gripado o Picado de reductor del tornillo sin fin	La pérdida de material provoca aumento de los juegos, funcionamiento impreciso y calentamiento excesivo provocando daño del reductor	1	B	1	N	N	N	S											Inspección visual y auditiva	Semestral	Operario		
				2	Obstrucción de las rejillas de ventilación del motor del tornillo sin fin	Recalentamiento del motor ocasionando la detención y fallo del motor	1	B	2	S	N	N	N	S											Limpieza del sistema de refrigeración del motor	Trimestral	Operario	
				3	Fallo en la transmisión de potencia del moto reductor del tornillo sin fin	Traqueteo entre el eje del motor y el reductor ocasionando el fallo del acople evitando el movimiento del tornillo sin fin	1	B	3	S	N	N	S	N	S										Verificación del estado del acople	Trimestral	Técnico	
				4	Fallo en la transmisión de potencia del moto reductor del Tornillo sin fin	Desajuste de los tornillos de fijación axial del acople del motor-reductor del Tornillo sin fin	1	A	4	S	N	N	S	N	S										Inspección y ajuste del acople	Semestral	Operario	
				5	Fallo en la transmisión de potencia del motor-reductor del Tornillo sin fin	Desgaste por desalineación del acople del motor-reductor	1	A	5	S	N	N	S	N	S											Cambio del acople	A condición	Técnico
				6	El motor de la bomba del sistema hidráulico no funciona	El agua para la mezcla del concreto no llega al punto de descarga	1	B	6	S	N	N	N	S												OVERHAULING	A condición	Técnico
				7	Deterioro por corrosión o abrasión del cuerpo de la bomba del sistema hidráulico	fugas de fluido que evitan que llegue el caudal requerido al punto de descarga del concreto	1	B	7	S	N	N	N	S												Inspección visual y limpieza del cuerpo de la bomba	Mensual	Operario
				8	Desgaste del rotor por abrasión o cavitación de la bomba del sistema hidráulico	Disminución de la cantidad bombeada, sonidos y vibraciones.	1	B	8	N	N	N	N	S												Reemplazo del rotor de la bomba	A condición	Técnico
				9	Desgaste de los sellos de la bomba del sistema hidráulico	fugas de fluido que evitan que llegue el caudal requerido al punto de descarga del concreto	1	B	9	S	N	N	N	S												Reemplazo de los sellos de la bomba del sistema hidráulico	Anual	Técnico
3	Transmitir una señal de alarma al control si la bomba y las celdas de carga fallan	A	No suministra la cantidad de volumen solicitado dentro de los parámetros de desviación establecidos y/o las proporciones de cada tipo de concreto no son acordes a las establecidas	10	Lubricación carente de los rodamientos de la motobomba	Calentamiento, aumento de las vibraciones y ruido produciendo detrimento del caudal bombeado	1	B	10	N	N	N	N	S									Lubricación o reemplazo de los rodamientos de la motobomba	Semestral	Técnico			
				1	Desgaste de los sellos de los actuadores ubicados en las compuertas de las tolvas de almacenamiento	Sonido por la fuga del aire en el cilindro evitando el accionamiento por pérdida de la presión de trabajo	2	A	1	S	N	N	S	N	S										Reemplazo de los sellos de los actuadores neumáticos	Anual	Técnico	
				2	Desajuste de las compuertas en el cierre de las tolvas de almacenamiento	Flujo permanente de material ocasionando medidas erróneas en los volúmenes demandados	2	A	2	S	N	N	N	S											Ajuste y alineación	Semestral	Operario	
				3	Deterioro de las compuertas de las tolvas de almacenamiento por abrasión y corrosión	Flujo permanente de material ocasionando medidas erróneas en los volúmenes demandados	2	A	3	S	N	N	N	S											Limpieza o reemplazo	Semestral	Operario	
				4	Pérdida de material debido a orificios en la superficie de la banda en el sistema de transporte	Acumulación de material debajo de la banda por pérdida deliberada de material durante el transporte al punto de carga	2	A	4	S	N	N	N	S												Reparación de los orificios de la banda	A condición	Operario
		B	No transmitir la señal de alarma de la bomba en el momento que ocurra una falla	Mala conexión de las celdas de carga de la bascula de agregados o cemento en el sistema Eléctrico y de Control	5	Mala conexión de las celdas de carga de la bascula de agregados o cemento en el sistema Eléctrico y de Control	Medición incorrecta de los datos registrado de peso en el panel de control	2	A	5	N	N	N	N	S										Reajuste y comprobación de las terminales de los contactos de las celdas de carga	Semestral	Técnico	
					1	No funcionamiento del sensor de caudal en el sistema hidráulico	No registra la cantidad de caudal que esta circulando por el sistema	3	A	1	S	N	N	N	S											Reemplazo del sensor de caudal	A condición	Técnico
					2	Mala conexión de las terminales del sensor de caudal o en el panel de control en el sistema Eléctrico y de Control	Medición incorrecta de los datos registrado de caudal en el panel de control	3	A	2	N	N	N	S												Reajuste y comprobación de las terminales de los contactos del sensor de caudal	Semestral	Técnico
					3	El dispositivo visual de alarma no funciona (LED) del sistema de control	No emite la señal visual que registra la falla	3	A	3	N	N	N	S												Inspección del dispositivo y remplazo de ser necesario	Semestral	Operario
					1	No transmitir la señal de alarma de las celdas de carga en el momento que ocurra una falla	No emite la señal de advertencia que registra la falla	3	B	1	N	N	N	N	S											Reajuste y comprobación de las terminales de los contactos	Semestral	Técnico
C	Emisión de señales de alarmas incorrectas de la bomba y las celdas de carga	No emite la señal visual que registra la falla	2	El dispositivo visual de alarma no funciona (LED)	No emite la señal visual que registra la falla	3	B	2	N	N	N	S										Inspección del dispositivo y remplazo de ser necesario	Semestral	Técnico				
			1	desajuste del sensor de caudal de la bomba y las celdas de carga	Los valores medidos de caudal y peso no son coherentes con la realidad	3	C	1	N	N	N	N	S											Ajuste de las celdas de carga y el sensor de caudal	Anual	Técnico		
			2	deterioro de la instalación eléctrica o de los sensores	Los valores medidos de caudal y peso no son coherentes con la realidad	3	C	2	N	N	N	N	S											Comprobación o reemplazo del sistema eléctrico	Anual	Técnico		
4	Transmitir una apariencia de excelente estado de la maquina y resaltar la buena imagen de la empresa	A	Considerable deterioro de los elementos constitutivos del equipo	1	Condiciones extremas ambientales y de operación	Deterioro de la pintura por la adición de material, condiciones climáticas	4	A	1	S	N	N	N	S									Limpieza de la superficie del equipo	Trimestral	Operario			
				2	Corrosión y abrasión en la superficie del equipo	Deterioro y debilitación de las superficies afectadas	4	A	2	S	N	N	N	S										Limpieza y aplicación de material anticorrosivos en las superficies	Anual	Operario		
				3	Desprendimiento o desmontaje de la estructura del equipo	Debilitamiento de la estructura afectada exponiendo a los operarios a accidentes	4	A	3	S	S	N	N	S											Ajuste de la estructura	Anual	Operario	

ANEXO C



FICHAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS HORMIGON COLOMBIA S.A (OFICINA)

Aire acondicionado código: 01010601

		FICHA TECNICA		
		UBICACIÓN	Oficina	
IDENTIFICACION DEL EQUIPO				
Nombre:	aire acondicionado	Código:	1010601	
Marca:	LG	Cód.. Alfanumérico:	AA-01	
Modelo:	SJ242CD	Serie:		
Proveedor:		Nivel de criticidad:	6	
ESPECIFICACIONES TECNICAS				
Capacidad de enfriamiento (Btu/h.):24.000		Dimens. Condensadora (W*D*Hmm):840*276*577		
Consumo (W):2.340		Unidad para interiores (kg/lb):14		
Temporizador:7 hr-OFF		Unidad para exteriores (kg/lb):51		
Nivel de ruido: U. int. (H/M/L/Sleep) (dB(A)±3):44		Con. de la dirección del flujo de aire (arriba y abajo):auto		
Nivel de ruido: U. ext. (dB(A)±3):57		Con. de la dirección del flujo de aire (izq. y dere):manual		
Dimens. Manejadora (W*D*Hmm):1085*198*300				
ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL EQUIPO				
Nombre	Referencia	N° de inventario	Proveedor	
			Nombre	Contacto
Control Remoto	LG	AA-01.1		
U.IN Mini split High Wall	LG	AA-01.2		
U.EX Condensadora	LG	AA-01.3		
REQUERIMIENTOS DE OPERACION				
PARAMETRO	NECESIDAD			
Eléctrica	Se requiere de una instalación de voltaje a 220 V			
Ubicación	Colocar el minisplis en una parte donde el aire no de en forma directa a las personas			
OBSERVACIONES				
REGISTRO FOTOGRAFICO				
				


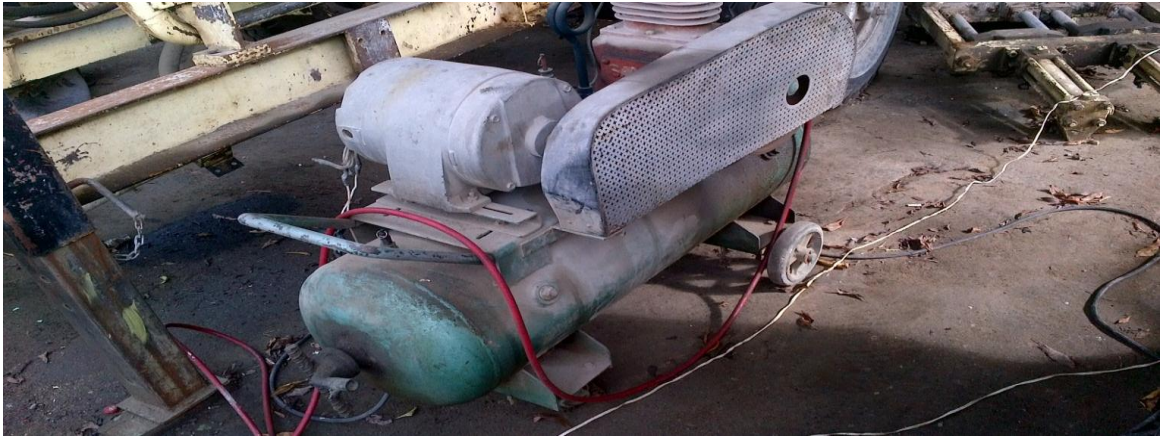
FICHAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS HORMIGON COLOMBIA S.A (PARQUE AUTOMOTOR)

Autobomba T-9137 Código: 01032000

		FICHA TECNICA	
		UBICACIÓN	
IDENTIFICACION DEL EQUIPO			
Nombre:	Autobomba T 9137	Código del Equipo:	1032000
Marca:	Mack	cód.. Alfanumérico:	AB-01
Modelo:	MR 690S	Año:	1996
Proveedor:	Mack	Serie:	1M2189C6TM006914
		Nivel de criticidad:	MC (24)
ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL VEHICULO			
Motor de 6 cilindros en línea 11.0 litros		Ancho*Alto*Largo total(mm): 2423*2621*8410	
Potencia: 224 KW (300 hp) @ 2100 rpm		Capacidad de carga: 22800 Kg	
Torque: 1.627 Kim @ 1300 rpm		Batería: 3x12V, 19500 cca	
Dirección: Asistida Integral		Peso bruto del vehículo: 16500 Kg	
Llanta/Neumático: 22.5 "x 8.25"/11R-22.5		Distancia entre ejes(mm): 5029	
Velocidad máxima: 125 Kph			
ESPECIFICACIONES TECNICAS DeL SISTEMA DE BOMBEO			
Diámetro y largo del cilindro de la bomba 230*2000 mm		Largo primera sección pluma 9.3 m	
Presión máxima de la Bomba 79 Bar		Largo segunda sección pluma 8.4 m	
Tamaño máximo de Partícula 63.5 mm		Largo tercera sección pluma 8.4 m	
Diámetro de la tubería de la pluma 125/112 mm		Largo cuarta sección pluma 8.6 m	
Alcance Vertical de la pluma 38.5/41 m			
Alcance Horizontal 34.7 m			
OBSERVACIONES			
REGISTRO FOTOGRAFICO			
			

FICHAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS HORMIGON COLOMBIA S.A (AREA DE PRODUCCION)


Compresor Código: 01021200

		FICHA TECNICA	
		UBICACIÓN	
IDENTIFICACION DEL EQUIPO			
Nombre:	Compresor	Código del Equipo:	1021200
Marca:	SENCO	cód.. Alfanumérico:	CO-01
Modelo:	L-5	Serie:	
Proveedor:		Nivel de criticidad:	NC (6)
ESPECIFICACIONES TECNICAS			
Potencia 2HP o 1500 W		Estanque de Acero manto A -37 : 5.mm.	
Velocidad del motor: 1800 rpm		Tipo de refrigeración (Refrigerado) : Por aire	
Presión máxima de operación 10 kg/cm2		Unidad motora de 2 cilindros en línea	
Volumen de tanque 0.12 m3		Dimensiones del tanque 0.371*1.046 D*L (m)	
Caudal de salida del aire 106 L/min			
Tipo de transmisión por correas			
REQUERIMIENTOS DE OPERACION			
PARAMETRO	NECESIDAD		
eléctrico	Requiere una fuente de tensión de trabajo 110 / 220V		
Ubicación	Mantener en área ventilada		
OBSERVACIONES			
REGISTRO FOTOGRAFICO			
			

ANEXO D

RUTINAS DE MANTENIMIENTO EQUIPOS HORMIGON COLOMBIA S.A (OFICINA)

Aire acondicionado Código: 01010601

		RUTINAS DE MANTENIMIENTO DE AIRE ACONDICIONADO	
INFORMACION DEL EQUIPO			
Nombre	Aire Acondicionado	Marca	LG
Modelo	SJ242CD	Cód.. Alfanumérico:	AA-01
RUTINAS DE MANTENIMIENTO DE FOTOCOPIADORA IMPRESORA			
ITEM	MANTENIMIENTO	INTERVALOS DE MANTENIMIENTO	
1	Limpiar la unidad con un paño seco y suave	Cada 3 meses	
2	Limpieza de filtro de aire	Cada 1 meses	
3	Limpieza de filtro de plasma	Cada 5 meses	
4	Limpieza de filtro desodorantes y dejarlo durante 2 horas al sol	Cada 5 meses	
5	Limpieza de orificios del panel de la unidad exterior	Cada 2 meses	
6	Limpieza de bobinas de del intercambiador de calor	Cada 5 meses	
OBSERVACIONES			
1	Es necesario mantener la unidad interior fuera del alcance de los rayos del sol.		
2	Ubicar la unidad interior de tal forma que el aire no este directo al personal		


RUTINAS DE MANTENIMIENTO EQUIPOS HORMIGON COLOMBIA S.A
(PARQUE AUTOMOTOR)

Bomba estacionaria. SP-1000 Código: 01032101

		RUTINAS DE MANTENIMIENTO BOMBA AUXILIAR	
INFORMACION DEL EQUIPO			
Nombre	Bomba Auxiliar	Marca	SCHWING
Modelo	SP-1000	cód.. Alfanumérico:	BA-01
RUTINAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO			
ITEM	MANTENIMIENTO	INTERVALOS DE MANTENIMIENTO	
1	Compruebe los niveles de los líquidos del motor	Diario	
2	Inspeccione los neumáticos	Diario	
3	Verifique el aceite hidráulico	Diario	
4	Purgue la humedad del tanque hidráulico	Diario	
5	Inspeccione las empaquetaduras de las bielas de los cilindros diferenciales	Diario	
6	Inspeccione los pernos en los arietes.	Diario	
7	Engrase los cojinetes de la válvula oscilante y del agitador	Diario	
8	Inspeccione para ver si hay daños y fugas	Diario	
9	Compruebe si hay que hacer mantenimiento	Diario	
10	Inspeccione la tuerca de tensión de la válvula oscilante	Semanal	
11	Inspeccione el anillo de corte/girelo si es necesario	Semanal	
12	Lubrique las piezas mecánicas móviles	Semanal	
13	Revise los herrajes de montaje de la unidad	Mensual	
14	Verifique las presiones hidráulicas	Mensual	
15	Ajuste la presión de la bomba de concreto	Mensual	
16	Ajuste la presión del agitador	Mensual	
17	Limpie las aletas del enfriador de aceite hidráulico	Mensual	
18	Cambie el aceite del motor, el filtro de aceite, el de combustible y compruebe el elemento del respiradero de aire	Trimestral	
19	Cambie el aceite hidráulico debido a la temperatura	Semestral	
20	Compruebe la pre-carga del acumulador	Semestral	
21	Cambie el aceite hidráulico debido al tiempo de uso	Anual	
22	Cambie el filtro de retorno de aceite hidráulico	Cuando se necesite	
RUTINAS DE MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO			
23	Cambio de arietes cuando se observe polvo de cemento en la caja de agua, al igual que un poco de arena o hasta piedras o grava	Por desgaste	
24	Cambio de los cilindros para materia (cuando el cromo se desgasta)	Por desgaste	
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES			
1	Los ajustes de la presión deben hacerse con el aceite a temperaturas de funcionamiento normales (40°-60°C).		
2	Cuando se recargue el acumulador nunca deje salir nitrógeno del acumulador presionando la clavija de la válvula de gas usando un objeto extraño. ¡La alta presión puede romper el asiento de la válvula		
3	Al cambiar los arietes es recomendable mantener el motor del equipo apagado		

RUTINAS DE MANTENIMIENTO EQUIPOS HORMIGON COLOMBIA S.A (AREA DE PRODUCCION)

Compresor Código: 01021200

		RUTINAS DE MANTENIMIENTO DE MIXER	
INFORMACION DEL EQUIPO			
Nombre	Compresor	Marca	Senco
Modelo	L5	cód.. Alfanumérico:	CO-01
RUTINAS DE MANTENIMIENTO			
ITEM	MANTENIMIENTO	INTERVALOS DE MANTENIMIENTO	
1	Revisar el nivel del aceite	Diario	
2	Drenar el liquido acumulado en el tanque por medio de la válvula de purga	Diario	
3	Revisar que no hayan fugas	Diario	
4	Revise que no existan ruidos ni vibraciones inusuales	Diario	
5	Revise que todos los sujetadores estén bien seguros	Diario	
6	Limpiar el compresor externamente con detergente y paño húmedo	Semanal	
7	Verifique el funcionamiento de la válvula de seguridad	Semanal	
8	Inspeccione y limpie el filtro de aire. Limpie los orificios de respiración en el tapón de llenado del filtro.	Semanal	
9	Verifique si ocurre algún nivel de ruido o golpes anormales con la correa ubicada dentro de la protección de correa (CSV 15 y CSV 20)	Semanal	
10	Revise que no existan fugas de aire.+	Mensual	
11	Revise la válvula de liberación de seguridad.	Mensual	
12	Cambie el aceite del compresor. Use únicamente aceite para compresores de aire grado SAE 30.	Trimestral	
13	Cambio de elemento de filtro de aire dependiendo que acurra primero	250 horas-Trimestral	
14	Verifique que la tensión de la correa y su alineamiento	Trimestral	
15	verificar el funcionamiento del presostato	Trimestral	
16	Lubricar, inspeccionar o sustituir los rodamientos del motor y la biela	semestral	
17	Realice la calibración del presostato, manómetro(s) y válvula de seguridad	Anual	
18	Inspeccionar y remplazar si es necesario los anillos del pistón	Anual	
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES			
*	Aplique una solución de agua jabonosa alrededor de las uniones. Busque burbujas de aire alrededor de las uniones cuando el compresor alcance la presión de "corte máxima" y la bomba se apague.		
1	Si las condiciones de operación y la frecuencia de operación son leves los intervalos de mantenimiento pueden postergarse		