

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA LOS
EQUIPOS DE TRANSPORTE Y BOMBEO DE CONCRETO DE LA EMPRESA
HOLCIM (COLOMBIA) S.A

LUISA FERNANDA CORTES MORENO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2010

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA LOS
EQUIPOS DE TRANSPORTE Y BOMBEO DE CONCRETO DE LA EMPRESA
HOLCIM (COLOMBIA) S.A

LUISA FERNANDA CORTES MORENO

Monografía de grado presentada como requisito para optar por el título de
Especialista en gerencia de mantenimiento

Director: Edwin Alberto Martínez
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA

2010

AGRADECIMIENTOS

El autor manifiesta su agradecimiento a:

La empresa Holcim (Colombia) S.A por su apoyo durante la ejecución de este proyecto

Al Ingeniero Edwin Martínez por su aporte y atención al proyecto

A mi esposo por su paciencia y apoyo durante las jornadas de trabajo

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	15
1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA.....	16
1.1 MISION	16
1.2 VISION.....	16
1.3 POLITICAS CORPORATIVAS.....	17
1.4 SEGMENTOS DE LA EMPRESA.....	17
1.4.1 Segmento Cementos.....	17
1.4.2 Segmento Agregados.....	17
1.4.3 Segmento Concretos.....	18
1.5 PROCESOS DE NEGOCIO DEL SEGMENTO DE CONCRETOS	18
1.5.1 Producción de concreto	20
1.5.2 Transporte de concreto	21
1.5.3 Colocación de concreto	22
1.6 LOCALIZACION DE PLANTAS EN COLOMBIA	24
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	26
3. OBJETIVOS	28
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	28
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	28
4. MARCO TEORICO.....	29
4.1 DEFINICION DE MANTENIMIENTO	29
4.2 CLASES DE MANTENIMIENTO.....	29
4.2.1 Mantenimiento preventivo	29
4.2.2 Mantenimiento Correctivo.....	30
4.2.3 Mantenimiento Predictivo	31

4.3 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD	32
4.3.1 Antecedentes	32
4.3.2 Las siete preguntas del RCM	35
4.3.3 Ventajas del RCM	40
4.4 SISTEMAS DE GESTION DE MANTENIMIENTO.....	42
4.4.1 Indicadores de gestión:	42
4.4.2 Determinación del Nivel de Gestión del Mantenimiento.....	45
4.4.3 Establecimiento del conjunto de indicadores medidores del nivel de gestión del mantenimiento	45
5. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	48
5.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL AREA DE MANTENIMIENTO EN EL SEGMENTO DE CONCRETOS.....	48
5.1.1 Organigrama	49
5.1.2 Roles y responsabilidades del área de mantenimiento:	50
5.1.3 Procedimiento de mantenimiento vigente de Holcim (Colombia)	51
5.2 ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS POR HOLCIM PARA TRANSPORTE Y BOMBEO DE CONCRETO.....	55
5.2.1 Camiones mezcladores	56
5.2.2 Bombas para concreto	56
5.3 CONDICIONES DE LA OPERACIÓN	59
6. PROPUESTA	60
6.1 ANALISIS DEL MANUAL DE CALIDAD Y DE LA MATRIZ DE CARACTERIZACION DEL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE CONCRETO.....	61
6.1.1 Descripción de la tarea.....	61
6.1.2 Hallazgos	61
6.1.3 Acciones.....	63

6.2 ELABORACION MATRIZ D.O.F.A MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL	
BOGOTA	63
6.2.1 Descripción de la tarea.....	63
6.2.2 Hallazgos y acciones:.....	65
6.3 REVISION DE ANTECEDENTES A NIVEL MUNDIAL	65
6.3.1 Descripción de la tarea.....	65
6.3.2 Hallazgos	65
7. DEFINICION DE LA PROPUESTA.....	68
7.1 ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS Y FORMATOS DE EVALUACION NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA.....	73
7.1.1 Bloque 1 Estructura de equipos.....	74
7.1.2 Bloque 2 Gestión del recurso humano.....	75
7.1.3 Bloque 3 CMMS y sistemas de información	77
7.1.4 Bloque 4 Gestión presupuestal.....	78
7.1.5 Bloque 5 Gestión de proyectos de mejoramiento	81
7.1.6 Bloque 6 reuniones de mantenimiento	83
7.1.7 Manuales técnicos.....	85
7.1.8 Bloque 8 histórico de equipos.....	87
7.1.9 Bloque 9 SIG OH&S y Medio ambiente	89
7.1.10 Bloque 10 Planes de mantenimiento	91
7.1.11 Bloque 11 Planificación	93
7.1.12 Bloque 12 Mantenimiento basado en condición.....	95
7.1.13 Bloque 13 Análisis de Falla	97
7.1.14 Bloque 14 Indicadores de gestión.....	99
7.1.15 Bloque 15. RCM	100
8. CRONOGRAMA.....	104
9. EVALUACION DEL PROYECTO.....	108

CONCLUSIONES	111
BIBLIOGRAFIA.....	112
ANEXOS	114

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 ASIGNACIÓN DE EQUIPOS POR PLANTA.....	55
TABLA 2. COMPOSICIÓN DE LA FLOTA POR MARCAS Y MODELOS	56
TABLA 3 FLOTA PARA BOMBEO DE CONCRETO EN BOGOTÁ. HOLCIM (COLOMBIA)	58
TABLA 4. MATRIZ D.O.F.A MANTENIMIENTO EQUIPO MÓVIL	64
TABLA 5 AGRUPACIÓN PROPUESTA DE BLOQUES.....	70

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CONCRETO	19
FIGURA 2 FOTOGRAFÍA CAMIÓN MEZCLADOR	22
FIGURA 3 FOTOGRAFÍA DE UNA AUTOBOMBA	23
FIGURA 4. UBICACIÓN DE PLANTAS EN COLOMBIA	24
FIGURA 5 ORGANIGRAMA CARGOS DIRECTIVOS	49
FIGURA 6 ORGANIGRAMA ÁREA DE MANTENIMIENTO EQUIPO MÓVIL BOGOTÁ	50
FIGURA 7 DIAGRAMA DE FLUJO PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO EQUIPO MÓVIL HOLCIM (COLOMBIA)	52
FIGURA 8 BATERÍA DE BOMBEO	57
FIGURA 9 PIRÁMIDE DE MANTENIMIENTO LATAM PARA CONCRETOS	66
FIGURA 10 PIRÁMIDE DE MANTENIMIENTO PROPUESTA	71

LISTA DE ANEXOS

Anexo A	Tablas RCM Hoja de información
Anexo B	Tablas RCM Listado de tareas
Anexo C	Ejemplo formatos de evaluación
Anexo D	Ejemplo fichas técnicas

RESUMEN

TITULO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE Y BOMBEO DE CONCRETO DE LA EMPRESA HOLCIM (COLOMBIA) S.A.¹

AUTOR: LUISA FERNANDA CORTES MORENO**

PALABRAS CLAVES: SISTEMA, GESTION, MANTENIMIENTO, CONFIABILIDAD, CONCRETO,

DESCRIPCION O CONTENIDO: Este documento desarrolla un modelo de gestión de mantenimiento enfocado a la optimización de costos de mantenimiento, al aumento de la disponibilidad y confiabilidad de los equipos para transporte y bombeo de concreto de la empresa Holcim (Colombia).

Para la definición de la propuesta se identifican aspectos necesarios a administrar como parte de una eficiente gestión del mantenimiento (recursos humanos, costos, sistemas de información, etc). Lo anterior se hace mediante el estudio de antecedentes, el análisis de la matriz de caracterización del proceso de distribución de concreto y la realización de una matriz D.O.F.A para el departamento de mantenimiento orientada al hallazgo de nuevas oportunidades de mejora. Se establece como metodología de mantenimiento a implementar el mantenimiento centrado en confiabilidad, ya que esta filosofía es la que más se adapta a los objetivos del departamento y de la compañía. Igualmente se decide aplicar la técnica de la pirámide conformada por bloques empleada como estrategia para la implementación de sistemas de gestión en otros departamentos de la compañía

Como parte de la propuesta se elaboran instructivos de implementación en los cuales se establece el objetivo de cada bloque, pasos para su implementación, principales transacciones SAP a utilizar, indicadores de gestión para validar la implementación del bloque y los resultados esperados de cada uno de ellos.

Al final de la implementación de la propuesta se espera mejorar la calidad del mantenimiento, los tiempos de ejecución y el costo derivado de las diferentes actividades de mantenimiento.

¹ Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Edwin Alberto Martínez, Ingeniero Mecánico.

ABSTRACT

TITLE: DESIGN OF A MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM FOR HOLCIM'S CONCRETE TRANSPORT AND PUMPING EQUIPMENT¹

AUTHOR: LUISA FERNANDA CORTES MORENO**

KEY WORDS: SYSTEM, MANAGEMENT, MAINTENANCE, RELIABILITY, CONCRETE.

DESCRIPTION OR CONTENT: This monograph develops a maintenance management model focused on optimize maintenance costs and improve reliability and availability for Holcim's concrete transport and pumping equipment in Bogotá Colombia

To define the proposed model all the aspects related to an efficient maintenance management were identified (human resources, project management, costs, information systems etc). This was made by an antecedent's research, a distribution process characterization matrix analysis and the elaboration of a maintenance department D.O.F.A matrix directed toward new improvement opportunities for the area. Reliability centered maintenance was chosen as the methodology to implement due to the similarity between its benefits and the results expected by the company. Also it was decided to apply the pyramidal blocks technique which has been used as a way to implement management models in other areas of Holcim

As a part of this proposal all the implementation manuals where done. These instructives include: block's purposes, steps which need to be follow in order to carry out the block, main support SAP transactions, key performance indicators and the results expected for each one of them.

Once the maintenance management system implementation process gets finished it is look forward to get improves in maintenance quality, better times to repair and maintain Holcim's concrete transport and pumping equipment and an enhance of spare parts and man power employ to execute all the maintenance activities.

¹Monograph

** Faculty of Engineering PhysicoMechanicals. Postgraduate in Maintenance Management, Director: Edwin Alberto Martinez, Mechanical Engineer

INTRODUCCION

La constante evolución de los mercados, la globalización y la competitividad que caracterizan los tiempos modernos obligan a las compañías a innovar constantemente y a garantizar una eficiente gestión en las diferentes áreas de la empresa como mecanismo para mantener la rentabilidad del negocio. El mantenimiento no es ajeno a estos cambios y ha adquirido un papel muy importante en la consecución de las metas corporativas, pues sin una adecuada administración de los activos no es posible garantizar características que destaquen a la empresa dentro del sector como la calidad de los productos y el cumplimiento a los clientes.

Este nuevo enfoque e importancia que se le ha dado a la labor de mantenimiento exigen actuar bajo metodologías sistemáticas y organizadas que involucren a todo el equipo y que promuevan el cambio de misión del departamento, pues la función de mantenimiento dejó de ser actuar de forma reactiva y pasó a ser preservar la función de los activos a un costo razonable.

Desde este punto de vista ninguna compañía y en especial una de tanta trayectoria y reconocimiento como Holcim puede obviar el nuevo rumbo del mantenimiento. Es por esta razón que con un sistema de gestión de mantenimiento exclusivo para los equipos de transporte y bombeo de concreto de Holcim se espera lograr un estándar más alto de mantenimiento, conservando las óptimas condiciones de operación de los equipos, mejorando su confiabilidad y disponibilidad a un costo razonable y garantizando el mejoramiento continuo del proceso y por ende de la compañía.

1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA

Holcim es una empresa suiza perteneciente al sector de la construcción y dedicada a la producción de cemento, concreto y agregados en más de 70 países en el mundo. En Colombia el trabajo de la compañía se ve representado por las siguientes características:

- Producción de cemento, concretos y agregados de máxima calidad
- Comercialización de cemento y concreto de máxima calidad
- Extracción y manejo de materiales aluviales y calizas
- Servicio especializado de transporte de materiales y productos para la construcción (agregados, cemento y concretos)
- Soluciones ecológicas para el manejo de residuos industriales

1.1 MISION

Ser la compañía más respetada y exitosamente operada en la industria. En Colombia crear valor para sus clientes, empleados, accionistas y comunidades en donde realiza sus actividades y de esta forma garantizar un desempeño industrial y comercial exitoso en medio de una competencia cada vez más fuerte.

1.2 VISION

Crear los cimientos para el futuro de la sociedad. Por eso la conciencia del desarrollo sostenible es valor agregado de la compañía y al mismo tiempo una responsabilidad con la sociedad presente y futura. El compromiso de Holcim se demuestra con hechos.

1.3 POLITICAS CORPORATIVAS

La política corporativa de Holcim está basada en la calidad, el medio ambiente, la salud ocupacional y la seguridad industrial.

Es compromiso del equipo humano de la organización mantener altos niveles de calidad y de servicio en la producción de cemento, concretos y agregados; cumplir con los requisitos legales de sus clientes, así como contar con los procesos y las tecnologías necesarias que garanticen la calidad de sus productos, disminuyan los impactos ambientales y provean sitios de trabajo saludables y seguros

1.4 SEGMENTOS DE LA EMPRESA

La empresa se encuentra dividida en cuatro segmentos que son: la producción y comercialización de cemento, la producción y comercialización de agregados, la producción y comercialización de hormigón y el transporte y disposición de residuos y/o material contaminante, este último no será descrito ya que no es objeto de interés en el presente documento.

1.4.1 Segmento Cementos

El cemento es el componente principal del concreto ya que permite que éste sea adhesivo. Es un polvo gris y fino que se obtiene como resultado de la sucesiva molienda y exposición a altas temperaturas de varios minerales como la caliza y la puzolana. Holcim produce 8 variedades de cemento entre las que se destacan el cemento Portland (el más común), los petroleros clase A y G y el cemento Holcim Boyacá tipo II y tipo V.

1.4.2 Segmento Agregados

Los agregados son componentes derivados de la trituración natural o artificial de diferentes piedras, los cuales mezclados con el agua y el cemento forman el

hormigón o concreto. Los agregados pueden ser finos o gruesos dependiendo de su granulometría; Holcim produce: Gravas empleadas en elementos estructurales como placas y muros, Gravillas utilizadas para elementos estructurales y prefabricados, agregado fino para mezclas asfálticas y de concreto, bases granulares las cuales son parte estructural del pavimento y agregados afirmados los cuales se emplean como parte estructural del pavimento para nivelar.

1.4.3 Segmento Concretos

El concreto u hormigón es una roca artificial que se deja moldear como resultado de la mezcla entre cemento, grava, arena, agua y aditivos, la cual por medio de una reacción exotérmica se endurece hasta lograr una consistencia pétreo.

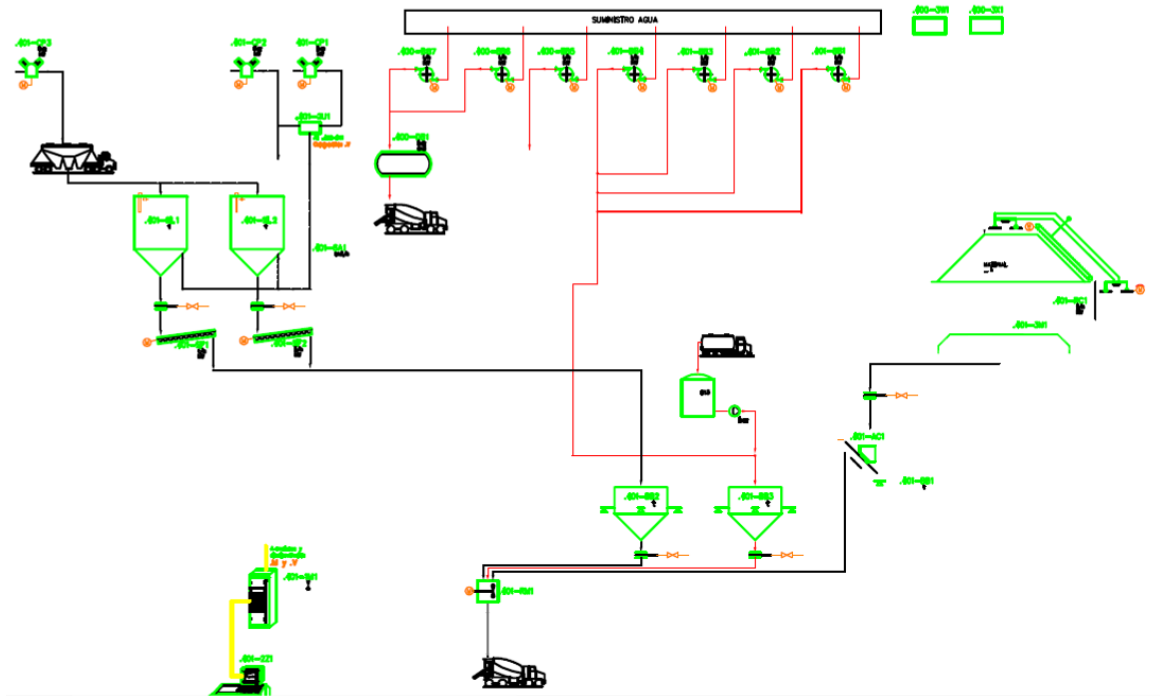
Debido a sus propiedades físicas (durabilidad, impermeabilidad y resistencia a la compresión, principalmente), el concreto es empleado para la construcción de edificaciones de diversos tipos así como para la protección de superficies expuestas a agentes químicos. Otra roca artificial de menor resistencia es el mortero, el cual está conformado por cemento, agua y agregado fino y cuya composición lo hace un excelente material para obras de albañilería y revestimiento de paredes.

1.5 PROCESOS DE NEGOCIO DEL SEGMENTO DE CONCRETOS

El segmento de concretos se encuentra dividido en tres centros de costo principales que son: La producción, el transporte y la colocación del concreto.

El diagrama de flujo de todo el proceso se muestra en la siguiente figura.

Figura 1 Diagrama de flujo proceso de producción de concreto



Fuente: El autor

El proceso inicia con la recepción y almacenamiento de las materias primas; los agregados se almacenan en compartimientos descubiertos y amplios con el fin de facilitar el suministro de materiales a la planta bien sea por medio de cargadores frontales o por medio de elevadores mecánicos.

Por su parte el cemento debe ser almacenado en silos o contenedores herméticos que eviten el contacto con la humedad. A su vez el agua necesaria para la mezcla del concreto se almacena en tanques de gran capacidad; Holcim emplea agua reciclada para la producción de concreto, el agua reciclada proviene de un tratamiento físico efectuado al agua residual producto del lavado de los camiones

y la planta, así como de escorrentía superficial de aguas lluvias de la planta de concreto.

Cada diseño o receta de concreto se encuentra codificada en el software de automatización industrial de la planta, de esta forma el operador selecciona, de acuerdo a la instrucción del centro de control, el tipo de concreto y la cantidad requerida. Posteriormente un camión mezclador se ubica en la zona de carga de la planta en donde un embudo o vertedero le entrega bien sea la mezcla lista o los diferentes materiales para que el camión se encargue de mezclar dependiendo del tipo de planta. Una vez cargados las materias primas o el concreto en el camión, el operador de mixer debe hacer un alistamiento que incluye la inspección visual del concreto, una lectura en el slump indicator (manómetro indicador de asentamiento), un mezclado adicional del producto y un enjuague del camión.

Finalmente el producto es llevado a las diferentes obras en donde el descargue se puede hacer manual, mediante baldes desplazados con torre grúa o empleando equipos de bombeo de concreto (estas últimas forman parte del sistema de colocación del concreto). La unidad de medida empleada para la venta y distribución del concreto son los metros cúbicos. A continuación se describe un poco más en detalle cada uno de los procesos de negocio

1.5.1 Producción de concreto

Como se mencionó anteriormente el concreto básico se obtiene de la mezcla entre el cemento, los agregados (finos o gruesos), agua y aditivos. La relación de la mezcla o cantidad de cada componente así como la adición de aditivos (sustancias químicas para modificar ciertas características del concreto como por ejemplo el tiempo de fraguado, la manejabilidad y el asentamiento) dependen de la aplicación que vaya a tener el producto; por ejemplo un concreto empleado para una cimentación requiere mayor resistencia y mayor consistencia (menor

asentamiento) que un concreto empleado para un muro; de acuerdo a lo anterior existen gran variedad de recetas o diseños parametrizadas en el sistema de dosificación de las plantas.

Existen dos tipos de plantas empleadas para la producción de concreto:

- Las plantas dosificadoras que entregan por medio de bandas transportadoras todas las materias primas del concreto separadas a un camión mezclador (mixer) para que éste se encargue de todo el proceso de mezclado. Las plantas dosificadoras tienen como ventaja su bajo costo de mantenimiento y su agilidad en los tiempos de carga, sin embargo tienen como desventaja que acortan la vida útil de algunos componentes del camión mezclador y que en algunas ocasiones la mezcla hecha en un 100% por el mixer no queda lo suficientemente homogénea, teniendo como consecuencia la formación de terrones si no se aumenta el tiempo y velocidad de mezclado en el mixer.
- Las plantas premezcladoras, las cuales cuentan con un tambor que se encarga de homogenizar la mezcla para entregársela lista al camión o mixer encargado de transportar el producto hasta la obra. Tienen como ventaja la certeza en la homogenización del producto, sin embargo tienen como desventaja un mayor costo de mantenimiento como consecuencia de un mayor número de componentes de desgaste (el tambor está revestido).

1.5.2 Transporte de concreto

El transporte del concreto se realiza en los mixer o camiones mezcladores, los cuales están formados por un chasis de 2 o 3 ejes y un sistema hidráulico empleado para el mezclado del producto en un tambor (montado sobre el chasis),

que se conoce como olla, trompo o mezclador. En la siguiente figura se muestra un camión mezclador.

Figura 2 Fotografía camión mezclador



Fuente: El autor

El concreto es un producto perecedero ya que su curva de fraguado (endurecimiento) empieza prácticamente después de efectuar la mezcla entre el agua y el cemento (material adherente), por eso es muy importante garantizar el movimiento permanente de la olla mientras haya producto en su interior

1.5.3 Colocación de concreto

Se entiende por colocación de concreto la manipulación y ubicación del producto hasta el lugar en donde se requiera que fragüe y forme algún elemento como por ejemplo una columna, una placa, un muro o una cimentación.

Existen varios métodos de colocación que van desde el uso de palas manuales (generalmente en obras pequeñas), baldes movilizados con torre grúa, hasta el uso de equipos especializados diseñados para bombear concreto (empleado en construcciones de mayor magnitud y alcances complejos). Los sistemas de colocación incluyen también herramientas empleadas para la compactación del concreto como por ejemplo los vibradores de aguja, las reglas vibratorias y los rodillos; uno de los objetivos de la compactación es la eliminación total de burbujas de aire que puedan afectar la homogeneidad y resistencia del concreto cuando este se fragüe completamente.

Figura 3 Fotografía de una autobomba

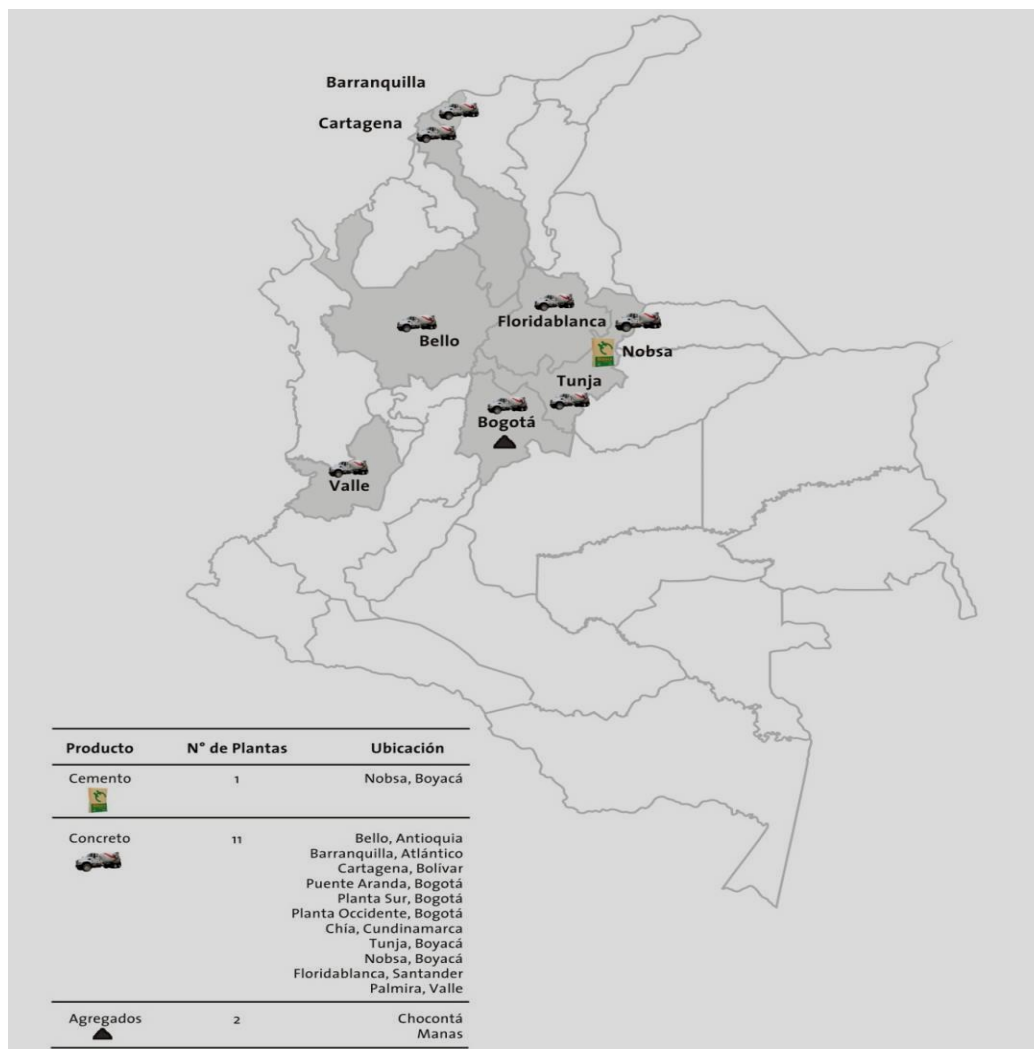


Fuente: El autor

1.6 LOCALIZACION DE PLANTAS EN COLOMBIA

Holcim (Colombia) cuenta con una planta de cementos, dos plantas de agregados, once plantas fijas para producción de concreto y recientemente se montó una planta móvil para la producción del concreto empleado en las obras de ampliación y modernización del Aeropuerto Internacional el Dorado en Bogotá. La ubicación de las plantas se muestra en la siguiente figura.

Figura 4. Ubicación de plantas en Colombia



Fuente: http://www.holcim.com.co/holcimweb/gc/CO/images/map_big_detail.jpg

La planta concretera más grande de Colombia en extensión y volumen producido es la planta de Puente Aranda, ubicada en Bogotá

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Holcim es una organización suiza dedicada a la producción de cemento y concretos así como a la explotación de agregados, minerales y áridos empleados como materia prima para los mismos. De acuerdo a lo anterior la compañía está dividida en tres segmentos: Cementos, hormigón y agregados siendo el primero la unidad principal del negocio. Cada segmento funciona de forma independiente con una dirección comercial centralizada y operando bajo los estrictos lineamientos de la casa matriz en Suiza. Sin embargo debido a que el segmento de cementos es considerado como la unidad principal del negocio para Holcim, la mayoría de procedimientos, metodologías y sistemas de gestión están estructurados para la operación de cementos y han sido adaptados y procedimentados para los segmentos de agregados y concretos.

Actualmente existe una metodología de mantenimiento fundamentada en el RCM y enfocada al mantenimiento de clase mundial que ha tenido un gran éxito en el área de cementos, sin embargo a nivel mundial no hay ningún lineamiento ni metodología desarrollada para implementar en el área de concretos, tampoco existe un sistema de gestión de mantenimiento estandarizado para el área de mantenimiento en el segmento del hormigón.

Desde hace varios años un grupo de funcionarios de Holcim de los diferentes países de Latinoamérica ha tratado de estandarizar los procedimientos y rutinas de mantenimiento para los equipos involucrados en la producción transporte y distribución del hormigón, igualmente han tratado de adoptar e implementar parte de la filosofía de mantenimiento empleada por cementos en el área de concretos, no obstante, aunque los dos negocios pertenecen a la misma compañía y al mismo sector industrial (el sector de la construcción), la diversidad en las condiciones de operación de los equipos y en las condiciones de almacenamiento

y distribución del producto terminado hacen que una gran porción de los métodos y herramientas empleadas para administrar el mantenimiento en una planta de cemento no sean las más adecuadas para la administración de los activos del área de concretos

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento para los equipos de transporte y bombeo de concreto de la empresa Holcim (Colombia) S.A que permita la optimización de los recursos de la compañía y que garantice un alto estándar de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los mismos, bajo la filosofía del mejoramiento continuo.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Identificar las oportunidades de mejora en la administración del mantenimiento de los equipos de distribución de concreto.
2. Definir metodología y filosofía de mantenimiento a emplear.
3. Unificar la metodología propuesta con los avances hechos por el grupo de Latinoamérica.
4. Diseñar el procedimiento para la implementación de cada elemento de la metodología.
5. Realizar cronograma de implementación.
6. Diseñar formatos de evaluación y auditoría de implementación de la propuesta.
7. Realizar evaluación económica de la propuesta

4. MARCO TEORICO

4.1 DEFINICION DE MANTENIMIENTO

Se define mantenimiento como el conjunto de técnicas y sistemas administrativos que permiten prever averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, contribuyendo a los beneficios de la empresa. Se entiende la función de mantenimiento dependiendo del ciclo de vida de las maquinas en sus tres etapas: mantenimiento, reparación o sustitución.²

Es un órgano de estudio que busca lo más conveniente para las máquinas, tratando de alargar su vida de forma rentable

4.2 CLASES DE MANTENIMIENTO

Existen tres tipos reconocidos de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha y en función a los recursos utilizados.

4.2.1 Mantenimiento preventivo

Se define como la programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario.

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura,

² European Federation of National Maintenance Societies. Definición de mantenimiento [online]. Marzo 8 de 2010. Available from internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento>

equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

Sus principales características son:

- Permite inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.
- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios disponibles.
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado.
- Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

4.2.2 Mantenimiento Correctivo

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento reactivo”, tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores. Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

4.2.3 Mantenimiento Predictivo

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado. Algunas de las técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo son:

Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones)

Endoscopia (para poder ver lugares ocultos)

Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros)

Termovisión (detección de condiciones a través del calor desplegado)

Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.)

4.3 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD

Desde el punto de vista de la ingeniería hay dos elementos que hacen al manejo de cualquier activo físico. Debe ser mantenido y de tanto en tanto quizás también necesite ser modificado.

Todo activo físico es puesto en funcionamiento porque alguien quiere que haga algo, en otras palabras, se espera que cumpla una función o ciertas funciones específicas. Por ende el mantener un activo, el estado que debemos preservar es aquel en el que continúa haciendo aquello que los usuarios quieren que haga.

Los requerimientos de los usuarios van a depender de dónde y cómo se utilice el activo. Esto lleva a la siguiente definición formal de mantenimiento centrado en confiabilidad: un proceso utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual.³

4.3.1 Antecedentes

Desde la década del 30 se puede seguir el rastro de la evolución del mantenimiento a través de tres generaciones⁴. El RCM está tornándose rápidamente en la piedra fundamental de la tercera generación, pero esta

³ MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. “da Edición. Buenos aires: Aladon LLC, 2004. p. 7

⁴ Ibid., p.1-6

generación solo se puede ver en perspectiva, y a la luz de la primera y la segunda generación.

La primera generación cubre el periodo que se extiende hasta la segunda guerra mundial. En esos días la industria no estaba altamente mecanizada, por lo que el tiempo de parada de maquina no era de mayor importancia. Esto significaba que la prevención de las fallas en los equipos no era una prioridad para la mayoría de los gerentes. A su vez la mayor parte de los equipos era simple, y la gran mayoría estaban sobredimensionados. Esto los hacía confiables y fáciles de reparar. Como resultado no había necesidad de un mantenimiento sistemático más allá de una simple rutina de limpieza, servicio y lubricación. Se necesitaban menos habilidades para realizar el mantenimiento que hoy en día.

La segunda generación se caracteriza por los cambios drásticos durante la segunda guerra mundial. La presión de los tiempos de guerra aumentó la demanda de todo tipo de bienes, al mismo tiempo que decaía abruptamente el número de trabajadores industriales. Esto llevó a un aumento en la mecanización. Ya en los años 50 había aumentado la cantidad y complejidad de todo tipo de máquinas. La industria estaba empezando a depender de ellas. Al incrementarse esta dependencia, comenzó a concentrarse la atención en el tiempo de parada de máquina. Esto llevó a al idea de que las fallas en los equipos podían y debían ser prevenidas, dando lugar al concepto de mantenimiento preventivo. En la década del sesenta esto consistió principalmente en reparaciones mayores a intervalos regulares prefijados. El costo del mantenimiento comenzó a crecer rápidamente con relación a otros costos operacionales. Esto llevó al desarrollo del sistema de planeamiento y control de l mantenimiento. Estos ciertamente ayudaron a tener el mantenimiento bajo control y han sido establecidos como parte de la práctica del mantenimiento.

La tercera generación inicia a mediados de la década del setenta, allí el proceso de cambio en la industria ha adquirido aún más impulso. Los cambios han sido clasificados en: nuevas expectativas, nuevas investigaciones y nuevas técnicas.

Nuevas expectativas: el tiempo de parada de máquina afecta la capacidad de producción de los activos físicos al reducir la producción, aumentar los costos operacionales y afectar el servicio al cliente. En las décadas del sesenta y setenta esto ya era una preocupación en los sectores mineros, manufactureros y de transporte. Los efectos de tiempo de parada de máquina fueron agravados por la tendencia mundial hacia sistemas just-in-time, donde los reducidos inventarios de material en proceso hacen que una pequeña falla en un equipo probablemente hicieron parar toda la planta. Actualmente el crecimiento en la mecanización y la automatización han tornado a la confiabilidad y a la disponibilidad en factores clave en sectores tan diversos como el cuidado de la salud, el procesamiento de datos, las telecomunicaciones y administración de edificios. Una mayor automatización también significaba que mas y mas fallas afectan nuestra capacidad de mantener parámetros de calidad satisfactorios. Mas y mas fallas acarrear serias consecuencias para el medio ambiente o la seguridad, al tiempo que se elevan los requisitos en estas áreas. Al mismo tiempo que crece nuestra dependencia a los activos físicos, crece también el costo de tenerlos y operarlos.

Nuevas Investigaciones: Mas allá de la existencia de mayores expectativas, las nuevas investigaciones están cambiando muchas de nuestras creencias más profundas referidas a la edad y las fallas. En particular, parece haber cada vez menos conexión entra la edad de la mayoría de los activos y probabilidad de que estos fallen. Las investigaciones en la tercera generación arroja una de las conclusiones más importantes, se deduce que un gran número de tareas que surgen de los conceptos tradicionales de mantenimiento, a pesar de que se realicen exactamente como se planeó, no logran ningún resultado, mientras que

otras son contraproducentes y hasta peligrosas. Esto es especialmente cierto en muchas de las tareas que se hacen en nombre del mantenimiento preventivo. En otras palabras, la industria en general es devota a prestar mucha atención para hacer las tareas de mantenimiento correctamente (hacer correctamente el trabajo), pero se necesita hacer mucho más que asegurarse que los trabajos que se planean son los trabajos que deben hacerse (hacer el trabajo correcto).

Nuevas técnicas: Ha habido un crecimiento explosivo de nuevos conceptos y técnicas de mantenimiento. Cientos de ellos han sido desarrollados en los últimos veinte años y emergen aún más cada semana. Los nuevos desarrollos incluyen:

- Herramientas de soporte para la toma de decisiones.
- Nuevos métodos de mantenimiento.
- Diseño de equipos.
- Un drásticos cambio en el modo de pensar la organización.

Uno de los mayores desafíos que enfrentan el personal de mantenimiento es no sólo aprender que son estas técnicas sino decidir cuales valen la pena y cuales no para sus propias organizaciones. Si hacemos elecciones adecuadas es posible mejorar el rendimiento de los activos y al mismo tiempo contener y hasta reducir el costo del mantenimiento. Si hacemos elecciones inadecuadas se crean nuevos problemas mientras empeoran los que ya existen.

4.3.2 Las siete preguntas del RCM

El proceso de RCM formula siete preguntas acerca del activo o sistema que se intenta revisar⁵:

⁵ Ibid., p.7-13

¿Cuales son las funciones y los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional? Antes de poder aplicar un proceso para determinar que debe hacerse para que cualquier activo físico continúe haciendo aquello que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional, necesitamos hacer dos cosas: Determinar que es lo que sus usuarios quieren que haga, asegurar que es capaz de realizar aquello que sus usuarios quieren que haga.

Por esto el primer paso en el proceso de RCM es definir las funciones de cada activo en su contexto operacional, junto con los parámetros de funcionamiento deseados. Lo que los usuarios esperan que los activos sean capaces de hacer puede ser dividido en dos categorías.

Funciones primarias: que en primera instancia resumen el por que de la adquisición del activo. Esta categoría de funciones cubre temas como velocidad, producción, capacidad de almacenaje o carga, calidad de producto y servicio al cliente.

Funciones secundarias, la cual reconoce que se espera de cada activo que haga mas que simplemente cubrir sus funciones primarias. Los usuarios también tienen expectativas relacionadas con las aéreas de seguridad, control, contención, confort, integridad estructural, economía, protección, eficiencia operacional, cumplimiento de regulaciones ambientales, y hasta de apariencia del activo.

Los usuarios de los activos generalmente están en la mejor posición por lejos para saber exactamente que contribuciones físicas y financieras hace el activo para el bienestar de la organización como un todo. Por ello es esencial que estén involucrados en el proceso de RCM desde el comienzo.

¿De que manera falla en satisfacer dichas funciones? Los objetivos del mantenimiento son definidos por las funciones y expectativas de funcionamiento asociadas al activo en cuestión. Pero ¿Cómo puede el mantenimiento alcanzar estos objetivos?

El único hecho que puede hacer que un activo no puede desempeñarse conforme a los parámetros requeridos por sus usuarios es alguna clase de falla. Esto sugiere que el mantenimiento cumple sus objetivos al adoptar una política apropiada para el manejo de una falla. Sin embargo, antes de poder aplicar una combinación adecuada de herramientas para el manejo de una falla, necesitamos identificar que fallas pueden ocurrir.

El proceso de RCM lo hace en dos niveles: En primer lugar, identifica las circunstancias que llevaron a la falla, luego se pregunta que eventos pueden causar que el activo falle.

¿Cual es la causa de cada falla funcional? En el mundo de RCM, los estados de falla son conocidos como fallas funcionales porque ocurren cuando el activo no puede cumplir una función de acuerdo al parámetro de funcionamiento que el usuario considera aceptable.

Sumado a la incapacidad total de funcionar, esta definición abarca fallas parciales en las que el activo todavía funciona pero con un nivel de desempeño inaceptable (incluyendo las situaciones en las que el activo no puede mantener los niveles de calidad o precisión). Evidentemente estas solo pueden ser identificadas luego de haber definido las funciones y parámetros de funcionamiento del activo.

¿Que sucede cuando ocurre cada falla? Tiene que ver con hacer un listado de los efectos de falla, que describen lo que ocurre con cada modo de falla. Esta

descripción debería incluir toda la información necesaria para apoyar la evaluación de las consecuencias de la falla como:

- Que evidencia existe (si la hay) de que la falla ha ocurrido.
- De qué modo representa una amenaza para la seguridad o el medio ambiente (si la representa)
- De qué manera afecta a la producción o a las operaciones (si las afecta)
- Que daños físicos (si los hay) han sido causados por la falla
- Que debe hacerse para reparar la falla.

¿En que sentido es importante cada falla? Un análisis detallado de la empresa industrial promedio probablemente muestre entre tres mil y diez mil posibles modos de falla. Cada una de estas fallas afecta a la organización de algún modo, pero en cada caso, los efectos son diferentes. Pueden afectar operaciones. También puede afectar a la calidad del producto, el servicio al cliente, la seguridad o el medio ambiente.

Son estas consecuencias las que más influyen el intento de prevenir cada falla. En otras palabras, si una falla tiene serias consecuencias, haremos un gran esfuerzo para intentar evitarla. Por otro lado, si no tiene consecuencias o tiene consecuencias leves, quizás se decida no hacer mas mantenimientos de rutina que una simple limpieza y lubricación básica.

¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?

El proceso de evaluación de las consecuencias también cambia el énfasis de la idea que toda falla es negativa y debe ser prevenida. De esta manera focaliza la atención sobre las actividades de mantenimiento que tienen el mayor efecto sobre

el desempeño de la organización, y resta importancia a aquellas que tienen escaso resultado. También nos alienta a pensar de una manera más amplia acerca de diferentes maneras de manejar las fallas, más que concentrarnos en prevenir fallas. Las técnicas de manejo de fallas se dividen en dos categorías.

Tareas proactivas: estas tareas se emprenden antes de que ocurra una falla, para prevenir que el ítem llegue al estado de falla. Abarcan lo que se conoce tradicionalmente como mantenimiento predictivo o preventivo.

Acciones a falta de: estas tratan directamente con el estado de falla, y son elegidas cuando no es posible identificar una tarea proactiva efectiva.

¿Que debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada? Si una tarea proactiva es técnicamente factible o no, está determinado por las características técnicas de la tarea y de la falla que pretende prevenir. Si vale la pena hacerlo o no depende de la manera en que maneja las consecuencias de la falla. De no hallarse una tarea proactiva que sea técnicamente factible y que valga la pena hacerse, entonces debe tomarse una acción *a falta de* adecuada. La esencia del proceso de selección de tareas es el siguiente:

Para fallas ocultas, la tarea proactiva vale la pena si reduce significativamente el riesgo de falla múltiple asociado con esa función a nivel tolerablemente bajo.

Para fallas con consecuencias ambientales o para la seguridad, una tarea proactiva solo vale la pena si por si sola reduce el riesgo de la falla a un nivel muy bajo, o directamente lo elimina.

Si la falla tiene consecuencias operacionales, una tarea proactiva solo vale la pena si el costo total de realizarla a lo largo de un cierto periodo de tiempo es menor al

costo de las consecuencias operacionales más el costo de la reparación en el mismo periodo de tiempo.

Si una falla tiene consecuencias no operacionales solo vale la pena una tarea proactiva si el costo de la tarea a lo largo de un periodo de tiempo es menor al costo de reparación en el mismo tiempo.

4.3.3 Ventajas del RCM

Por más atractivos que sean, los resultados enunciados solo deberían ser vistos como medios para un fin⁶.

Mayor seguridad e integridad ambiental: RCM considera las implicaciones ambientales y para la seguridad de cada patrón de falla antes de considerar su efecto en las operaciones. Esto significa que se actúa para minimizar o eliminar todos los riesgos identificables relacionados con la seguridad de los equipos y el ambiente. Al incorporar la seguridad a la toma de decisiones de mantenimiento, el RCM también mejora la actitud de la personas en relación con este tema.

Mejor funcionamiento operacional: RCM reconoce que todos los tipos de mantenimiento tienen un valor y provee reglas para decidir cuál es el más adecuado en cada situación. De esta manera se asegura que sólo se elegirán las formas de mantenimiento más efectivas para cada activo físico y que se tomarán las medidas necesarias en los casos que el mantenimiento no puede ayudar. Este esfuerzo de ajustar y focalizar el mantenimiento lleva a grandes mejoras en el desempeño de activos físicos existentes donde se las requiere.

⁶ Ibid., p.19

Mayor costo-eficacia del mantenimiento: RCM continuamente focaliza su atención en las actividades de mantenimiento que tienen mayor efecto en el desempeño de la planta. Esto ayuda a asegurar que todo lo que se gasta para mantenimiento se invierta en las áreas en las que pueda tener los mejores resultados.

Mayor vida útil de componentes costosos: debido al cuidadoso énfasis en el uso de técnicas de mantenimiento a condición.

Una base de datos global: una revisión de RCM finaliza con un registro global y extensivamente documentado de los requerimientos de mantenimiento de todos los activos físicos utilizados por la organización. Esto posibilita la adaptación a circunstancias cambiantes (como cambios de modelos o aparición de nuevas tecnologías) sin tener que reconsiderar todas las políticas de mantenimiento desde un comienzo. También permite a quienes utilizan el equipo demostrar que sus programas de mantenimiento están contruidos sobre una base racional. Finalmente, la información almacenada en las hijas de trabajo de RCM reduce los efectos de la rotación de personal y la pérdida de experiencia que esto provoca.

Mayor motivación del personal: especialmente las personas involucradas en el proceso de revisión. Esto lleva a un mayor entendimiento general del activo en su contexto operacional, junto con un sentido de pertenencia más amplio de los problemas de mantenimiento y sus soluciones. También aumenta la probabilidad de que las soluciones perduren.

Mejor trabajo en equipo: RCM provee un lenguaje técnico que es fácil de entender para cualquier persona que tenga alguna relación con el mantenimiento. Esto da al personal de mantenimiento y de operaciones un mejor entendimiento de lo que el mantenimiento puede y no puede lograr y que debe hacerse para lograrlo

4.4 SISTEMAS DE GESTION DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento es una disciplina integradora que garantiza la disponibilidad, funcionalidad y conservación del equipamiento, siempre que se aplique correctamente, a un costo competitivo. Al inicio de todo proceso de Mejoramiento, ya sea a nivel personal como de organización, se exige, como primera etapa, que se adquiera conciencia de la realidad y, posteriormente, que se definan los objetivos a alcanzar. Entretanto, una vez iniciado el proceso, es necesario monitorear el progreso alcanzado, a través de observaciones y comparaciones a lo largo del tiempo, de parámetros que definan claramente el grado de calidad de dicho desempeño, constatando, sin subjetivismo, si se ha mejorado con respecto al inicio del período.

Es necesario evaluar y controlar la gestión de mantenimiento para saber cuan eficiente es la aplicación de la política de mantenimiento que se ha planificado para el entorno productivo de la empresa⁷. Esta información permite actuar de forma rápida y precisa sobre los factores débiles. La mejor forma resulta con la implementación, estudio y análisis de un paquete de indicadores.

Es evidente que en la selección de los índices que describan de manera más eficaz el desempeño del mantenimiento, es esencial tener en cuenta la concepción moderna de la actividad de mantenimiento, vinculado esencialmente a sus objetivos.

4.4.1 Indicadores de gestión:

Al inicio de todo proceso de mejoramiento, la primera etapa es adquirir conciencia para luego definir los objetivos a alcanzar y los medios para ello.

⁷ MORA, Alberto. Mantenimiento planeación, ejecución y control. Bogotá: Alfaomega, 2009. p. 38

Para entender los criterios de selección de los indicadores, es necesario conocer el concepto de indicador que se define como un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo- calidad y plazos. Los indicadores deben verse de manera proactiva, de tal forma que se puedan tomar decisiones hacia el futuro⁸, manejándolos.

Las características fundamentales que deben cumplir los indicadores de mantenimiento, siempre con la mirada puesta en lo que se desea alcanzar con el mantenimiento industrial, son las siguientes:

- Pocos, pero suficientes para analizar la gestión.
- Claros de entender y calcular.
- Útiles para conocer rápidamente como van las cosas y por qué

Por estos motivos los indicadores deben:

- Identificar los factores claves del mantenimiento y su afectación a la producción.
- Dar los elementos necesarios que permiten realizar una evaluación profunda de la actividad en cuestión.
- Establecer un registro de datos que permita su cálculo periódico.
- Establecer unos valores plan o consigna que determinen los objetivos a lograr.
- Controlar los objetivos propuestos comparando los valores reales con los valores planificados o consigna.

⁸ Ibid., p. 469-473

- Facilitar la toma de decisiones y acciones oportunas ante las desviaciones que se presentan.

El análisis no debe presentar conclusiones especulativas. Las variaciones para mejorar o empeorar deben ser tomadas como síntomas que fueron discutidos. Antes de emitir comentarios, el órgano de control debe estar seguro de que los datos que les dieron origen son confiables.

El análisis debe tener observaciones negativas que deben estar acompañadas de sugerencias de alternativas para mejorar que deben ser discutidas con los supervisores del área de ejecución de mantenimiento antes del registro en el informe de análisis.

Es válida la colocación de valores comparativos, entre períodos diferentes o valores promedios obtenidos en el año anterior, para su examen respecto a los resultados de disposiciones gerenciales, tomadas en función de análisis anteriores y así establecer metas para la mejora de los índices, junto con el área ejecutante.

Alguno de los errores más comunes en los que se incurren durante la aplicación del sistema de gestión son los siguientes:

- Inadecuada selección de los índices, excesivos en número y no jerarquizados.
- Insuficiente y confusa definición que provoque diferentes interpretaciones y/o cálculos.
- Escasa o nula identificación de la relación existente entre el índice y los factores críticos.
- Sistemas inadecuados de captación de datos para el cálculo de los índices, cálculos erróneos o tardíos.

Dentro de la aplicación, ejecución, y control de un sistema de mantenimiento existen diferentes etapas, que las mismas pueden ser medidas a través de la citación de diferentes índices (Intervención, defectos, fuerzas de trabajo) que en su determinación van a permitir analizar el desenvolvimiento del sistema aplicado. Apoyándose en la información que brindan estos índices como medios de control, se puede determinar la calidad del mantenimiento efectuado y así poder corregir las deficiencias en el sistema.

4.4.2 Determinación del Nivel de Gestión del Mantenimiento.

El nivel de gestión de mantenimiento se define partiendo de la hipótesis de que existe un conjunto de indicadores mediante los cuales es posible realizar una evaluación del estado del mantenimiento y que el mejoramiento de estos índices eleva el nivel de excelencia en la gestión del mantenimiento y que a su vez dicho mejoramiento incide positivamente en los resultados económicos de la empresa.

Para desarrollar un patrón de gestión se debe seleccionar dentro de un gran conjunto de índices, los principales para medir el desempeño de la gestión del mantenimiento, además de caracterizar los índices medidores de gestión.

4.4.3 Establecimiento del conjunto de indicadores medidores del nivel de gestión del mantenimiento

Diversos estudios establecen más de 110 indicadores, analizando las variables fundamentales se utilizan 28 de ellos los cuales se estratifican determinando los ocho factores encargados de evaluar la gestión del mantenimiento, estos se detallan a continuación:

- Nivel de Información: Este factor tiene como objetivo evaluar la disponibilidad, en la entidad, de la información necesaria para la toma de decisiones relativas a la gestión del mantenimiento.

- Productividad Total Efectiva de los Equipos (PTEE): La PTEE es una medida de la productividad real de los equipos. Esta medida se obtiene según la ecuación 1.

$$PTEE = AE \times OEE \quad (1)$$

AE= Aprovechamiento del equipo

OEE= Efectividad Global del Equipo (Overall Equipment Effectiveness)

- Nivel de incidencia de la función de mantenimiento en los costos de la empresa: La eficiencia de toda actividad dentro de la empresa con vistas a lograr costos razonables del sistema en su todo es una cuestión que es supervisada muy de cerca por los directivo en las organizaciones ya que puede llegar a representar entre el 10 y el 25 % del costo total de manufactura del producto que se elabora.
- Existencia de un sistema formal de medidas para determinar la efectividad del mantenimiento: En la actualidad todo gerente de empresa conoce la importancia de medir el desempeño de la actividad de mantenimiento, esta información permite actuar de forma rápida y precisa sobre los factores débiles en la gestión del mantenimiento. Los sistema de medición permiten medir la eficiencia y avance de las reparaciones, debe esta forma se facilitan las actividades principales de cualquier gerencia.
- Capacidad de los obreros de mantenimiento de enfrentar con éxito los problemas correspondientes a esta función: El personal que se desempeña en una organización, cualquiera sea el sector de la economía o tipo de industria, edificio, etc, debe tener ciertas habilidades que le son básicas y que tienen que ver con su predisposición a realizar tareas técnicas. A partir del desempeño

diario del personal se debe evaluar en qué medida el mismo es apto para desarrollar las tareas necesarias en el área de mantenimiento en aras de cumplimentar las metas empresariales.

- Existencia de un proceso formal de planificación y programación de los trabajos de mantenimiento: En este factor se debe especificar en qué medida existe en la entidad analizada un sistema formal de planificación de las actividades de mantenimiento. Estas dependen de la planificación, las políticas, los objetivos, los planes, los programas, los métodos, los procedimientos, los presupuestos y la organización.
- Nivel de adopción de sistemas de gestión del mantenimiento informatizados: Los sistemas automatizados de administración del mantenimiento son de gran utilidad ya que brindan información actualizada, oportuna y de uso corporativo sobre los activos registrados en él. Estos deben integrar todas las etapas del mantenimiento, las paradas, el seguimiento y control de la gestión.
- Seguridad del personal y del medio ambiente: Este elemento ha tomado auge en los últimos años en el nivel empresarial y especialmente en el área de mantenimiento dada la importancia de garantizar condiciones adecuadas de trabajo para los operarios y la protección del medio ambiente. En lo relativo a la seguridad del personal se debe valorar el nivel de incidencia de los fallos o modos de fallo sobre la misma en el lugar de trabajo, además se hace importante determinar en qué medida la gestión del mantenimiento tiene en cuenta los requisitos exigidos en las normativas ambientales.

5. DESARROLLO METODOLÓGICO

5.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL AREA DE MANTENIMIENTO EN EL SEGMENTO DE CONCRETOS

Debido a que el objetivo de esta propuesta es el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para los equipos para transporte y bombeo de concreto de Holcim (Colombia), no se describirá la estructura organizacional actual para los segmentos de cemento y agregados.

A excepción de las plantas de concreto ubicadas en Bogotá, cada regional tiene asignado un supervisor de mantenimiento encargado de la planeación, supervisión y control de actividades de mantenimiento así como de los costos generados por las mismas. Cada regional cuenta en promedio con una torre de producción, 2 equipos de bombeo y 12 equipos de transporte. Los supervisores de mantenimiento de las regionales dependen en primera instancia del jefe de planta pero adicionalmente deben reportar al jefe nacional de mantenimiento quien a su vez reporta al Gerente de Operaciones para Colombia.

Las regionales son consideradas como plantas pequeñas por lo que generalmente todas las pruebas piloto para modelos de gestión y proyectos de mejoramiento se realizan en Bogotá y según su resultado se extrapolan al resto del país; de acuerdo a lo anterior este numeral se centrará en el detalle de la estructura organizacional del área de mantenimiento para los equipos de Bogotá.

En Bogotá existen dos áreas de mantenimiento una encargada de los equipos vinculados con la producción de concreto (la cual no es objeto de estudio de la presente monografía); y otra encargada del mantenimiento de los equipos empleados para el transporte y la colocación de concreto denominada como mantenimiento equipo móvil; el área de mantenimiento equipo móvil depende de la

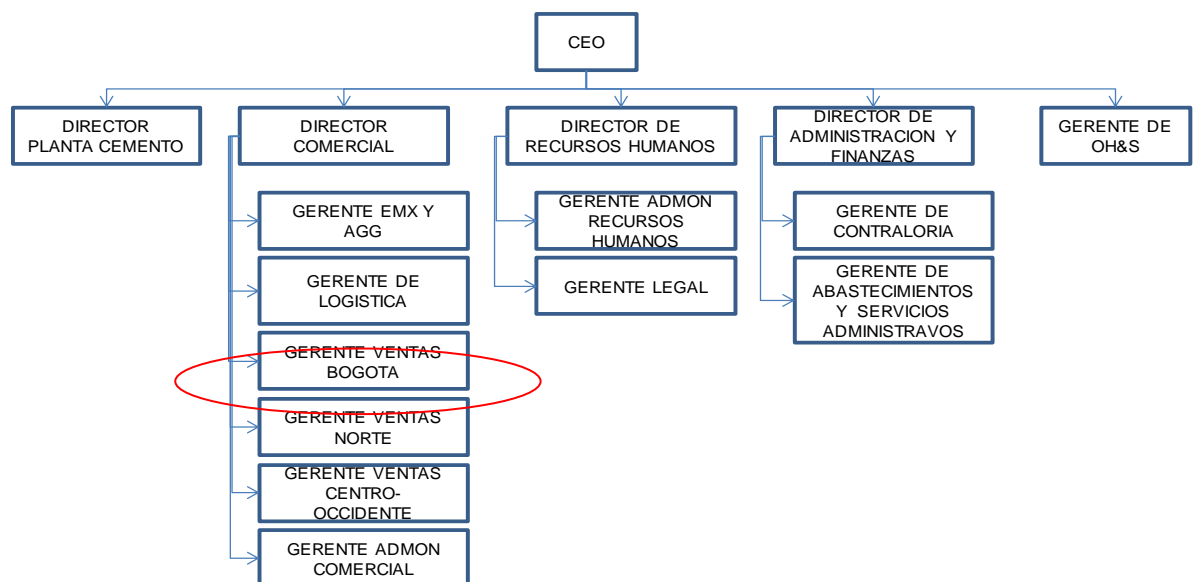
gerencia comercial debido a una estrategia de mercadeo de la empresa ya que la imagen corporativa de los camiones es considerada como la valla publicitaria más grande la compañía.

El área de mantenimiento para equipo móvil está conformada por un coordinador de mantenimiento, un planeador, dos supervisores de mantenimiento para camiones mezcladores y un supervisor de mantenimiento para los equipos de bombeo, en la parte operativa se cuenta con dos soldadores, un lubricador y tres mecánicos vinculados directamente con la compañía. Es importante mencionar que más de un 80% del mantenimiento se encuentra tercerizado.

5.1.1 Organigrama

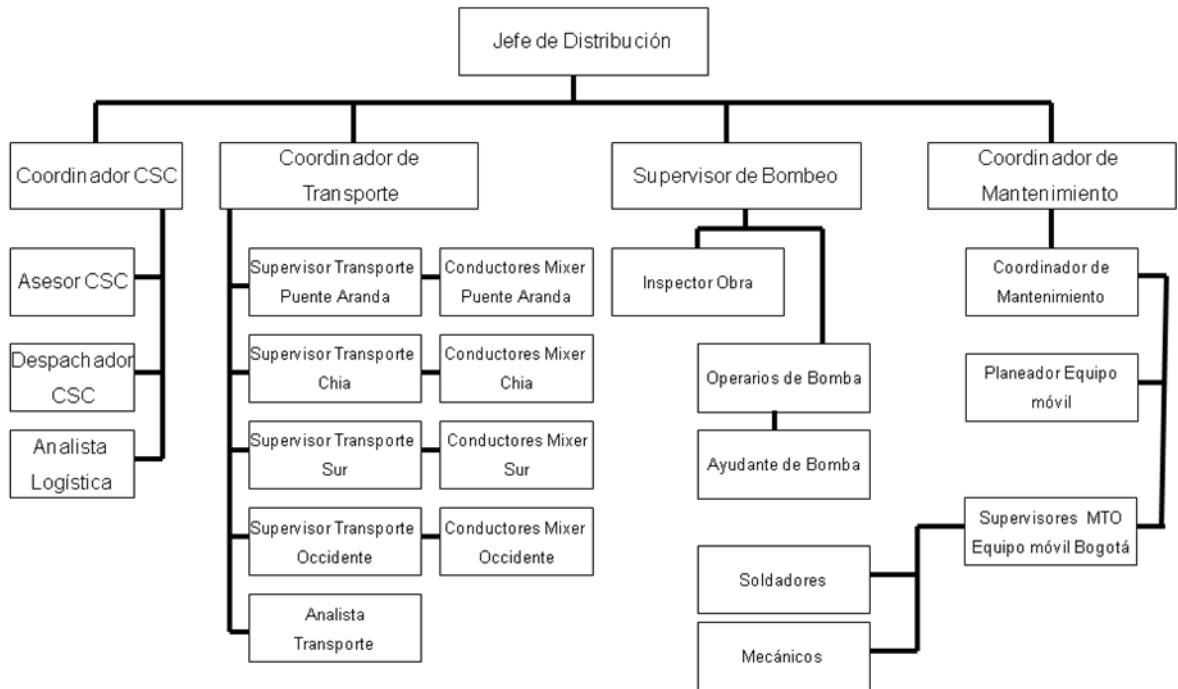
En las siguientes figuras se muestra el organigrama del área de mantenimiento para equipo móvil

Figura 5 Organigrama cargos directivos



Fuente: Manual de calidad Holcim (Colombia) V.23

Figura 6 Organigrama área de mantenimiento equipo móvil Bogotá



Fuente: El autor

5.1.2 Roles y responsabilidades del área de mantenimiento:

Las siguientes son las responsabilidades del área de mantenimiento equipo móvil:

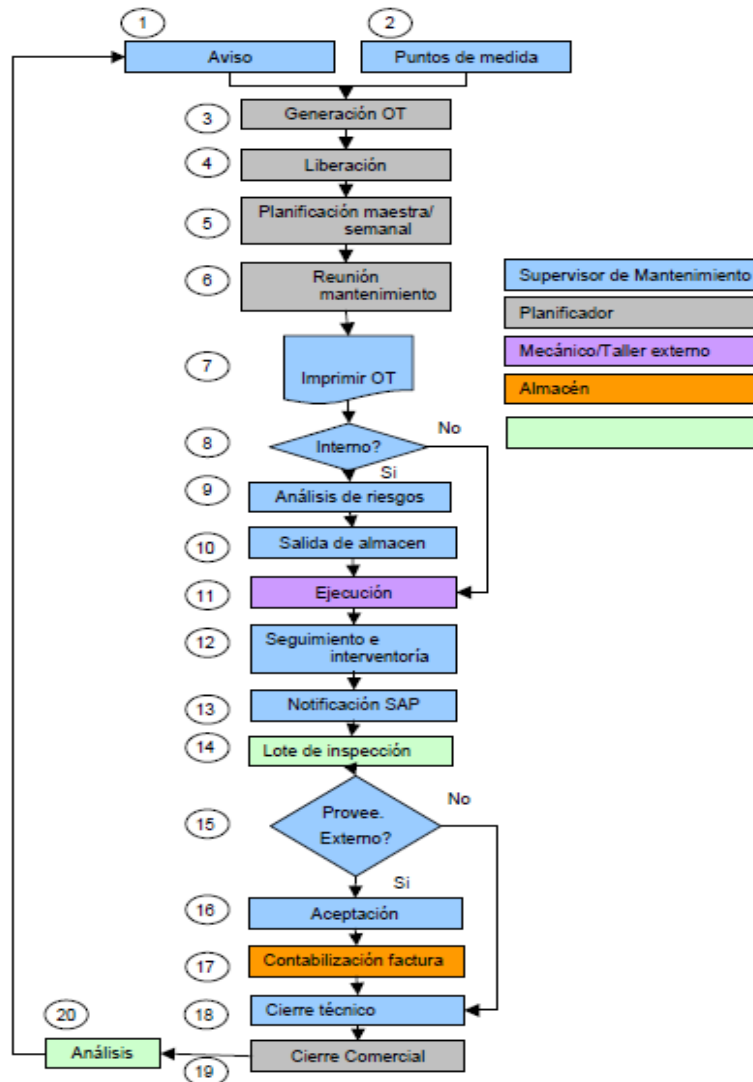
- Garantizar la disponibilidad de los equipos empleados para el transporte y colocación de concreto de acuerdo al modelo de programación hecho por el centro de control
- Planear, supervisar y ejecutar las diferentes actividades de mantenimiento requeridas para asegurar las óptimas condiciones de operación de los equipos de transporte y colocación de concreto de la compañía.
- Asegurar condiciones y ambientes seguros de trabajo para todas las actividades realizadas

- Administrar los recursos e implementar las acciones de OH&S establecidas por la compañía.
- Controlar los costos generados por la ejecución de las diferentes actividades de mantenimiento.
- Velar por el cuidado del medio ambiente aplicando tecnologías más limpias y cumpliendo con las diferentes normativas medio ambientales enfocadas a la correcta disposición de residuos industriales y sustancias peligrosas
- Desarrollar e implementar proyectos de mejoramiento encaminados a la reducción de los costos, optimización de los recursos, incremento de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, así como al mejoramiento de las condiciones de seguridad y medio ambiente en que se desenvuelve la operación

5.1.3 Procedimiento de mantenimiento vigente de Holcim (Colombia)

En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo para el procedimiento de mantenimiento equipo móvil vigente:

Figura 7 Diagrama de flujo procedimiento de mantenimiento equipo móvil Holcim (Colombia)



Fuente: Procedimiento Mantenimiento Concretos Holcim (Colombia)

La compañía emplea para todo el desarrollo de sus actividades el sistema de información SAP. La gestión de mantenimiento se desenvuelve en el ambiente productivo del módulo PM de SAP, sin embargo es necesario mencionar que éste módulo está estrechamente relacionado con otros módulos de SAP entre los que

se destacan: el módulo MM para la gestión de inventarios y contratación de servicios y el módulo FI empleado para todo el manejo contable y financiero de los costos generados por las diferentes labores de mantenimiento.

El proceso inicia con la creación de órdenes de mantenimiento preventivas y/o correctivas generadas a partir de los avisos de mantenimiento SAP, los cuales parten de los hallazgos reportados en las solicitudes de mantenimiento hechas por los operadores, las inspecciones realizadas a equipos o la alimentación de las variables de control de los equipos (Km, horas de marcha, metros cúbicos transportados y días trabajados). Las órdenes de mantenimiento pueden ser programadas o emergencias; en el caso de las programadas el planeador de mantenimiento debe incluirlas en el cronograma de mantenimiento (programación semanal o maestra de 13 semanas) con mínimo una semana de anticipación. Este cronograma debe ser expuesto por el planeador al personal involucrado (supervisores, coordinador y personal del área logística), con suficiente anticipación de modo que el paro de los equipos allí relacionados no afecte la calidad y puntualidad en la distribución del producto a los diferentes clientes. De igual forma el planeador debe asegurar la disponibilidad de los materiales y personal subcontratado que se requieran para la ejecución de las actividades programadas.

Una vez se tiene el equipo en taller el supervisor de mantenimiento se encarga de imprimir la orden mantenimiento y entregársela al personal técnico encargado de la ejecución; en caso de actividades realizadas por personal propio o in house, el supervisor debe adicionalmente retirar los repuestos necesarios del almacén, así como diligenciar los permisos de trabajo que se requieran y aplicar el procedimiento de etiquetaje, bloqueo y prueba para equipos en mantenimiento.

Durante la ejecución del mantenimiento el supervisor debe comprobar que se apliquen procedimientos técnicos y de seguridad adecuados. Al finalizar la actividad el supervisor debe recoger las órdenes de mantenimiento firmadas por los técnicos y validar los hallazgos y tiempos de ejecución que éstos registren en la misma. Esta información de tiempos de paro y actividades adicionales es registrada en el SAP mediante las notificaciones.

En el caso de trabajos realizados en talleres externos, previo a la ejecución del mantenimiento el proveedor debe enviar una cotización incluyendo el costo de la mano de obra así como de los materiales empleados para realizar el trabajo; esta cotización es validada y tramitada mediante una requisición o solicitud de pedido destinada al área de compras a fin de generar la respectiva orden de compra. Durante la ejecución de actividades externas el supervisor debe realizar visitas para recepción y verificación de los trabajos e igualmente debe registrar en SAP mediante la notificación los tiempos de paro que hayan tenido los equipos.

Una vez recibido a conformidad el trabajo, el proveedor debe enviar la factura para que los supervisores o el planeador de mantenimiento acepten los costos en los que se ha incurrido por la realización de las actividades solicitadas en la orden de servicio. Una vez aceptados los servicios las facturas se envían al departamento de contabilidad para su respectiva causación y trámite contable.

Por parte de mantenimiento el proceso finaliza con el cierre técnico y comercial de la orden. Para el caso de emergencias la única diferencia es que el área de mantenimiento puede solicitar a un proveedor sus servicios con la orden de mantenimiento como soporte y cuenta con 48 horas para legalizar la orden de compra para los servicios y materiales empleados.

Toda la información generada y registrada en SAP es analizada por el planeador y el coordinador para la presentación de nuevas propuestas encaminadas al mejoramiento continuo del proceso.

5.2 ESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS POR HOLCIM PARA TRANSPORTE Y BOMBEO DE CONCRETO

La flota de Bogotá para la distribución del concreto está conformada por 127 camiones mezcladores y 20 equipos de bombeo. La edad promedio de la flota de transporte es 3 años y la edad promedio de los equipos de bombeo es 4 años, en el siguiente cuadro se muestra la distribución de los equipos por planta:

Tabla 1 Asignación de equipos por planta

PLANTA	No DE EQUIPOS MEZCLADORES	No DE EQUIPOS DE BOMBEO
PUENTE ARANDA	67	20
OCCIDENTE	20	
SUR	16	
CHIA	19	
AEROPUERTO	7	

Fuente: El autor

La asignación de los equipos puede variar dependiendo de la demanda de producto que haya en cada una de las plantas. Esta asignación debe ser actualizada mensualmente por el planeador de mantenimiento.

Tanto los equipos de colocación como los de transporte están conformados por 2 partes: una es el chasis como tal del camión y la segunda es el equipo de mezclado en el caso de los mixer, o la batería de bombeo en el caso de las bombas para concreto. En los siguientes numerales se hará una breve descripción de cada uno.

5.2.1 Camiones mezcladores

Holcim emplea para el transporte del concreto, camiones de dos ejes Mack, Mercedes e International con equipos de mezclado marcas Stteter, Mc Neilus y London con una capacidad para 7 y 8 metros cúbicos de concreto.

La capacidad nominal de carga son 19 toneladas por camión distribuidas en cada una de las 8 ruedas, Se emplean principalmente equipos de alta tecnología que contribuyan con la reducción de emisiones contaminantes, el ahorro en el consumo de combustible y brinden mejores condiciones de ergonomía y seguridad al operador.

En el siguiente cuadro se muestra la composición de la flota de Bogotá por modelo y por marca de camión Chasis

Tabla 2. Composición de la flota por marcas y modelos

Fabricante	Año										Total general
	1991	1993	1994	1995	1999	2004	2006	2007	2008	2009	
International								1	5		6
Mack	6	1	3	12			29	28	12	16	107
Mercedes Benz					8	6					14
Total general	6	1	3	12	8	6	29	29	17	16	127

Fuente: El autor

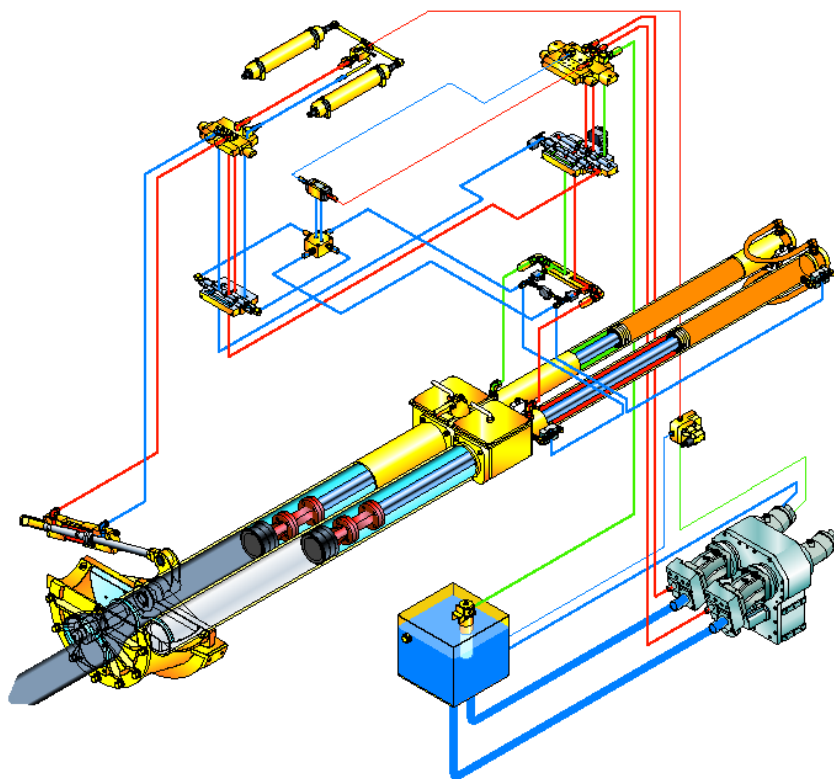
5.2.2 Bombas para concreto

Los equipos empleados para el bombeo de concreto son sistemas hidráulicos que accionan una bomba de pistones, la cual succiona el concreto desde una tolva y lo empuja a través de una tubería a una longitud y altura determinadas. Los componentes de las bombas deben soportar una alta abrasión generada por el concreto, de igual forma deben proporcionar hermeticidad y ajustes muy finos

para evitar la filtración del agua, lo que conllevaría a un taponamiento de la tubería y a pérdidas de concreto.

En la siguiente figura se muestra el esquema básico de una batería de bombeo.

Figura 8 Batería de bombeo



Fuente: Manual de operación y mantenimiento schwing

Holcim cuenta con dos tipos de equipos de bombeo: Las bombas estacionarias y las autobombas; la diferencia más representativa entre estas dos es la disposición y longitud de de la tubería de transporte de concreto empleada. Las autobombas ya vienen de fábrica con una longitud de tubería fija, montada en una pluma hidráulica y manejada desde un bloque de válvulas o a través de un control

remoto. Las bombas estacionarias vienen con un set de tubería para armar dependiendo de las características del sitio de descargue (longitud, altura, cercanía a líneas eléctricas, elemento a fundir etc).

Para el bombeo de concreto la compañía cuenta con 20 baterías marca schwing (estacionarias y autobombas) montadas en camiones Chevrolet, Nissan (estacionarias) y camiones Mack y mercedes (autobombas). En el siguiente cuadro se muestra la composición de la flota de equipos de bombeo por marca y modelo.

Tabla 3 Flota para bombeo de concreto en Bogotá. Holcim (Colombia)

Denominación	CAMION			BATERIA DE BOMBEO	
	Denom.tipo	Fabricante	Modelo	Equipo de bombeo	Alcance vertical
Autobomba 6	DM690S	Mack	1995	Schwing KVM 28	28 metros
Autobomba 16	DM690S	Mack	1995	Schwing KVM 32	32 metros
Autobomba 17	2631	Mercedes Benz	1998	Schwing 34X	34 metros
Autobomba 18	2631	Mercedes Benz	1998	Schwing 34X	34 metros
Autobomba 22	MR688S	Mack	2007	Schwing 34X	34 metros
Autobomba 23	MR688S	Mack	2009	Schwing 34X	34 metros
Bomba estacionaria 17		Schwing	1984	Schwing BP 750	30 metros
Bomba estacionaria 14	C70	Chevrolet	1984	Schwing BP 550	60 metros
Bomba estacionaria 24	Kodiak	Chevrolet	1994	Schwing BP 550 correderas	60 metros
Bomba estacionaria 34	PKC-212	Nissan	2006	Schwing WP-1000	100 metros
Bomba estacionaria 32	PKC-212	Nissan	2006	Schwing SP-2000	150 metros
Bomba estacionaria 31	PKC-212	Nissan	2006	Schwing WP-1000	100 metros
Bomba estacionaria 33	PKC-212	Nissan	2006	Schwing WP-1000	100 metros
Bomba estacionaria 36	FTR	Chevrolet	2007	Schwing WPT-70	100 metros
Bomba estacionaria 37	FTR	Chevrolet	2007	Schwing WPT-70	100 metros
Bomba estacionaria 40	FTR	Chevrolet	2008	Schwing WPT-70	100 metros
Bomba estacionaria 41	FTR	Chevrolet	2008	Schwing SP-2000	150 metros
Bomba estacionaria 42	FTR	Chevrolet	2008	Schwing WPT-70	100 metros
Bomba estacionaria 45	FTR LWB	Chevrolet	2009	Schwing WPT-70	100 metros
Bomba estacionaria 46	FTR	Chevrolet	2009	Schwing WPT-70	100 metros
Bomba estacionaria 47	FTR	Chevrolet	2009	Schwing WPT-70	100 metros

Fuente: El autor

5.3 CONDICIONES DE LA OPERACIÓN

Las condiciones de la operación son generalmente adversas para el estado de los equipos. Por una parte el producto transportado es altamente abrasivo y en algunas ocasiones corrosivo (dependiendo de los aditivos agregados a la mezcla); por otro lado la mayoría de las obras, principalmente en su estado inicial, están en terrenos inestables con mucho lodo. Esto origina, además de un deterioro prematuro de componentes del equipo como la suspensión, los frenos y la pintura una condición altamente insegura para los operadores de equipo móvil de la compañía y personal de las obras

Puesto que la seguridad industrial es una prioridad para la compañía, las rutinas de mantenimiento efectuadas a los camiones deben ser muy completas y rigurosas. De igual forma y como se mencionó anteriormente la imagen corporativa plasmada en el equipo móvil es considerada como un elemento publicitario para la compañía por lo que su estado debe ser estrictamente mantenido bajo parámetros por casa matriz de Holcim en Suiza.

6. PROPUESTA

Se propone implementar un sistema de gestión de mantenimiento que optimice la administración de los activos de la compañía empleados para el transporte y colocación del concreto teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Participación del costo de mantenimiento en el costo global de distribución de concreto.
- Relación e influencia con otras áreas de la compañía
- Efecto de las actividades de mantenimiento en las seguridad de los empleados y el medio ambiente

Como punto de partida para la elaboración de la propuesta se tomaron las siguientes definiciones de los términos “sistema” y “gestión” dados por el estándar ISO 9000.

Gestión: Conjunto de acciones que existen para dirigir actividades coordinadas y controlar una organización.

Sistema: Conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan.

Adicionalmente se comenzó por reconocer que la administración de los activos de la compañía opera como un sistema y por lo tanto ninguno de los elementos involucrados en ésta va a dar resultados por sí solo.

Posteriormente se realizaron las siguientes tareas como requisito para diseñar la propuesta más adecuada:

- Análisis del manual de calidad y de la matriz de caracterización del proceso de distribución
- Elaboración matriz D.O.F.A para el área de mantenimiento de equipo móvil
- Revisión de antecedentes y avances en sistemas de gestión propuestos por plantas de Holcim en otros países para la administración del mantenimiento de equipo móvil.
- Definición de la propuesta
- Elaboración de los procedimientos y formatos de evaluación necesarios para su implementación

En los siguientes numerales se describen con más detalle los hallazgos de cada uno de los pasos efectuados

6.1 ANALISIS DEL MANUAL DE CALIDAD Y DE LA MATRIZ DE CARACTERIZACION DEL PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE CONCRETO

6.1.1 Descripción de la tarea

La matriz de caracterización de procesos es un documento controlado de la compañía, por lo tanto el autor del presente documento se abstiene de incluirla como referencia o anexo. Sin embargo se realizó un análisis de la misma con el objetivo de establecer la influencia de las labores del área de mantenimiento en los resultados de todo el proceso de distribución, así como su relación con otros departamentos de la compañía.

6.1.2 Hallazgos

Se identificaron los siguientes impactos:

- La disponibilidad y confiabilidad de los equipos de transporte y colocación de concreto están proporcionalmente relacionados con el nivel de servicio y calidad de los despachos del producto.
- Los costos de mantenimiento tienen una participación del 30% sobre los costos totales de distribución
- La labor de mantenimiento está relacionada con el 70% de los residuos industriales generados (el otro 30% corresponden a partículas de cemento en suspensión, aguas de proceso y emisiones de gases no controlables producidas por los motores de combustión interna)
- El 100% de las actividades de mantenimiento tienen riesgos asociados para la seguridad y salud de los trabajadores, aunque es necesario destacar que en el último año no se han registrado accidentes de personal propio o subcontratado del área de mantenimiento

Adicionalmente se identificaron las siguientes relaciones con elementos de otras áreas:

- Con el almacén y el departamento de compras para el manejo de inventarios de repuestos y contratación de servicios
- Con OH&S para el desarrollo de los procedimientos de trabajo seguro y la identificación y valoración de riesgos asociados con las tareas de mantenimiento
- Con recursos humanos en la definición de perfiles, competencias, habilidades y capacitación necesarias para las diferentes labores de mantenimiento
- Con logística en lo relacionado a la coordinación y programación de paros de mantenimiento.

6.1.3 Acciones

De acuerdo los aspectos anteriormente mencionados se propone:

- Implementar metodologías encaminadas al incremento de la disponibilidad y confiabilidad de equipos así como a la reducción en los costos de mantenimiento sin afectar la calidad del mismo.
- Involucrar en el sistema de gestión elementos enfocados a mejorar la eficiencia en la planeación del mantenimiento
- Aplicar herramientas y metodologías orientadas al control y optimización de los costos de mantenimiento
- Incluir elementos orientados al desarrollo personal y profesional de los colaboradores del área de mantenimiento.
- Combinar las buenas prácticas de mantenimiento con técnicas para el control de riesgos, prevención de accidentes y cuidado del medio ambiente como un solo elemento.

6.2 ELABORACION MATRIZ D.O.F.A MANTENIMIENTO EQUIPO MOVIL BOGOTA

6.2.1 Descripción de la tarea

Realizar la matriz de Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas para el área de mantenimiento con el fin de identificar las oportunidades de mejora del proceso.

En siguiente tabla se muestra la matriz elaborada

Tabla 4. Matriz D.O.F.A mantenimiento equipo móvil

	<p>FORTALEZAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sistema de información confiable y reconocido 2. Personal con muy buena experiencia técnica y conocimiento de los equipos 3. Experiencia en control de costos 4. Buena planeación de las actividades de mantenimiento 5. Equipos con buena tecnología y edad promedio menor a 4 años 6. Personal creativo e innovador en el área de mantenimiento 7. Fuerte cultura en seguridad industrial 8. Seguimiento a los indicadores de gestión administrativa 	<p>DEBILIDADES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. No hay una metodología definida para el mantenimiento 2. No se respeta la programación de mantenimiento 3. No se aplica el mantenimiento autónomo 4. Técnicos propios de mantenimiento subutilizados 5. No se documentan el 100% de las actividades de mantenimiento realizadas (no se firman las órdenes de trabajo, a veces no se completan las listas de chequeo, no se registran los tiempos reales de paro de los equipos) 6. Poca capacitación 7. Hacer más o a veces menos mantenimiento del que requieren los equipos por focalizar los esfuerzos en el cumplimiento del costo 8. Desconocimiento por parte de la alta gerencia en metodologías de mantto y administración de activos 9. Pérdida de motivación de los colaboradores 10. El trabajo en equipo entre áreas es deficiente
<p>OPORTUNIDADES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Implementación de metodologías de reconocimiento mundial como TPM o RCM 2. Mayor demanda de producto en obras con altas exigencias en niveles de servicio y tiempos de entrega del producto 3. Mayores niveles de productividad y utilización de los equipos 4. Mayor demanda de producto en obras con altas exigencias en estándares de seguridad y mantenimiento 	<p>ESTRATEGIAS FO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar técnicas y metodologías de mantenimiento enfocadas a mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos 2. Crear un procedimiento para el desarrollo e implementación de proyectos de mantenimiento bajo el enfoque de mejora continua 3. Involucrar al equipo de OH&S en el 100% de las actividades de mantenimiento como herramienta para garantizar condiciones, equipos e instalaciones seguras para todo el personal. 	<p>ESTRATEGIAS DO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Incluir elementos de la administración del recurso humano en la labor de mantenimiento 2. Redefinir las actividades de mantenimiento necesarias para preservar el óptimo funcionamiento de los equipos sin incurrir en sobrecostos de mantenimiento y sin desatender lo importante por darle prioridad a lo urgente 3. Diseñar plan de capacitación para personal del área de mantenimiento en el que se incluyan temas técnicos y administrativos de la gestión de mantenimiento 4. Establecer procedimiento para la documentación de los trabajos de mantenimiento y el correcto registro de la información en las órdenes de mantenimiento
<p>AMENAZAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La recesión económica ha afectado el sector de la construcción 2. Compañías con precios más favorables 3. Compañías con mayor número de equipos 	<p>ESTRATEGIAS FA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar técnicas y metodologías de mantenimiento enfocadas a mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos 2. Emplear la creatividad e innovación del personal para el desarrollo de propuestas encaminadas a la optimización de los costos de mantto, lo cual tendrá un efecto significativo en el costo de operación y por tanto el precio de venta del producto. 	<p>ESTRATEGIAS DA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Garantizar la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento, organizado, orientado a logro y consecuente con los políticas de la compañía que contribuya con la rentabilidad del negocio y se convierta en un valor agregado para los clientes

6.2.2 Hallazgos y acciones:

Se identificaron como estrategias de mejoramiento los siguientes aspectos:

- Implementación de metodología de mantenimiento
- Desarrollo e implementación de proyectos de mejoramiento
- Sostenimiento de la cultura en OH&S. Incluir OH&S y medio ambiente como aspectos clave del sistema de gestión propuesto
- Fortalecer capacitación técnica y administrativa
- Revisión de las rutinas de mantenimiento actuales y focalizarlas a la preservación de la función del equipo
- Garantizar la correcta gestión de la información mediante la realización de procedimientos para generación y registro de la misma
- Unir y relacionar todos los elementos anteriormente relacionadas en un solo sistema de gestión

6.3 REVISION DE ANTECEDENTES A NIVEL MUNDIAL

6.3.1 Descripción de la tarea

Se revisó la documentación mundial registrada en el portal Holcim y otros sistemas de información para establecer metodologías propuestas por otros países y aplicables al segmentó de concreto, adicionalmente se consulto con expertos de mantenimiento de plantas en otros países de Latinoamérica para identificar los avances de cado uno de ellos en implementación de metodologías para la administración del mantenimiento.

6.3.2 Hallazgos

Para el segmento de cementos existe diseñada e implementada una metodología fundamentada en RCM, la cual presenta cada uno de los elementos a aplicar como bloque de una pirámide. Este estilo de gerencia visual permite que la

información esté disponible para todos los niveles de la organización y sea fácil de entender puesto que clasifica cada bloque dentro de un grupo de colores de acuerdo a su nivel de implementación; de esta forma un bloque en verde corresponde a un elemento implementado entre 80 y un 100%, un bloque en amarillo representa un bloque con un nivel de implementación entre el 40 y el 80% y un bloque en rojo obedece a un elemento con un porcentaje de implementación menor al 40%

Por otra parte se encontró que la pirámide de mantenimiento del segmento de cementos a tratado de implementarse en el segmento de concretos sin mayores resultados. La implementación de una pirámide de mantenimiento para el segmento de concretos fue sugerida en primera instancia por el grupo LATAM, el cual estableció 22 bloques que permitían medir la gestión de las diferentes actividades de mantenimiento y cuya cúspide era el mantenimiento basado en condición

La pirámide inicial propuesta por LATAM se muestra a continuación:

Figura 9 Pirámide de mantenimiento LATAM para concretos



Fuente: Mantenimiento LATAM

La pirámide fue definida en el 2007 y Colombia fue uno de los grandes gestores de esta idea, sin embargo no hay avances en la procedimentación y/o herramientas para su implementación. Adicionalmente la mayoría de los bloques de la pirámide de LATAM están orientados al seguimiento y control de la administración del sistema de información SAP, dejando de lado aspectos claves que tienen un gran efecto en los resultados del área de mantenimiento.

Finalmente durante la revisión y consolidación de la información se detectó que por políticas de OH&S y recursos humanos las funciones de los operadores de equipo móvil están limitadas a la operación del equipo eliminando totalmente la aplicación del mantenimiento autónomo como parte de las funciones del operador, lo anterior sumado a la falta de información por parte de la dirección y la alta gerencia no permiten que filosofías como el TPM sean aplicable al proceso de mantenimiento equipo móvil del segmento de concretos.

De acuerdo a lo anterior y en concordancia con los objetivos del sistema de gestión o diseñar, se propone implementar como metodología de mantenimiento el mantenimiento centrado en confiabilidad RCM (Reliability Centered Maintenance).

7. DEFINICION DE LA PROPUESTA

De la consolidación y revisión de las acciones propuestas de cada tarea realizada, de las experiencias tomadas de todo el grupo y teniendo en cuenta los elementos a gestionar propuestos por el grupo LATAM, se concluye que el sistema de gestión más adecuado para el área de mantenimiento debe contemplar como mínimo los siguientes aspectos

- Manejo de la estructura e histórico de equipos
- Manejo del sistema de información
- Organización de la información técnica disponible
- Administración del talento humano
- Administración de los costos de mantenimiento
- Administración de los planes de mantenimiento y optimización de la planeación
- Manejo de los proyectos de mejoramiento para el área
- Aplicación de técnicas para análisis de fallas (RCA)
- Gestión integral de OH&S y medio ambiente como componente fundamental de la labor de mantenimiento (combinación de los procedimientos de mantenimiento con los reglamentos de OH&S vistos desde el punto de vista del experto en mantenimiento)
- Formación y aplicación de técnicas de monitoreo de condiciones y mantenimiento basado en condición
- Seguimiento y control de la gestión de mantenimiento mediante el cálculo de indicadores

Todos los elementos anteriormente mencionados como eslabones de la cadena necesaria para la implementación del RCM

Para la implementación de la metodología propuesta se propone continuar con la técnica de bloques de color según nivel de implementación (rojo, amarillo y verde), la cual también ha sido empleada exitosamente en otras áreas de la compañía.

También se plantea disminuir la pirámide inicial de LATAM (figura xxx) de 22 a 15 bloques, ya que como se mencionó anteriormente muchos de los ellos se focalizan en la gestión SAP-PM dejando de lado aspectos relevantes del mantenimiento.

Por otra parte se propone tener como objetivo la implementación de RCM y no solo de mantenimiento basado en condición, pues este último se limita solo a las actividades de monitoreo e inspección encaminadas a la detección temprana de funcionales de los equipos.

El RCM define las actividades preventivas y predictivas, así como las de rediseño que se requieren para preservar la función de los equipos, adicionalmente combina una selección de tareas de acuerdo al impacto que tenga la pérdida de la función a mantener sobre la operación, las personas o el medio ambiente. El RCM es una técnica de mantenimiento realista que no cae en el paradigma de a más mantenimiento menos fallas, mejora los diagnósticos y tiempos de respuesta del equipo porque tiene documentado cada uno de los modos de falla de un equipo o componente, mejora el control de los costos de mantenimiento, mejora la motivación de las personas al tener un norte y una definición clara de su responsabilidad ante una situación dada.

De acuerdo a lo anterior se propone hacer la siguiente agrupación de bloques e incluir un bloque para la gestión de proyectos de mantenimiento y otro para la gestión de OH&S y medio ambiente derivada de las diferentes actividades de mantenimiento:

Tabla 5 Agrupación propuesta de bloques

Nombre Actual	Nombre Propuesto	Bloques incluidos
Matriz de competencias	Gestión del recurso humano	Matriz de competencias
		Manuales de capacitación
UT y Equipos	Estructura de Equipos	Ubicaciones técnicas
		equipos
		Conjuntos
		Lista de materiales BOM
Puntos de medida	CMMS (Computerized maintenance management system) y sistemas de información	Puntos de medida
		Documentos de medición
		Avisos de mantenimiento
		Ordenes de mantenimiento
		Hojas de ruta
Estructura de costos	Gestión presupuestal	Estructura de costos
		Presupuesto y forecast
Rutinas de mantenimiento	Planes de mantenimiento	Rutinas de mantenimiento
		Planes de mantenimiento
		Hojas de chequeo y estándares
Estrategias de reemplazo	Gestión de proyectos de mejoramiento	Estrategias de reemplazo
NA	SGI OH&S y medio ambiente	Sistema de gestión integral OH&S y medio ambiente

Fuente: el autor

De acuerdo a lo anterior la pirámide propuesta se muestra a continuación:

Figura 10 Pirámide de mantenimiento propuesta



Fuente: El autor

Al finalizar el proceso de implementación se espera obtener:

- Las diferentes actividades de mantenimiento necesarias para preservar la condición de operación de los equipos de la compañía.
- Los procedimientos del 100% de las funciones de mantenimiento, incluyendo las responsabilidades por cargos y los planes de choque o actividades necesarias para disminuir el impacto de los imprevistos sobre la operación, calidad del producto, seguridad de las personas y medio ambiente
- Matriz de competencias por especialidad de acuerdo a listado de actividades obtenido en el punto 1.
- Plan de capacitación para todo el grupo de mantenimiento
- Biblioteca organizada con la información técnica y administrativa necesaria para el desarrollo de las labores de mantenimiento

Todo lo anterior se convertirá en un factor clave para reducir costos de operación y mantenimiento y formará parte de la cultura y buenas prácticas de mantenimiento que se desea lograr con el proceso.

7.1 ELABORACION DE PROCEDIMIENTOS Y FORMATOS DE EVALUACION NECESARIOS PARA LA IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA

Se elabora el procedimiento para la implementación de cada bloque (de 10 a 15 hojas por bloque), sin embargo debido a su extensión no se incluyen como parte del documento. En su lugar se presentan los pasos que se tuvieron en cuenta para la realización de cada uno de ellos así como su respectiva ficha técnica de resumen.

Para la elaboración del procedimiento de cada bloque se realizaron los siguientes pasos:

- Definición de los objetivos del bloque tomando como punto de partida la participación e impacto de este en el sistema de gestión de mantenimiento propuesto.
- Caracterización de la correlación con otros bloques de la pirámide
- Definición del alcance de cada bloque
- Selección de las tareas y actividades necesarias para la implementación de cada bloque
- Identificación de las transacciones SAP vinculadas con las actividades anteriormente seleccionadas
- Lista de herramientas necesarias para la implementación del bloque
- Indicadores y herramientas empleadas para el seguimiento y control
- Resultado esperado con la aplicación del bloque
-


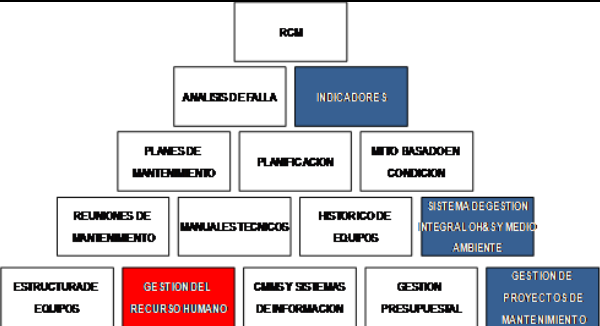
A continuación se presenta la ficha técnica resumen de cada bloque.

7.1.1 Bloque 1 Estructura de equipos

	Bloque 1: Estructura de equipos	Fecha: 04-10
		Versión: 1
		Hoja 1 de 2
Objetivos del Bloque		
Definir una estructura de equipos para la distribución y colocación de concreto que permita la identificación y clasificación de los mismos así como de sus fallas, costos de mantenimiento y criticidad, entre otros		
Correlación con otros bloques		Alcance
 <p>El diagrama muestra una estructura jerárquica de bloques de mantenimiento y gestión que se relacionan con el bloque principal de Estructura de Equipos. Los bloques están organizados en niveles:</p> <ul style="list-style-type: none"> Nivel superior: RCM Nivel 2: ANALISIS DE FALLA, INDICADORES Nivel 3: PLANES DE MANTENIMIENTO, PLANIFICACION, MITO BASADO EN CONDICION Nivel 4: REUNIONES DE MANTENIMIENTO, MANUALES TECNICOS, HISTORICO DE EQUIPOS, SISTEMA DE GESTION INTEGRAL CHIS Y MEDIO AMBIENTE Nivel inferior (bloques de gestión): ESTRUCTURA DE EQUIPOS, GESTION DEL RECURSO HUMANO, CMMS Y SISTEMAS DE INFORMACION, GESTION PRESUPUESTAL, GESTION DE PROYECTOS DE MANTENIMIENTO 		<ul style="list-style-type: none"> * Creación de Ubicaciones técnicas, equipos, conjuntos y materiales * Asignación la estructura de equipos a cada planta * Inclusión para cada equipo de la información técnica especificada en el formato 1 * Marcaje físico de equipos e instalaciones * Asignación del listado de materiales críticos de cada conjunto y/o equipo
Pasos para implementar		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Crear ubicaciones técnicas bajo el estandar HAC (Holcim Asset Code) 2. Crear equipos, conjuntos y materiales en SAP. 3. Crear de fichas técnicas de equipos en SAP 4. Para camiones mezcladores crear los siguientes conjuntos: Motor, Transmisión, frenos, suspensión, Chasis, Sitema hidráulico, equipo de mezclado, sistema eléctrico y cabina. 5. Para equipos de bombeo los siguientes conjuntos: Motor, Transmisión, frenos, suspensión, Chasis, Sitema hidráulico, batería de bombeo, sistema eléctrico y tubería de transporte. 6. Asignar la estructura de cada planta en la siguiente estructura jerárquica: Ubicación técnica, equipo, conjunto y lista de materiales críticos de cada conjunto 7. Asignar el clasificador de costos a cada equipo 8. Marcar físicamente los equipos con su número interno y las instalaciones físicas con su respectiva ubicación técnica 9. Realizar seguimiento periódico a la actualización de la información, inclusión de nuevos activos de la compañía en SAP y estado de la marcación de cada equipo 		


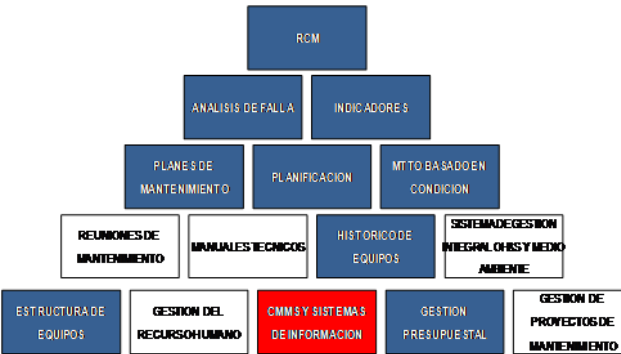
Principales transacciones SAP de soporte	herramientas necesarias
<ul style="list-style-type: none"> * IH01 Representación de la estructura de equipos * IL01 Creación de ubicaciones técnicas * IE31 Creación de equipos * MMP1 Creación de conjuntos de mantenimiento * IH08 Modificación listado de equipos 	<ul style="list-style-type: none"> * Manual HAC (Holcim Asset Code) Versión 2007 o posterior * Manual de usuario final SAP-PM * Manual de usuario final SAP-MM * Manuales de partes de los equipos Computador
Indicadores de control	
<ul style="list-style-type: none"> * No aplica ningún indicador de gestión * Usar como herramienta de control seguimiento aleatorio con hoja de evaluación #1 (anexo 2) 	
Resultado esperado	
<ul style="list-style-type: none"> * Visualización de todo el árbol de equipos asignados a una planta por medio de la transacción IH01 * Permitir la clasificación de fallas, costos de mantenimiento y tiempos de reparación por equipo, conjunto y/o componente * Poder definir la criticidad de sistemas y subsistemas * Tener un maestro de materiales para poner en funcionamiento la MRP 	

7.1.2 Bloque 2 Gestión del recurso humano

	Bloque 2: Gestión del recurso humano	Fecha: Abril 2010
		Versión: 1 Hoja 1
Objetivos del Bloque		
Promover el desempeño eficiente de los colaboradores del área de mantenimiento en un entorno de trabajo armonioso, como una herramienta clave para la consecución de los logros del equipo y del proceso de distribución		
Correlación con otros bloques	Alcance	
	<ul style="list-style-type: none"> * Bloque enfocado a fortalecer los temas relacionados con capacitación, clima laboral evaluación y calificación de los miembros del equipo de mantenimiento, partiendo de la base de reconocer al talento humano como el recurso más importante de la compañía * Trabajo realizado con el apoyo del 	


	departamento de Recursos Humanos pero más orientado a mejorar la calidad y eficiencia en la ejecución de las diferentes actividades de mantenimiento.
Pasos para implementar	
<p>0. Hacer el listado de ítems (equipos, conjuntos y componentes) mantenibles asignados al equipo de trabajo y las especialidades requeridas para garantizar el óptimo funcionamiento de los mismos.</p> <p>1. Realizar matriz de competencias técnicas por especialidad de mantenimiento</p> <p>2. Identificar las necesidades de capacitación de cada miembro del equipo de mantenimiento</p> <p>3. Realizar y poner en marcha el plan anual de capacitación para el equipo de mantenimiento</p> <p>4. Diseñar y poner en marcha el plan anual de charlas motivacionales y de momentos de esparcimiento. La idea de este plan es permitirle a los colaboradores compartir sus ideas y puntos de vista relacionados no sólo con conceptos técnicos y temas del día a día sino además, con sus aspiraciones personales, su entorno y su relación con otras personas de la compañía, entre otros.</p> <p>5. Realizar y poner en marcha plan de evaluación de desempeño (competencias y habilidades)</p> <p>6. Aplicar técnicas de gerencia visual para mantener informados a los colaboradores de los logros y oportunidades de mejora del área</p> <p>7. Implementar y realizar seguimiento a indicadores de desempeño</p> <p>8. Realizar estudio de tiempos y movimientos para determinar tiempos estándar de intervención de equipos como herramienta para el cálculo de la productividad</p>	
Principales transacciones SAP de soporte	herramientas necesarias
<ul style="list-style-type: none"> * IW38 listado de órdenes de mantenimiento * IW49 Visualizar listado de notificaciones * CM25 Capacidad por puesto de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> * Perfiles de cargo del área * Matriz de competencias del área * Manual de usuario final SAP-MM
Indicadores de control	
<ul style="list-style-type: none"> * Cumplimiento del plan de capacitación (meta inicial: mayor o igual al 90%) * Productividad de la mano de obra (meta inicial: mayor al 60%) * % de ocupación de la mano de obra (meta inicial: sin definir) 	
Resultado esperado	
<ul style="list-style-type: none"> *Promover el trabajo en equipo * Mejorar la productividad del personal técnico del área de mantenimiento * Mejorar la mantenibilidad de los equipos optimizando el recurso humano y por lo tanto disminuyendo los tiempos de intervención de los equipos * Descubrir talentos ocultos *Potencializar habilidades y destrezas de los colaboradores *Darle valor agregado a la labor de mantenimiento 	

7.1.3 Bloque 3 CMMS y sistemas de información

	Bloque 3: CMMS y sistemas de información	Fecha: Abril 2010
		Versión: 1
Objetivos del Bloque		
Estandarizar y optimizar la utilización del sistema de información SAP (Módulo PM), como mecanismo para garantizar la claridad y trascendencia de la información generada por el área de mantenimiento.		
Correlación con otros bloques	Alcance	
	<ul style="list-style-type: none"> * La metodología propuesta contempla la creación de estándares para todos los documentos que se generen en SAP durante la gestión diaria de acuerdo al procedimiento vigente del área de mantenimiento (Figura xxx). Estos documentos son: * Avisos de mantenimiento * Documentos de medición (variables de control) * Ordenes de mantenimiento * Solicitudes de pedido * Notificación de órdenes * Cierre técnico y cierre comercial de órdenes * Aceptación de servicios Estándares de planes, hojas de ruta y estrategias serán tratados en el bloque planes de mantenimiento	
Pasos para implementar		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir la información obligatoria a incluir en los procesos de creación de: avisos de mantenimiento, documentos de medición, órdenes de mantenimiento, solicitudes de pedido, notificación de órdenes, cierre de órdenes y aceptación de servicios. 2. Fijar características de la información a ingresar (abreviaturas, codificaciones, letras mayúsculas y/o minúsculas etc) 3. Crear los instructivos asociados a la generación de los documentos anteriormente mencionados 4. Diseñar y aplicar plan de capacitación anual para los usuarios del sistema de información 5. Realizar seguimiento y retroalimentación a la gestión SAP de los usuarios 		

Principales transacciones SAP de soporte	herramientas necesarias
<ul style="list-style-type: none"> * IW 21, 22 y 23 Creación visualización y modificación de avisos de manetenimiento * IW 31, 32, 33, 38 y 39 Creación, visualización y modificación de órdenes de trabajo * IK01, 02, 11, 12 y 22, Creación y modificación de puntos de medida y creación y modificación de documentos de medición * ML81N Aceptación de servicios * IW41 Notificación de órdenes 	<ul style="list-style-type: none"> * Manual de usuario final SAP-PM * Procedimiento vigente de mantenimiento * Usuario SAP en el mandante de pruebas
Indicadores de control	
<ul style="list-style-type: none"> * No aplica ningún indicador de gestión * Usar como herramienta de control seguimiento aleatorio con hoja de evaluación #2 (anexo 3) 	
Resultado esperado	
<ul style="list-style-type: none"> * Estar en capacidad de generar reportes de costos, fallas y tendencias por ubicación técnica, por equipo y por conjunto * Estar en capacidad de analizar la vida útil de items mantenibles en función de sus variables de operación * Estar en capacidad de filtrar y clasificar información fácilmente empleando como opciones de búsqueda parámetros previamente definidos * Permitir la transcendencia de la información y facilitar las labores de capacitación, retroalimentación y empalme cuando haya rotaciones de personal. 	

7.1.4 Bloque 4 Gestión presupuestal

	Bloque 4: Gestión presupuestal	Fecha: Abril 2010
		Versión: 1 Hoja 1
Objetivos del Bloque		
Establecer una estrategia para la ejecución de presupuestos y control de costos de mantenimiento encaminada a optimizar los recursos financieros de la compañía y basada en la preservación de las funciones de los equipos		

Correlación con otros bloques	Alcance
	<p>El alcance del bloque es la gestión de los costos administrados o controlables directamente por el área de mantenimiento, estos son: el costo de intervenciones (repuestos, insumos, mano de obra externa) y el costo de las fallas. El bloque contempla:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Definición de la estructura de costos actual y su tendencia * Prodedimiento para aplicación de costeo basado en actividades * Técnicas de control y seguimiento de los costos de mantenimiento. * La empresa ya cuenta con formatos y programas especiales para la elaboración de presupuestos.

Pasos para implementar

1. Con base en la división por conjuntos o subsistemas de los equipos que se hizo en el proceso de implementación del bloque 1, definir la estructura de costos de intervención de los últimos 3 años
2. Calcular la participación de cada subsistema o conjunto en los costos de mantenimiento. Adicionalmente determinar cuánto fue destinado a preventivo y cuanto a correctivo por conjunto
3. Identificar las especialidades técnicas empleadas para el mantenimiento de los equipos (electricista, lubricador, mecánico, técnico hidráulico etc.)
4. Identificar las principales tareas de mantenimiento realizadas por cada una de estas especialidades
5. Calcular los costos y recursos asociados a cada una de las actividades
6. Identificar actividades secundarias que no le dan un mayor valor a la función mantenimiento
7. Evaluar la influencia sobre el proceso de las actividades secundarias e identificar si se pueden reducir o incluir dentro de otra actividad
8. Clasificar los costos establecidos en el paso 5 en las diferentes cuentas o direccionadores de costos (consultar plan de cuentas vigente)
9. Vincular el costeo basado en actividades hecho en los pasos 3 a 8, con los diferentes planes de mantenimiento creados en SAP (esto es costear cada plan de mantenimiento).
10. Proyectar las rutinas preventivas para un año en costo y en número de eventos
11. Proyectar el costo del correctivo por conjunto con base en la relación establecida en el punto 2
12. Realizar costeo ABC de las actividades mayores a ejecutar en el año (ej.: reparaciones de motor, cambio de olla, etc.), clasificarlos en los diferentes direccionadores de costos e incluirlas en el presupuesto a presentar.
13. Para el control de los costos de intervención de mantenimiento se propone definir como objetivo, desde el comienzo de todos los meses, el costo de mantenimiento por metro cúbico distribuido proyectado para ese mes por el área comercial de la compañía.
14. El objetivo para los costos de las fallas es minimizarlos, por lo cual se analizará cada caso por separado y se planteará las acciones necesarias para evitar sucesos iguales en el futuro

Principales transacciones SAP de soporte

- * IW38 Modificar listado de órdenes de mantto
- * GR55 control de costos (FI)
- * MCI8 Análisis de costos PM
- * IP16 visualizar listado de planes de mantenimiento (proyección de actividades y costos)

herramientas necesarias


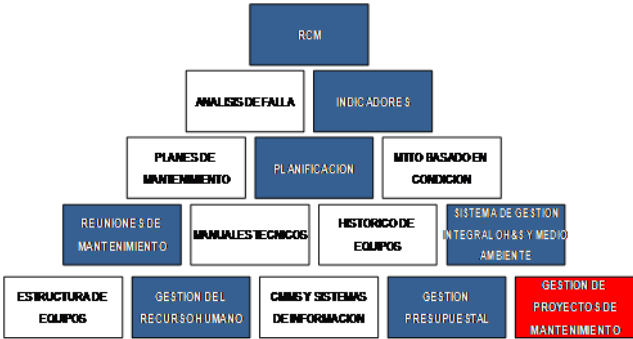
- * Manual de usuario final SAP-PM
- * Manual de Cognos
- * Plan de cuentas de la compañía
- * Excel

Indicadores de control

- * Cumplimiento del presupuesto de mantenimiento
- * Cumplimiento del costo de mantenimiento por metro cúbico distribuido

Resultado esperado
<ul style="list-style-type: none"> * Estar en capacidad de tomar decisiones técnicas y económicas para inversiones, reparaciones mayores, montajes y mejoras a equipos, basadas en análisis de los costos indirectos de mantenimiento * Estar en la capacidad de identificar zonas del proceso de mantenimiento donde los costos se eleven más de lo planeado y plantear las respectivas estrategias de control * Estar en capacidad de proponer estrategias de mejora y optimización con base en la identificación de grupos de actividades que tengan la mayor participación en los costos de mantenimiento * Estar en capacidad de controlar el costo de mantenimiento en función del volumen de concreto distribuido

7.1.5 Bloque 5 Gestión de proyectos de mejoramiento


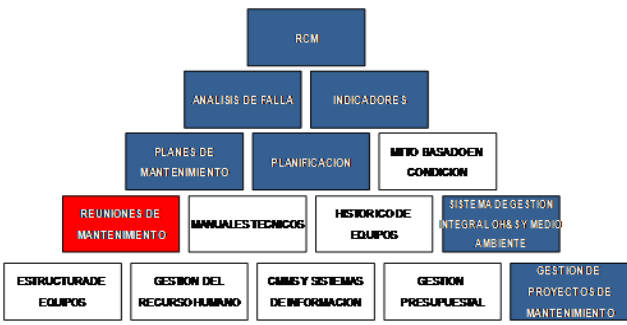
	Bloque 5: Gestión de Proyectos de Mejoramiento	Fecha: Abril 2010 Versión: 1 Hoja 1
Objetivos del Bloque		
Definir una metodología para la presentación de propuestas, desarrollo, implementación y control de proyectos de mejoramiento para el área de mantenimiento, así como fomentar la creatividad e iniciativa de los colaboradores y su participación en los mismos		
Correlación con otros bloques	Alcance	
	<p>* El bloque comprende la elaboración de la metodología para definición, presentación, desarrollo, seguimiento y presentación de resultados del proyecto</p>	

Pasos para implementar

1. Identificar los objetivos. Qué se pretende con la ejecución de los proyectos (reducción de costos, mejorar condiciones de seguridad, mejorar la disponibilidad, etc.)
2. Ubicar oportunidades de mejora del proceso y Realizar una lluvia de ideas con todos los colaboradores del área para establecer una lista de posibles proyectos
3. Con base en los objetivos y en las oportunidades identificadas priorizar la lista realizada
4. Calificar de 1 a 5 cada opción en los siguientes aspectos: Complejidad, tiempo de ejecución, recursos financieros necesarios, riesgo para la seguridad de las personas y riesgo para el medio ambiente
5. Establecer con base en la prioridad el cronograma anual para el desarrollo de proyectos. Seleccionar el número de proyectos de acuerdo a la calificación obtenida anteriormente para no caer en el error de incluir muchas opciones y no finalizar ninguna. Una vez seleccionados los proyectos a desarrollar durante el año realizar la respectiva evaluación para determinar la factibilidad técnica y económica. Se empleará la Tasa Interna de Retorno y Valor presente Neto para evaluar la viabilidad económica del proyecto.
6. Seleccionar un líder para cada proyecto. Este líder será el encargado de consolidar la información obtenida de las diferentes tareas, hacer el seguimiento, presentar los avances y el resultado final del proyecto. Se recomienda que cada líder maneje como máximo 1 proyecto a la vez, (que focalice su esfuerzo en un solo proyecto para ver los resultados más pronto). Es importante resaltar que el líder no es el encargado de hacer el proyecto, pues el objetivo es combinar la experiencia y habilidades de todos los colaboradores del grupo y asignarles a todos tareas de acuerdo a su capacidad, para lograr una participación conjunta más activa y para agilizar la ejecución del proyecto.
7. Programar una reunión (diferente a la semanal de mantenimiento), para realizar el listado de tareas y recursos necesarios asociados a cada proyecto.
8. Establecer un formato para el seguimiento y presentación de avances. Se propone un cronograma en project o un Gantt en SAP-PM con el listado de tareas asociadas, el responsable de la tareas y el porcentaje de ejecución y una hoja adicional para el registro de comentarios adicionales que se tengan de cada tarea El avance de los proyectos y seguimiento a las tareas pendientes debe ser un tema obligatorio en la reuniones de mantenimiento.
9. Hacer seguimiento semanal y documentar avances.
10. Realizar documento con todo el proyecto completo: objetivos, antecedentes, planteamiento del problema, propuesta, evaluación económica desarrollo, resultados obtenidos y conclusiones


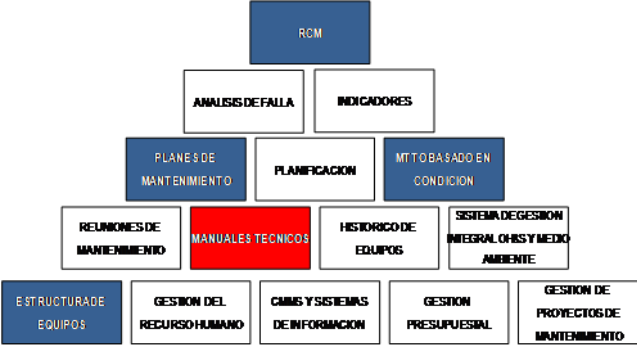
Principales transacciones SAP de soporte	herramientas necesarias
*IW31 Generación de órdenes de mantenimiento *IW36 Generación de subordenes de mantenimiento *IW81 Generación de orden de renovación *CM34 planeación de operaciones de mantenimiento y ajuste de capacidad de puestos de trabajo	* Manual de usuario final SAP-PM * Excel, Word, Power Point, Lotus notes e internet * Project
Indicadores de control	
* Cumplimiento del cronograma de realización del proyecto * Usar como herramienta de control seguimiento mensual al avance de las actividades planteadas en el desarrollo del proyecto	
Resultado esperado	
* Mayor número de proyectos propuestos y desarrollados * Mayor interés y participación de los colaboradores en la propuesta de soluciones innovadoras * Optimización de los recursos destinados por la compañía para el mantenimiento de los equipos	

7.1.6 Bloque 6 reuniones de mantenimiento

	Bloque 6: Reuniones de mantenimiento	Fecha: Abril 2010
		Versión: 1 Hoja 1
Objetivos del Bloque		
<p>Fortalecer el trabajo en equipo del área mediante la realización de reuniones enfocadas al planteamiento de estrategias para la solución de problemas técnicos, el desarrollo de nuevas alternativas o simplemente el seguimiento de la gestión del grupo; basándose en el aprovechamiento efectivo del tiempo y la buena comunicación.</p>		
Correlación con otros bloques	Alcance	
	<ul style="list-style-type: none"> * Definición de la agenda básica para las reuniones de mantenimiento y diseño del formato de acta a realizar. * Formación a los colaboradores encargados de liderar reuniones en aspectos como el manejo del tiempo, la comunicación efectiva y las habilidades de un buen orador. * Este bloque no contempla la estrategia para reuniones lideradas por otras áreas (compras, 	

	OH&S, gerencia, logística etc), ni la realización de agenda para reuniones ocasionales.
Pasos para implementar	
<p>1. Establecer temas clave a tratar en las reuniones de mantenimiento y procedimiento de buenas costumbres (atención de llamadas, intervenciones, atención etc)</p> <p>2. Clasificar los temas en alguno de los dos grupos: - Reuniones con personal técnico del área (mecánicos, soldadores, lubricadores, etc) - Reuniones con personal administrativo del área (planeador, supervisores, comprador, etc)</p> <p>4. Definir orden de los temas a tratar en cada una de las clasificaciones.</p> <p>5. Establecer tiempo mínimo y máximo de intervención por tema. (debe haber un espacio al final de la reunión para temas varios no establecidos en la agenda pero trascendentes para la reunión)</p> <p>6. Seleccionar colaboradores encargados de liderar los encuentros</p> <p>7. Formar a los líderes o moderadores en comunicación efectiva y manejo del tiempo</p> <p>8. Diseñar formato de actas para registro de la información tratada en las reuniones</p> <p>9. Realizar piloto y seguimiento mensual para ajuste de temas y tiempos</p>	
Principales transacciones SAP de soporte	herramientas necesarias
No aplica	* Word, excel, power point y lotus notes
Indicadores de control	
* No aplica ningún indicador de gestión * Usar como herramienta de control seguimiento mensual a asistencia a las reuniones y ejecución de tareas pendientes por colaborador	
Resultado esperado	
* Optimización del tiempo invertido en reuniones (que se vea el resultado de los temas tratados en la agenda) * Una mejor disposición de los colaboradores en las reuniones de mantenimiento * Una participación más activa de todos los miembros del equipo	

7.1.7 Manuales técnicos

	Bloque 7: Manuales Técnicos	Fecha: Abril 2010
		Versión: 1 Hoja 1
Objetivos del Bloque		
Brindar las herramientas técnicas necesarias para la orientación, información y aprendizaje de los miembros del equipo		
Correlación con otros bloques	Alcance	
	<ul style="list-style-type: none"> * Creación de Biblioteca de mantenimiento, con catálogo de documentos y fichas de registro de usuarios para el control de préstamos. * Inclusión de manuales de operación y mantenimiento de equipos, manuales de partes, planos y despieces de maquinaria y herramienta * Inclusión de documentos relacionados con los perfiles de cargos, matrices de competencias del área, permisos de trabajo y disposición de residuos. * Inclusión de herramientas audiovisuales en las que se explique el paso a paso de intervenciones de mantenimiento (contemplando el alistamiento de repuestos y herramientas, procedimientos de trabajo seguro, ejecución, verificación, prueba y recepción de trabajos) 	

Pasos para implementar

1. Hacer la lista de documentos y audiovisuales de consulta necesarios para la realización de las actividades desglosadas en la matriz de competencias realizada en el bloque 2
2. Consecución de los manuales, libros y documentos que falten del listado anteriormente mencionado
3. Realizar los audiovisuales relacionados con el paso a paso de actividades de mantenimiento
4. Clasificar la información recolectada en alguna de las siguientes categorías:
 - Planos
 - Manuales de servicio
 - Manuales de partes
 - Manuales de herramientas
 - Procedimientos
 - Audiovisuales
5. Marcar físicamente cada uno de los elementos de consulta recopilados
6. Diseñar base de datos de consulta de los documentos presentes en la biblioteca y fichas de control de préstamos
7. Asignar espacio físico para almacenamiento de los documentos
8. Nombrar persona responsable de la administración de la biblioteca
9. Realizar seguimiento semestral para actualización de documentos

Principales transacciones SAP de soporte

No aplica

herramientas necesarias

* Excel

Indicadores de control

* No aplica ningún indicador de gestión


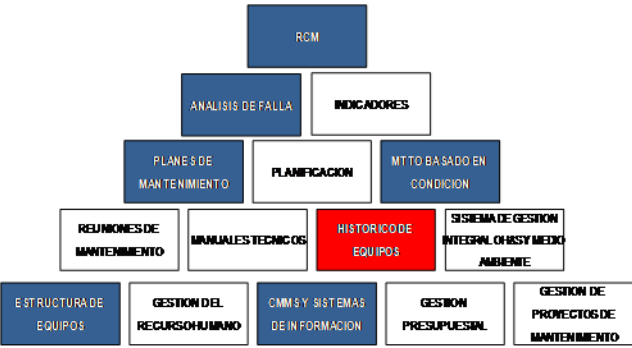
* Usar como herramienta de control seguimiento trimestral al número de consultas realizadas por cada colaborador y al estado de los documentos prestados

Resultado esperado

* Mejorar las prácticas de mantenimiento en las diferentes intervenciones realizadas

* Fomentar la investigación y aprendizaje en los colaboradores del área

7.1.8 Bloque 8 histórico de equipos


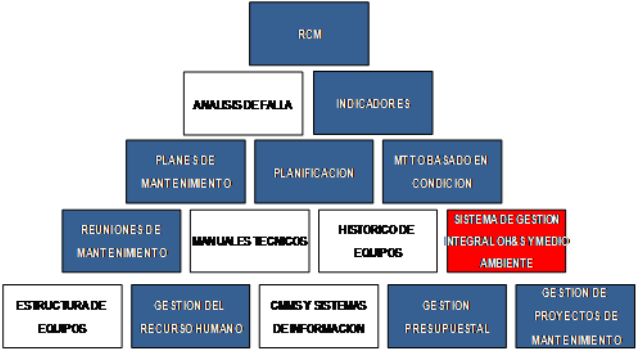
	Bloque 8: Histórico de Equipos	Fecha: Abril 2010 Versión: 1 Hoja 1
Objetivos del Bloque		
Garantizar el registro acertado y oportuno de las actividades de mantenimiento preventivas, correctivas, predictivas y de rediseño, realizadas a los equipos de transporte y colocación de la compañía como herramienta para el análisis de tendencias y control de fallas de los mismos		
Correlación con otros bloques	Alcance	
	<p>* El bloque considera la realización del procedimiento para la clasificación, organización y archivo de la información relacionada con las intervenciones de mantenimiento realizadas a cada equipo</p>	

Pasos para implementar

1. Imprimir el 100% de los documentos generados para cada equipo es una forma poco amigable de actuar con el medio ambiente, adicionalmente no contribuye con la optimización de recursos de la compañía (consume más tiempo, más espacio, más elementos de papelería etc.) Por lo tanto se propone manejar la hoja de vida de los equipos en archivos magneticos con la opción de impresión en caso de que algun usuario lo requiera
2. Crear en el servidor una carpeta destinada al manejo de información del área
3. Crear la subcarpeta Hoja de vida equipos
4. Dentro de la ubicación Hoja de vida equipos crear una subcarpeta para cada equipo y asignarle como nombre el número interno del equipo o la ubicación técnica
5. Crear para cada equipo las siguientes carpetas:
 - Documentos de tránsito: Incluir la digitalización de los documentos del equipo como seguro, registro de carga, revisión tecnicomecánica, etc
 - Análisis de fallas: Guardar los documentos generados de la aplicación del proceso descrito en la implementación del bloque 13.
 - Indicadores: Guardar los indicadores técnicos de desempeño del equipo, estos son: MTRR, MTBF, Disponibilidad, Confiabilidad, Costos de mantenimiento por conjunto, etc
 - Reparaciones mayores: Historico de reparaciones mayores y el documento realizado para la presentación de la propuesta donde se incluyan los antecedentes de la reparación, el costo, la descripción y el resultado obtenido. Tambien se puede generar mensualmente un reporte SAP por IW38 con el listado de las ordenes de mantenimiento generadas para el equipo en ese periodo de tiempo, los costos cargados a cada uno y la fecha de inicio y fin real
6. Actualizar la información de forma periódica con frecuencia no mayor a 3 meses

Principales transacciones SAP de soporte	herramientas necesarias
IW38 Modificación listado de órdenes	* Manual de usuario final SAP-PM * Excel, Power point, lotus notes, word
Indicadores de control	
* No aplica ningún indicador de gestión	
* Usar como herramienta de control seguimientos aleatorios a la actualización de la información archivada	
Resultado esperado	
* Disponibilidad de toda la información detalla de intervenciones realizadas a equipos	
* Disminución del archivo físico	
* Estar en capacidad de tomar decisiones técnicas con base en la información del histórico	

7.1.9 Bloque 9 SIG OH&S y Medio ambiente

	Bloque 9: Sistema de gestión integral OH&S y medio ambiente	Fecha: Abril 2010 Versión: 1 Hoja 1
Objetivos del Bloque		
Garantizar el óptimo desarrollo de todas las operaciones de mantenimiento dentro del marco medio ambiental y de seguridad y salud ocupacional abarcado por la política integral de la compañía		
Correlación con otros bloques		Alcance
		<ul style="list-style-type: none"> * Validación de la matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos actual * Selección y validación de los procedimientos de trabajo seguro que aplican por actividad * Identificación de los residuos generados en la labor de mantto * Diseño de instructivos de OH&S y medio ambiente en SAP-PM para un grupo de tareas

Pasos para implementar

1. Acudir a la lista de actividades por especialidad técnica realizada como paso para la implementación del bloque 4.
2. Seleccionar las actividades ejecutadas en los talleres propios de la compañía (dentro de las plantas)
3. Comparar el listado de actividades seleccionadas con las actividades contempladas en la IPVR (matriz de identificación de peligros y valoración de riesgos) vigente
4. Incluir las nuevas actividades en la I.P.V.R
5. Conformar un equipo de trabajo para el análisis AMEF a realizar. El equipo debe estar conformado mínimo por un analista de OH&S, el personal técnico y administrativo del área de mantenimiento (mecánicos, supervisores, planeadores y coordinador)
6. Realizar la valoración de riesgos asociados a cada una de las actividades establecidas
7. Definir las acciones de control para mitigar la consecuencia de los riesgos identificados
8. Realizar la valoración residual de riesgos (la que quedaría después de implementar los controles establecidos en el paso 7.)
9. Para la lista de tareas seleccionada en el paso 2 valorar el riesgo ambiental definiendo principalmente los siguientes aspectos: Que residuos se generan de la ejecución de cada tarea, qué riesgos representan para el medio ambiente estos residuos, de que forma se deben disponer estos residuos para disminuir el impacto sobre el medio ambiente.
10. Para cada control establecido en el paso 7 y métodos de disposición de residuos establecidos en el paso 9 se debe realizar un instructivo en SAP que contenga procedimientos de trabajo seguro a aplicar por actividad, condiciones de seguridad en instalaciones a garantizar para la ejecución del trabajo, listas de verificación de herramientas y elementos de protección personal, formatos para el análisis de trabajo seguro y procedimiento para manejo de residuos. Esta información codificada en SAP mediante las claves modelo debe ser asignada al 100% de las órdenes de trabajo
11. Realizar revisiones semestrales para la actualización de la información

Principales transacciones SAP de soporte

CA10: Crear claves modelo de mantenimiento

herramientas necesarias

- * Manual de usuario final SAP-PM
- * Excel, word, lotus notes

Indicadores de control

- * Índice de frecuencia de accidentes del área (indicador corporativo)
- * Índice de severidad de accidentes del área (indicador corporativo)
- * Evaluación periódica de orden, aseo y disposición de residuos del taller

Resultado esperado

- * Mejorar los estándares de orden y aseo del taller de mantenimiento
- * Mantener las condiciones de seguridad de los colaboradores de la área
- * Crear conciencia en los colaboradores de la importancia de actuar de forma amigable con el medio ambiente, no solo en el lugar de trabajo, sino además en la calle y en el hogar

7.1.10 Bloque 10 Planes de mantenimiento

	<p>Bloque 10: Planes de mantenimiento</p>	<p>Fecha: Abril 2010</p> <p>Versión: 1 Hoja 1</p>
Objetivos del Bloque		
<p>Definir las operaciones, procedimientos, recursos y duración de las diferentes labores de mantenimiento necesarias para garantizar el estado óptimo de los equipos y/o instalaciones de la compañía</p>		
Correlación con otros bloques	Alcance	
	<p>* Definición de las actividades de mantenimiento rutinarias a realizar en los equipos</p> <p>* Establecer un estándar para la creación de planes de mantenimiento y hojas de ruta en SAP</p>	
Pasos para implementar		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar el listado de actividades sugeridas por los fabricantes de los equipos y su rango de frecuencias, y seleccionar las actividades preventivas establecidas en el listado realizado en el proceso de implementación del bloque 4. 2. Realizar un análisis del histórico en SAP y seleccionar actividades repetitivas en un periodo de tiempo 3. Establecer el tiempo promedio entre un la ocurrencia de un mismo tipo de eventos 4. Clasificar todas las actividades de acuerdo a los conjuntos establecidos en el bloque 1 5. Establecer un tiempo planeado para le ejecución de cada una de las actividades (tempario) 6. Agrupar actividades que puedan ser realizadas durante un mismo paro del equipo por conjunto y por frecuencia. Tener en cuenta las especialidades que se requieren, las condiciones de espacio en el taller, las pruebas de funcionamiento que deban hacerse para validar cada actividad, que la realización de tareas simultaneas no interfiera ni retrase la ejecución de ninguna de labor, que no genere riesgos de seguridad o medio ambiente adicionales y que económicamente sea factible 7. Seleccionar las gamas más adecuadas de mantenimiento por paquetes de frecuencias. Por 		

ejemplo actividades con frecuencias de 400, 800, 1200 y 3600 Horas son multiples entre si, por lo tanto pueden conformar una sola gama sin generar más paros programados para mantenimiento (por ej no se va a generar una orden para realización de actividades de 600), lo anterior en otras palabras es optimizar el número paradas por equipo.

8. Una vez definidas las gamas establecer recursos necesarios para su ejecución: tiempo, repuestos, número de técnicos, especialidades etc.

9. Incluir los procedimientos de oh&s y medio ambiente definidos en el bloque 9 para las actividades de cada gama, esta información debe consolidarse por gama para evitar la repetición de procedimientos

10. Utilizar el costeo basado en actividades realizado en el bloque 4 para fijar el costo de cada una de las gamas.

11. Una vez se tenga organizadas toda la información de actividades ciclicas y recursos necesarios clasificada en gamas, se procede a crear la hoja de ruta (o instructivo de operaciones) en SAP-PM

12. Crear el plan de mantenimiento para cada equipo o ubicación técnica. Esto consiste en asignarle a un equipo un paquete de operaciones cuya frecuencia será controlada por la alimentación de las variables de operación (puntos de medida definidos en el bloque 3)

13. Iniciar la programación de cada plan de acuerdo al dato de su última ejecución.

14 Hacer seguimiento semanal al lanzamiento automático de órdenes y las desviaciones en las fechas de ejecución de cada plan

Principales transacciones SAP de soporte		herramientas necesarias	
<ul style="list-style-type: none"> * IP42 Creación de planes por estrategia * IP16 Visualizar listado de planes de mantenimiento * IP10 programar planes de mantenimiento * IP30 Supervisión plazos * IA05 Creación hojas de Ruta por instrucción 		<ul style="list-style-type: none"> * Manual de usuario final SAP-PM * Manual de servicio del fabricante de equipos * Manuales de partes de los equipos 	
Indicadores de control			
<ul style="list-style-type: none"> *Cumplimiento de actividades preventivas * % de operaciones preventivas vs % de operaciones correctivas * Usar como herramienta de control seguimiento a las desviaciones de los planes consultadas en IP10 			
Resultado esperado			
<ul style="list-style-type: none"> * Implementar rutinas preventivas recomendadas por el fabricante a los equipos * Estar en capacidad de implementar rutinas de mantenimiento diseñadas de la experiencia y conocimiento de los miembros del equipo * Estar en capacidad de proyectar actividades y costos de mantenimiento para un periodo de tiempo establecido * Poder clasificar información relacionada con rutinas y planes de forma fácil 			

7.1.11 Bloque 11 Planificación

	Bloque 11: Planificación	Fecha: Abril 2010 Versión: 1 Hoja 1
Objetivos del Bloque		
<p>Asegurar la disponibilidad de los recursos tanto humanos como materiales, necesarios para la realización de las actividades de mantenimiento, de una forma coordinada y organizada, con el fin de afectar lo menos posible al proceso de distribución de concreto</p>		
Correlación con otros bloques	Alcance	
	<p>* Estructuración de alternativas y/o estrategias para la consecución de los recursos necesarios para la realización de las actividades de mantenimiento (repuestos, servicios, interventores etc)</p> <p>* El bloque contempla las actividades de programación de órdenes de trabajo y coordinación de todos los recursos necesarios para su ejecución</p>	
Pasos para implementar		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Plan maestro de mantenimiento (13 semanas): Lanzar órdenes preventivas de planes que no se vean afectados por ninguna variable de operación (ej: inspecciones semanales de equipos) 2. Generar listado de avisos de mantenimiento y priorizarlos teniendo en cuenta: la gravedad de la condición reportada, disponibilidad de repuestos y mano de obra, próxima parada preventiva del equipo 3. Agrupar las condiciones reportadas que puedan ser solucionadas durante la ejecución del próximo preventivo 4. Convertir los avisos de dichas condiciones en órdenes de mantenimiento correctivo, incluyendo la información establecida para órdenes en el proceso de implementación del bloque 3, así como los procedimientos de OH&S y medio ambiente desarrollados en el bloque 9. 5. Ingresar las órdenes generadas en la tabla diaria de programación definiendo fecha y 		

hora de inicio así como puesto de trabajo ejecutor

6. Generar, publicar y archivar copia magnética del plan maestro de mantenimiento de acuerdo a lo establecido en el bloque 10 para el manejo de históricos.

7. Se recomienda planear las órdenes de mantenimiento preventivas controladas por una variable de operación con un horizonte máximo de un mes para evitar la ejecución anticipada de actividades lo que generaría un sobre costo

8. Plan mensual y semanal de mantenimiento: Reprogramar las órdenes del plan maestro no ejecutadas, generar nuevamente listado de avisos y generar nuevas órdenes para el plan mensual y semanal. Incluir actividades preventivas.

9. Para la consecución de recursos realizar proyecciones de los planes preventivos y estadísticas de los correctivos.

10. Enviar proyección de consumos de repuestos y servicios al departamento de compras para que efectúen la respectiva negociación de precios y aprovisionamiento bajo la filosofía del just in time de forma que se garantice la disponibilidad de recursos cuando se requieran sin incurrir en costos de almacenamiento y manejo de inventarios en el almacén

11. Dar soporte técnico al área de compras para la realización de negociaciones encaminadas a la reducción de costos

12. Realizar y divulgar a todo el equipo de trabajo, análisis de las causas que generaron como efecto retrasos en la ejecución de las órdenes preventivas.

13. Plantear alternativas para eliminar las fuentes de retrasos como por ejemplo tener una comunicación más eficiente con logística y programación para garantizar la entrada a tiempo de los equipos al taller.



14. Para el caso de causas relacionadas con la indisponibilidad de repuestos y servicios, identificar el listado de repuestos críticos cuya ausencia genere un impacto considerable en los tiempos de intervención y en la operación para que el área de compras los incluya dentro del inventario del almacén.

15. Hacer seguimiento al plan diario para asegurar su ejecución e identificar posibles oportunidades de mejora

Principales transacciones SAP de soporte	herramientas necesarias
* ZPM031 Visualización plan semanal de mantto * ZPM063 Visualización plan maestro de mantto * IP30 Supervisión plazos * IW38 modificación órdenes de mantto * CM25 ajuste de capacidades * IW28 Modificar listado de avisos	* Manual del usuario final SAP- PM * Manual del usuario final SAP-MM * Manuales de servicio de equipos * Manuales de partes de equipos


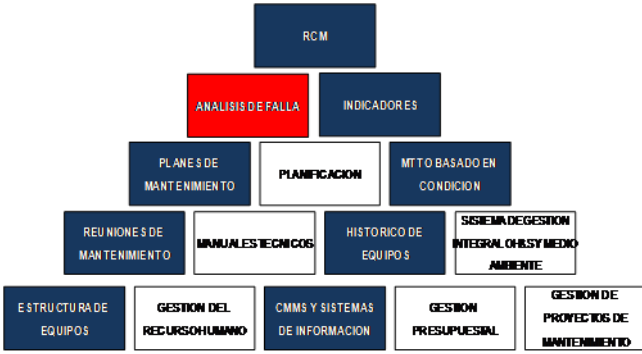
Indicadores de control
*Cumplimiento del plan de mantenimiento (BW) *MTTR *Disponibilidad * Costo de mantenimiento por metro cúbico de concreto distribuido
Resultado esperado
* Reducción de costos * Negociaciones más favorables con proveedores * Menor número de emergencias * Disminución de tiempos ociosos de los técnicos de mantenimiento * Mejor mantenibilidad * Mejores tiempos de reparación

7.1.12 Bloque 12 Mantenimiento basado en condición

	Bloque 12: Mantenimiento basado en condición	Fecha: Abril 2010
		Versión: 1 Hoja 1
Objetivos del Bloque		
Optimizar los costos de mantenimiento y mejorar la disponibilidad de los equipos mediante la validación de las frecuencias de mantenimiento , basados en el desempeño monitoreado y las tendencias de los equipos		
Correlación con otros bloques	Alcance	
	El alcance del bloque es: * La selección de tareas de monitoreo aplicables a los equipos de la compañía * Evaluación de las opciones para definir si es mejor contratar el servicio o comprar las herramientas * Manejo de los datos obtenidos	

Pasos para implementar	
<p>1. Consultar las técnicas y herramientas disponibles en el mercado para el monitoreo de condiciones</p> <p>2. Realizar análisis de criticidad de cada uno de los conjuntos o subsistemas que se establecieron en el bloque 1. Como herramienta para criticidad en función del costo de mantenimiento se puede emplear el análisis de la estructura de costos hecho en bloque 4</p> <p>3. Seleccionar items (conjuntos o componentes) críticos a monitorear</p> <p>4. seleccionar las técnicas de monitoreo que aplican para cada item crítico</p> <p>5. Evaluar las opciones y definir la factibilidad de cada una, si se contrata el servicio o si se compran las herramientas y se entrena al personal necesario, que indisponibilidad genera cada técnica, si se tienen o son fáciles de determinar los valores de referencia de las variables monitoreadas, etc.</p> <p>6. Seleccionar las técnicas de monitoreo a emplear</p> <p>7. Definir frecuencia de monitoreo con base en el tiempo medio entre fallas actual del conjunto o componente</p> <p>8. Diseñar y ejecutar plan anual de mantenimiento predictivo</p> <p>9. Realizar seguimiento mensual a los indicadores de gestión</p>	
Principales transacciones SAP de soporte	herramientas necesarias
<ul style="list-style-type: none"> * Transacciones del módulo QM : * QA03 ver lote de inspección * QE51N ver pool de trabajo (ingreso de datos) * QE71 ingreso de datos (mediciones) 	<ul style="list-style-type: none"> * Manual de usuario final SAP-PM * Manual de usuario QM * Manuales de herramientas para monitoreo de condiciones
Indicadores de control	
<ul style="list-style-type: none"> * Cumplimiento del plan de mantenimiento predictivo * Disponibilidad * MTBF 	
Resultado esperado	
<ul style="list-style-type: none"> * Disminuir el número de rutinas preventivas para cambio de componentes * Obtener una mayor vida útil de algunos componentes * Reducir costos de mantenimiento * Estar en la capacidad de analizar tendencias con base en las mediciones hechas * Reducir el número de paradas para mantenimiento 	

7.1.13 Bloque 13 Análisis de Falla


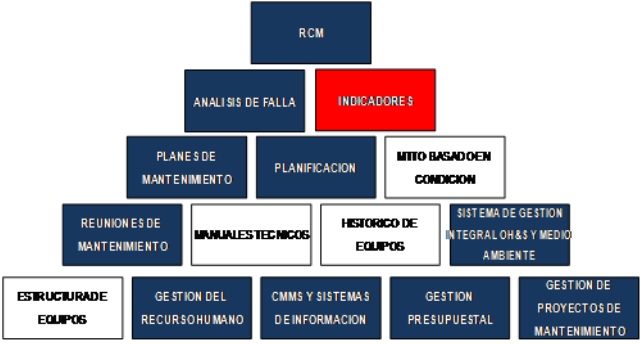
	Bloque 13: Análisis de falla	Fecha: Abril 2010
		Versión: 1 Hoja 1
Objetivos del Bloque		
Implementar una metodología para el análisis reactivo de fallas como mecanismo para la prevención de eventos similares en el futuro		
Correlación con otros bloques	Alcance	
	El alcance del bloque es la definición y procedimentación de una metodología reactiva para el análisis de fallas, es decir una metodología que analice los fallos después de que estos ya han ocurrido. Las técnicas para análisis de fallas preventivo (FMEA) serán desarrolladas en el bloque 15. RCM	

Pasos para implementar

1. Se establece como herramienta para el análisis reactivo de fallas la metodología RCA (Root Cause Analysis) con diagrama de cuasa-efecto
2. Recolectar toda la información relevante para describir la falla y sus consecuencias, incluya las preguntas: Qué?, Dónde?, Cuando? y Cuanto? (que pasó, donde ocurrió, cuando fue y cuanto le representa a la compañía en términos de costo, seguridad y calidad)
3. Identificar las posibles causas raíces sin caer en el error de confundirlas con síntomas (indicios de la falla como: recalentamiento, vibración o fugas).
4. Identificar los efectos de cada posible causa teniendo en cuenta que causa y efecto forman parte de una cadena continua de causas (los efectos generalmente son causas de otros efectos)
5. Realizar diagrama de causa y efecto procurando respaldar cada causa allí expuesta con evidencia
6. Para identificar las causas a incluir en el diagrama se puede utilizar el método de las 5 M's (análisis de las posibles causas relacionadas con: mano de obra, materiales, métodos, máquinas y medidas)
7. Para cada posible causa principal identificada se realiza la metodología de los 5 por qué, que consiste en volver cada causa el efecto de otra causa más oculta al preguntarse por qué ocurrió cada evento
8. Finalmente se verifica que todos los factores relacionados hayan sido incorporados al diagrama y con base en las evidencias recolectadas se procede a evaluar cada cadena de causas- efectos hasta determinar la real procedencia de la falla.
9. Una vez identificadas las causas raices se debe plantear estrategias preventivas y correctivas encaminadas a minimizar las consecuencias del evento
10. La información obtenida durante todo el análisis debe quedar documentada y archivada en el formato establecido para tal fin



Principales transacciones SAP de soporte	herramientas necesarias
* No aplica	* Excel , word, power point, lotus notes
Indicadores de control	
*	No aplica
* Como herramienta de control hacer seguimiento a los documentos físicos del análisis y corroborar que las fallas reportadas en SAP como paros de equipo tengas su respectivo análisis de causa raiz.	
Resultado esperado	
* Tener documentadas las fallas de los equipos	
* Disminuir el número de imprevistos	
* Generar un mayor número de rutinas de inspección para los equipos de la compañía	
* Tener identificadas las acciones preventivas y correctivas a tomar para mitigar el impacto de imprevistos en la operación	

7.1.14 Bloque 14 Indicadores de gestión

	<p>Bloque 14: Indicadores de Gestión</p>	<p>Fecha: Abril 2010 Versión: 1 Hoja 1</p>
Objetivos del Bloque		
<p>Medir el desempeño individual y grupal del equipo de mantenimiento con el fin de plantear estrategias encaminadas al mejoramiento continuo del proceso</p>		
Correlación con otros bloques	Alcance	
	<p>* Este bloque corresponde a la definición de los indicadores de gestión con base en los objetivos del área y al diseño de su procedimiento de cálculo y ficha técnica. Para tal fin es importante comprender que lo que no se mide no se gestiona pero simultáneamente reconocer que a veces se cae en el error de establecer indicadores que no representan mayor utilidad para el proceso.</p>	
Pasos para implementar		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar y validar los objetivos del equipo de trabajo. 2. Identificar las acciones necesarias para el logro de dichos objetivos 3. Establecer la responsabilidad de cada cargo en cada una de esas acciones y transformarlas en objetivos individuales para cada colaborador. 4. Definir un indicador de gestión para cada objetivo grupal e individual teniendo en cuenta que en algunos casos un mismo indicador medirá la gestión de más de un colaborador. 5. Diseñar las fichas técnicas de indicadores incluyendo como mínimo: Nombre técnico del indicador, variables que intervienen, procedencia de la información empleada para calcularlo, descripción de la relación matemática empleada para calcularlo, meta e interpretación del resultado. 6. Hacer seguimiento semanal, mensual o trimestral dependiendo del indicador 7. Tener en cuenta que algunos indicadores técnicos (MTTR y disponibilidad) también sirven para medir la gestión de algunos colaboradores 		

Principales transacciones SAP de soporte	herramientas necesarias
* BW reporte de indicadores semanales del plan * IW49 listado de operaciones de mantenimiento * IW40 Selección de órdenes de mantenimiento * IW47 Visualizar listado de notificaciones * GR51 Reporte de costos FI * MCI8 Análisis de costos PM * MCI7 Análisis de paradas	* Manual de usuario final SAP-PM * Manual de usuario final BW
Indicadores de control	
* Hacer seguimiento a tendencia y cumplimiento de los indicadores establecidos en el proceso de implementación	
Resultado esperado	
* Lograr una mayor eficiencia y eficacia en las diferentes labores de planeación ejecución y control del área de mantenimiento * Identificar más oportunidades de mejora del proceso	

7.1.15 Bloque 15. RCM

	Bloque 15: RCM	Fecha: Abril 2010
		Versión: 1
		Hoja 1
Objetivos del Bloque		
<p>Identificar las tareas de mantenimiento necesarias para preservar las funciones de los equipos de la compañía a un costo razonable, aumentando la disponibilidad y confiabilidad de los mismos y mitigando las consecuencias de sus fallas sobre las personas, el medio ambiente, la calidad del producto y la operación.</p>		
Correlación con otros bloques	Alcance	
	* Realización de todos los pasos de la metodología hasta la identificación de las tareas y frecuencias de mantenimiento más adecuadas para garantizar el funcionamiento de los equipos en contexto operacional	

Pasos para implementar	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar los equipos, conjuntos y/o componentes a analizar 2. Entrenar facilitadores y expertos en la metodología RCM 3. Formar grupo de de análisis interdisciplinario contando como mínimo con: un operario, un técnico de mantenimiento, un supervisor de mantenimiento, un analista de OH&S, un ingeniero de calidad, un supervisor de transporte y un despachador. 4. Realizar plan anual de reuniones de RCM y agendar encuentros con los colaboradores de las otras éras. Es importante tener en cuenta que no en todas las reuniones debe estar todo el grupo, esto depende del análisis que se vaya a hacer. 5. Realización de los diagramas funcionales del sistema, conjunto o componente definiendo su contexto operacional 6. Identificación de la función primaria y las funciones secundarias del elemento a analizar 7. Definición de las fallas funcionales (en que forma deja de cumplir sus funciones el elemento analizado) 8. Identificación de los modos de falla y sus efectos 9. Análisis en el diagrama de decisión de cada modo de falla con base en su impacto sobre las personas, el medio ambiente, la calidad del producto la operación. 10. Identificación de las tareas de mantenimiento más apropiadas y definición de sus frecuencias 11. Comparar el listado de tareas obtenidas con las actividades del plan de mantenimiento definidas en el bloque 10. Esto solo se debe hacer como guía para verificar si existen en el plan actual tareas que no hayan sido contempladas en el RCM. 12. Seguir procedimiento indicado en el bloque 10 para la agrupación de tareas, definición de gamas y creación de planes de mantenimiento en SAP 	
Principales transacciones SAP de soporte	herramientas necesarias
* N/A	<ul style="list-style-type: none"> * Facilitadores de RCM * Word, excel, power point y lotus notes
Indicadores de control	
<ul style="list-style-type: none"> * Confiabilidad * MTTR * Disponibilidad * MTBF 	
Resultado esperado	
<ul style="list-style-type: none"> * Cambio de paradigma. Enfocarse en las funciones de los equipos y no en el estado de estos * Incremento de la disponibilidad y confiabilidad de los equipos * Menor costo de manteimprevistos * Disminuir la consecuencia de las fallas en la operación, el medio ambiente, la seguridad y la calidad del producto. Mejor mantenibilidad Mayor disponibilidad 	

El proceso propuesto para la implementación consta de las siguientes actividades:

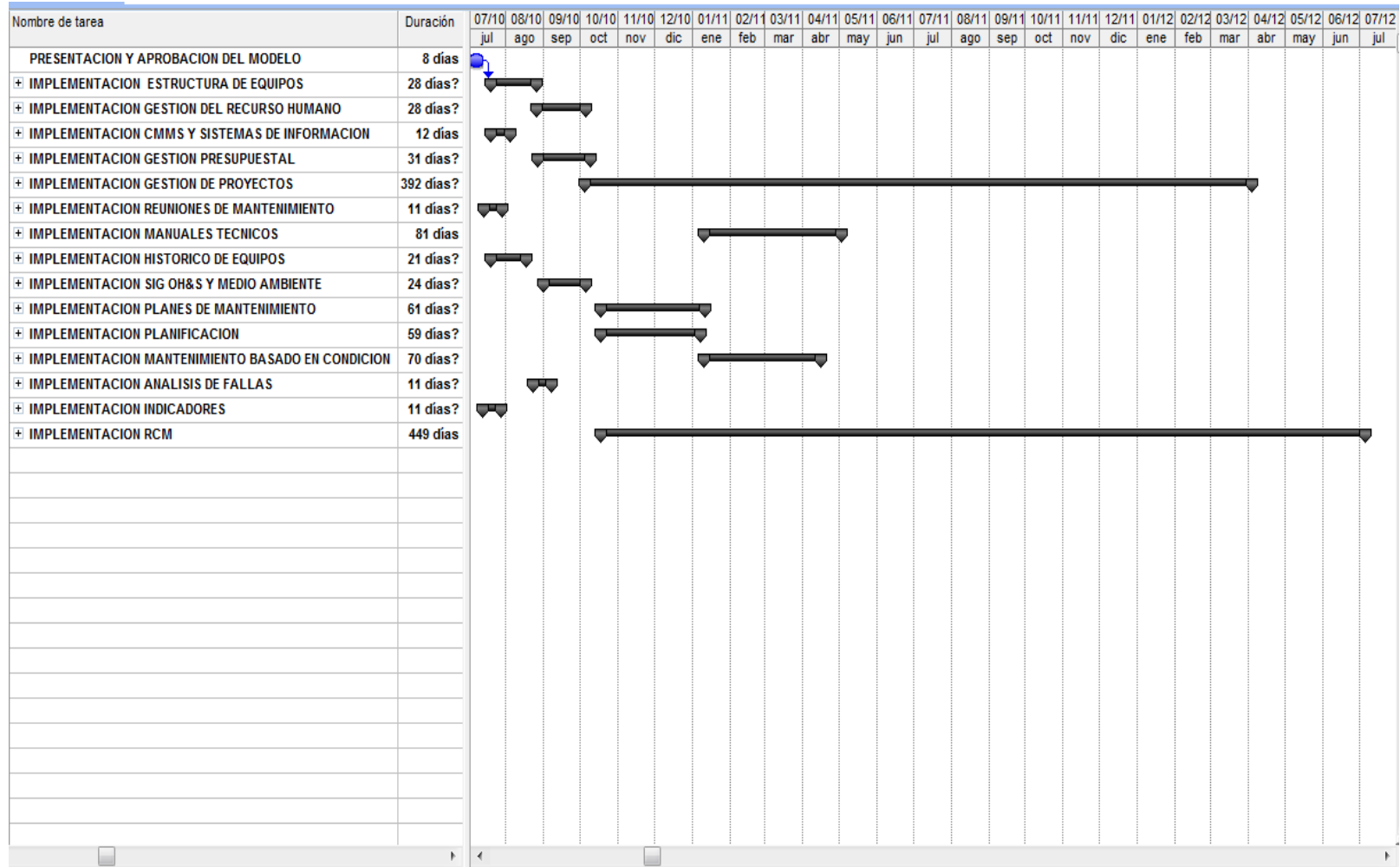
1. Presentación del proyecto al personal involucrado pero ajeno al área de mantenimiento (jefe de proceso, gerentes, jefe de planta, jefe de compras etc)
2. Evaluación cualitativa de los 15 bloques para definir nivel de implementación del área
3. Divulgación del proyecto a toda el área de mantenimiento (supervisores, planeadores, técnicos propios e in house)
4. Implementación de los bloques en orden (de abajo hacia arriba y de izquierda a derecha) y cumpliendo con las tareas especificadas en el manual de cada bloque (aplicación de formatos, procedimientos y técnicas)
5. Definición de indicadores de gestión relacionados con los bloques de la pirámide
6. Revisión periódica de las actividades y verificación de la evidencia del cumplimiento de cada uno de los bloques
7. Definición e implementación de actividades para la sostenibilidad de la metodología

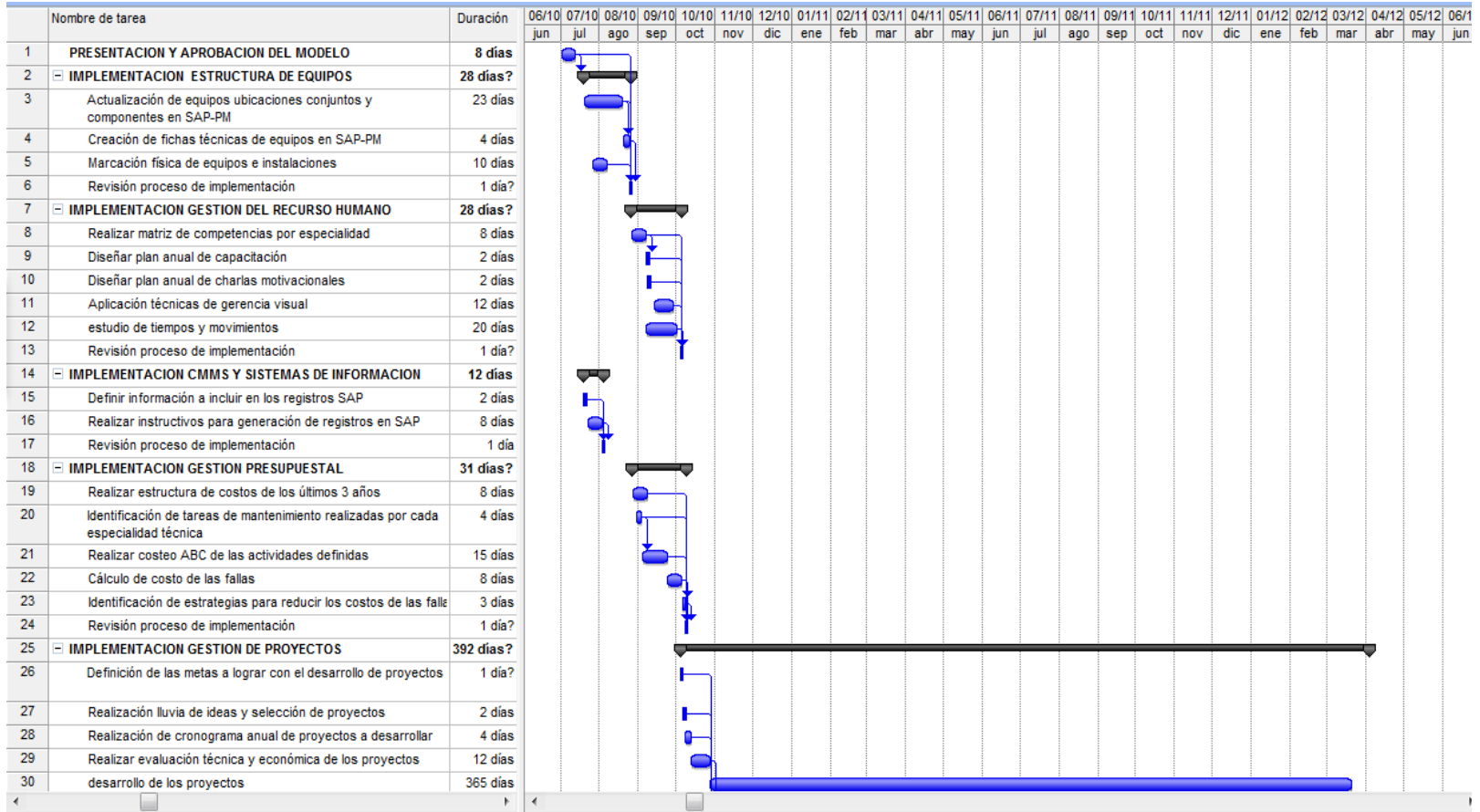
Las herramientas necesarias para la implementación de la propuesta son:

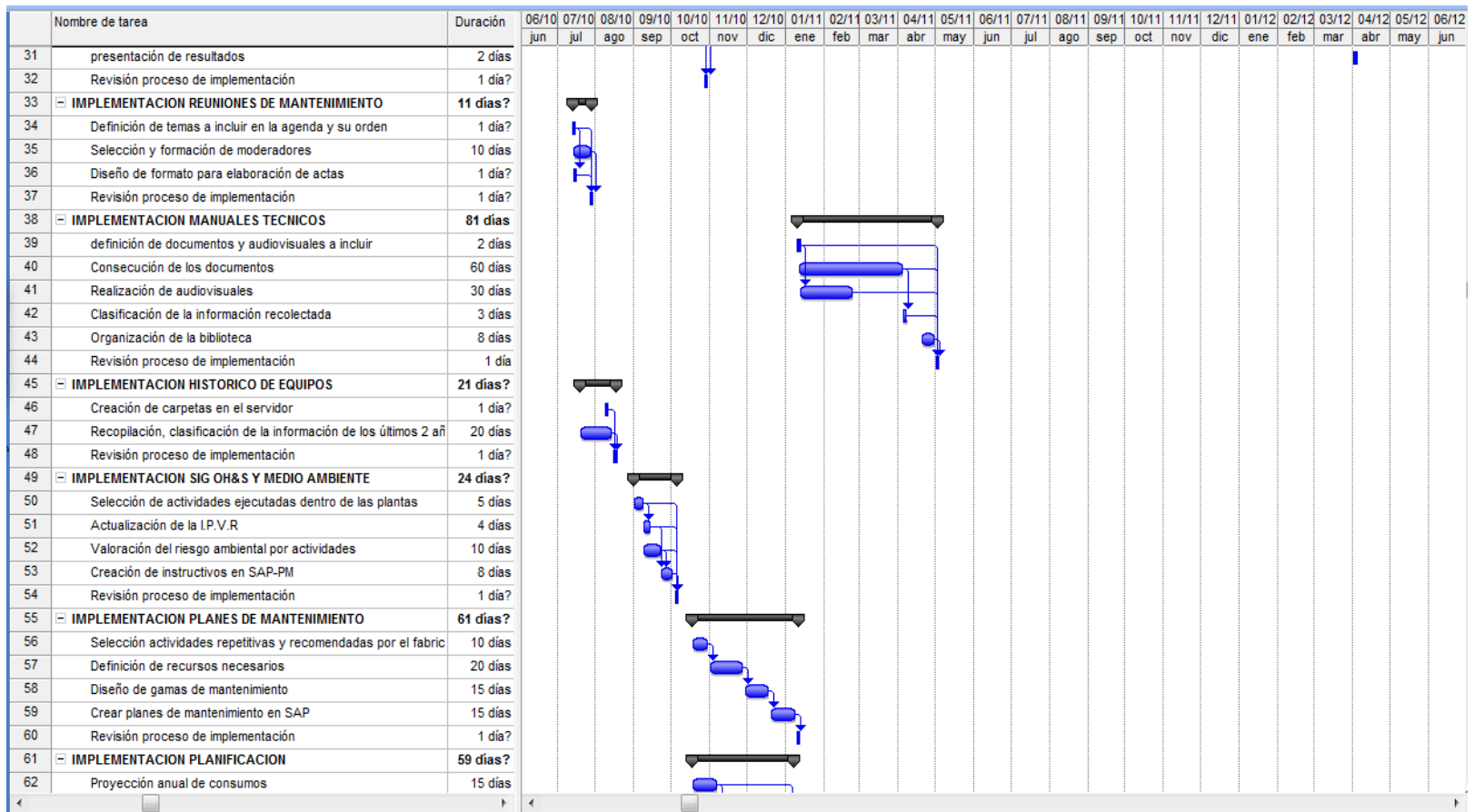
- Facilitador de RCM o persona formada en mantenimiento para liderar la implementación
- CMMS y/o sistemas de información. La compañía cuenta con SAP-PM

- Computadores con Excel, word, power point e internet.
- Elementos de papelería como folders, esferos, marcadores etc.
- Herramientas para monitoreo de condiciones (equipo para muestreo de lubricantes, analizador de vibraciones, medidor de opacidades, medidor de espesores etc)

8. CRONOGRAMA







9. EVALUACION DEL PROYECTO

Puesto que no se tiene una cuantificación real de las inversiones necesarias para el proyecto ni los ahorros generados por éste, la evaluación de la propuesta se hará mediante el análisis de costo beneficio. Para tal fin se asume la siguiente información:

- El proceso de implementación del proyecto toma dos años, sin embargo el mayor beneficio económico se empieza a percibir a partir del tercer año
- El proyecto se va a evaluar a 3 años con una tasa efectiva anual del 5,66%⁹
- Se asume un ahorro del 1% sobre el costo total de mantenimiento para los años 1 y 2 del proyecto, generado de las negociaciones de precios de repuestos y mano de obra y optimización de la mano de obra propia.
- Para los años 2 y 3 se asume un ahorro adicional del 3% sobre el costo total de mantenimiento por implementación de proyectos de mejoramiento
- Para el año tres se asume un ahorro adicional del 10% sobre el costo total de mantenimiento derivado de la ejecución de tareas de mantenimiento con enfoque RCM¹⁰
- El costo anual promedio de mantenimiento es de \$3.950.000.000
- La relación Beneficio costo está dada por la siguiente relación matemática:

$$B/C = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{Vi}{(1+i)^n}}{\sum_{i=0}^n \frac{Ci}{(1+i)^n}}$$

- ▶ B/C = Relación Beneficio / Costo.
- ▶ Vi = Ingresos (i = 0, 1, 2, 3...n).
- ▶ Ci = Egresos (i = 0, 1, 2, 3...n).
- ▶ i = Tasa de descuento.
- ▶ n = Número de períodos de

⁹ http://www.banrep.gov.co/series-estadisticas/see_tas_inter.htm

¹⁰ <http://uruman.org/TrabajosTec/Sotuyo.pdf>

Los costos y beneficios estimados del proyecto se muestran a continuación:

COSTOS

ITEM	MONTO ESTIMADO	PERIODO
Capitaciones	\$ 50.000.000	Años 1,2 y 3
Asesorías	\$ 20.000.000	Año 1
Libros especializados	\$ 2.000.000	Año 1
Estantería para libros	\$ 3.000.000	Año 1
Elementos de papelería	\$ 1.000.000	Años 1,2 y 3
Carteleras informativas	\$ 2.500.000	Años 1,2 y 3
Herramientas de monitoreo	\$ 30.000.000	Año 2

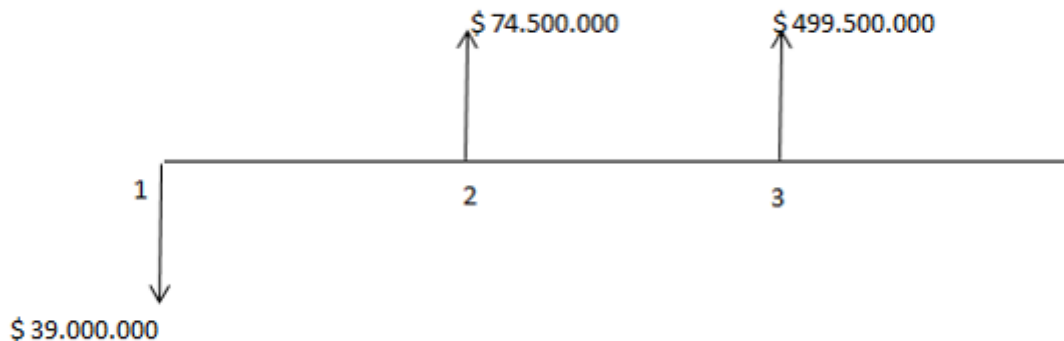
BENEFICIOS CUANTIFICABLES

ITEM	MONTO ESTIMADO	PERIODO
Ahorros por negociaciones en precios	\$ 39.500.000	Años 1,2 y 3
Ahorros por implementación de proyecto	\$ 118.500.000	Años 2 y 3
Ahorros por tareas RCM	\$ 395.000.000	Año 3

Los costos y beneficios por período se muestran a continuación:

PERIODO	COSTOS POR PERIODO	BENEFICIOS POR PERIODO
AÑO 1	\$ 78.500.000	\$ 39.500.000
AÑO 2	\$ 83.500.000	\$ 158.000.000
AÑO 3	\$ 53.500.000	\$ 553.000.000

El flujo de caja se muestra a continuación



Empleando la ecuación para definir beneficio costo se tiene:

$$\text{BENEFICIOS} = \frac{\$39.500.000}{(1+0,0566)^1} + \frac{\$158.000.000}{(1+0,0566)^2} + \frac{\$553.000.000}{(1+0,0566)^3} = \$647.716.08$$

$$\text{COSTOS} = \frac{\$78.500.00}{(1 + 0,0566)^1} + \frac{\$83.500.00}{(1 + 0,0566)^2} + \frac{\$53.500.00}{(1 + 0,0566)^3} = \$194.443.315$$

$$\frac{B}{F} = \frac{\$647.716.08}{\$194.443.315} = 3,3$$

Puesto que la relación B/F es mayor a 1, se recomienda la implementación de la propuesta

CONCLUSIONES

De acuerdo a la identificación de oportunidades de mejora realizada con base en la elaboración de la matriz D.O.F.A y el análisis de la caracterización del proceso de distribución, se precisó que la administración del mantenimiento actúa como un sistema y por lo tanto requiere del soporte e interacción con otras áreas de la compañía tales como recursos humanos, OH&S, y compras, entre otras; como herramienta para complementarse y orientarse hacia el logro de sus objetivos.

Se estableció que la mayoría de las actividades de mantenimiento están enfocadas a la optimización de los costos y al incremento de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos sin apartar el compromiso de garantizar siempre condiciones e instalaciones seguras para el medio ambiente, las personas, la calidad del producto y la operación. Es por este motivo que como metodología a implementar se seleccionó la filosofía del RCM.

Se identificó que el método de bloques ha generado un impacto positivo en colaboradores de otras áreas y se ha convertido en un estándar Holcim para la implementación de modelos y sistemas de gestión.

De acuerdo a la relación beneficio costo obtenida, como método de evaluación del proyecto se concluye que éste es viable.



BIBLIOGRAFIA

- ALBARRACIN AGUILLON, Pedro. Lubricación Industrial y Automotriz. Medellín: Copiservicio, 1985. 706.p.
- BOTERO Ernesto. Mantenimiento preventivo. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander-UIS. Posgrado en Gerencia de Mantenimiento, 2008 103.p.
- CÁCERES, Beatriz. Cómo Incrementar la Competitividad Mediante Estrategias para Gerenciar Mantenimiento. Bogotá: ACIEM, 2004. 78.p
- GONZALEZ BOHORQUEZ, Carlos Ramón. Principios de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander-UIS. Posgrado en Gerencia de Mantenimiento, 2007. 115.p.
- GONZALEZ JAIMES, Isnardo. Seminario I: La Investigación Científica. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander-UIS. Posgrado en Gerencia de Mantenimiento, 2008. 56.p
- GONZALEZ JAIMES, Isnardo. Seminario II: Monografía de Especialización. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander-UIS. Posgrado en Gerencia de Mantenimiento, 2008. 62.p.
- ICONTEC. Presentación de Tesis, Trabajos de Grado y Otros Trabajos de Investigación. NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1486. Bogotá: 2005. 66.p
- MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento Planeación, ejecución y control. Bogotá: Alfaomega Colombiana S.A, 2009. 504.p.
- MOUBRAY, JOHN. RCM II Mantenimiento centrado den confiabilidad. Buenos Aires: Aladon, 2004 433.p.
- PEREZ, Carlos Mario. Gerencia de Mantenimiento y sistemas de información. Madellín: Soporte y Cia Ltda., 2009. 162.p.

- SOTUYO B., Santiago. OIM: Optimización integral de Mantenimiento. Ellmann, Sueiro S. A. www.ellmann.net. www.confabilidad.net. 2001
- VELANDIA JAGUA, Holger. Gerencia de Recursos Humanos. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander-UIS. Posgrado en Gerencia de Mantenimiento, 2009 171.p.

ANEXOS

ANEXO C

	EJEMPLO HOJA DE EVALUACION BLOQUE 1 ESTRUCTURA DE EQUIPOS																		
EQUIPOS																			
<i>Revisa el contenido del sistema</i>																			
<p>Existe la identificación de equipos? <i>Si es Sí, continúe...</i></p> <p>El registro de equipos en PM se hace para:</p> <p>Fabricación <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Transporte <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Bombeo <input checked="" type="checkbox"/></p> <p><small>(Revisar los registros de ubicaciones técnicas en el módulo PM.)</small></p> <p>Hay establecidos y definidos códigos de criticidad para los activos? <small>(nota: revise si hay un sistema de códigos de criticidad por ejemplo A, B o C.)</small></p>	<table style="margin-bottom: 10px;"> <tr><td style="text-align: center;">sí</td><td style="text-align: center;">no</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> </table> <table style="margin-bottom: 10px;"> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> </table> <table style="margin-bottom: 10px;"> <tr><td style="text-align: center;">sí</td><td style="text-align: center;">no</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	sí	no	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sí	no	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<table style="width: 100%;"> <tr><td>Total =</td><td style="text-align: right;">14</td><td style="text-align: right;">100%</td></tr> <tr><td>Posible =</td><td style="text-align: right;">14</td><td></td></tr> </table>	Total =	14	100%	Posible =	14	
sí	no																		
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
<input checked="" type="checkbox"/>																			
<input checked="" type="checkbox"/>																			
<input checked="" type="checkbox"/>																			
sí	no																		
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
Total =	14	100%																	
Posible =	14																		
<i>Revisa los datos (VERIFICAR)</i>																			
<p>✚ Revisa si los equipos, están físicamente identificados <small>(Observe la identificación de los equipo en campo.)</small></p> <p>✚ Revisa si en el modulo PM los campos están correctamente ingresados? <small>(Revisar los registros de equipos en el módulo PM.)</small></p> <p>✚ Esta definida la criticidad del equipo en la BDD de PM <small>(Revisar los registros de ubicaciones técnicas en el módulo PM.)</small></p>	<p>Cuantos equipos revisó? 3</p> <p>Cuantos equipos están identificados? 0</p> <p>Cuantos equipos revisó? 3</p> <p>Cuantos estaban correctos 3</p> <p>Cuantos equipos revisó? 3</p> <p>Cuantos estaban correctos 2</p>	<table style="width: 100%;"> <tr><td>Total =</td><td style="text-align: right;">5</td><td style="text-align: right;">50%</td></tr> <tr><td>Posible =</td><td style="text-align: right;">9</td><td></td></tr> </table>	Total =	5	50%	Posible =	9												
Total =	5	50%																	
Posible =	9																		
<i>Revisa los subelementos. Marque con los estándares donde sea aplicable</i>																			
<p>✚ Revisa si la siguiente información está contenida en la identificación de los equipos de fabricación <small>(Revisa la identificación y compare los campos con el siguiente estándar.)</small></p>	<p>Coloque una X en los campos incluidos en la identificación de los equipos.</p> <p>Ubicación Técnica <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Fabricante <input type="checkbox"/></p> <p>Modelo <input type="checkbox"/></p> <p>Año de fabricación <input type="checkbox"/></p> <p>Especificación técnica <input type="checkbox"/></p>																		
<p>✚ Revisa si la siguiente información está contenida en la identificación de los equipos de distribución <small>(Revisa la identificación y compare los campos con el siguiente estándar.)</small></p>	<p>Ubicación Técnica <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Código de identificación <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Fabricante <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Modelo <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Año de Fabricación <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>No. Serie <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Dimensiones <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Capacidades <input checked="" type="checkbox"/></p>																		
<table style="width: 100%;"> <tr><td>Total =</td><td style="text-align: right;">4,8</td><td style="text-align: right;">60%</td></tr> <tr><td>Posible =</td><td style="text-align: right;">8</td><td></td></tr> </table>			Total =	4,8	60%	Posible =	8												
Total =	4,8	60%																	
Posible =	8																		
<i>Califique el subelemento</i>																			
<p>✚ Revisa si el personal de mto entiende los niveles de criticidad de los equipos. <small>(Pregunte a diferentes personas de todos los niveles.)</small></p>	<p>A cuantas personas les preguntó? 5</p> <p>Cuantas personas lo conocían? 4</p>																		
<table style="width: 100%;"> <tr><td>Total =</td><td style="text-align: right;">4</td><td style="text-align: right;">80%</td></tr> <tr><td>Posible =</td><td style="text-align: right;">5</td><td></td></tr> </table>			Total =	4	80%	Posible =	5												
Total =	4	80%																	
Posible =	5																		
<i>Recomendaciones y posibles acciones</i>																			
<p>Discuta todos los descubrimientos, asuntos y recomendaciones encontradas durante la revisión.</p>																			
	<table style="width: 100%;"> <tr><td>Instalación</td><td style="text-align: right;">85%</td></tr> <tr><td>Uso</td><td style="text-align: right;">64%</td></tr> </table>	Instalación	85%	Uso	64%	<table style="width: 100%;"> <tr><td>% Total bloque =</td><td style="text-align: right;">75%</td></tr> </table>	% Total bloque =	75%											
Instalación	85%																		
Uso	64%																		
% Total bloque =	75%																		
<p>Click acá para finalizar</p>																			

Revisar la efectividad del proceso

Los planes de mantenimiento son parte de la estrategia de mantenimiento?

(Revisar con el personal de mto en sitio, revise los planes semanales, etc.)

Si es Sí, continúe...

si	no
X	

Existe una BDD que contenga o liste todas las planes establecidos?

(Permitase revisar la BDD y verificar ejemplos de Planes.)

si	no
X	

Se usa SAP para planificar y monitorear la ejecución de los Planes?

si	no
X	

Se tienen metas de desviación en el cumplimiento de los Planes?

(desviación referente a fecha, horas, km)

Cuanto?

si	no
	X

Total = 9
Posible = 12

75%

Revisar los planes de MANTENIMIENTO

→ Hay planes de mto para equipos de fabricación
(Revisar en el PM los Planes.)

Cuantos equipos revisó?
Cuantos tenían Plan de Mto?

3
1

→ Hay planes de mto para equipos de transporte
(Revisar en el PM los Planes.)

Cuantos equipos revisó?
Cuantos tenían Plan de Mto?

90
90

→ Hay planes de mto para equipos de bombeo
(Revisar en el PM los Planes.)

Cuantos equipos revisó?
Cuantos tenían Plan de Mto?

3

→ Revise si los planes están acordes al uso de los equipos?
(Revisar en el PM los Planes de acuerdo al uso del equipo. Ej. M3 para plantas)

Cuantos Planes revisó?
Cuántos están correctos?

3
3

→ Revise si los Planes son actualizados
(Revisar en el PM si los Planes son actualizados automáticamente.)

Cuantos Planes revisó?
Cuántos están actualizados?

3
2

→ Revise si los Planes de cambio (partes, componentes, etc)
tienen asignados puntos de medida

Cuantos Planes revisó?
Cuántos tienen puntos de medida?

3
3

→ Revise si los Planes contienen:
(Revisar en el PM los Planes.)

Estrategia de mto
Equipo Asignado
Prioridad del Plan
Clase de actividad PM
Horizonte de apertura
Campo de clasificación

X
X
X
X

→ Los planes de mto generan (Esoja Uno)

Ordenes de Trabajo
Avisos

X

→ Las tomas de los planes son generadas: (Esoja Uno)

Automáticamente
Manualmente

X

→ Hay planes de mto establecidos para equipos criticidad A?
(Revisar los planes de equipos críticos.)

Cuantos equipos críticos revisó?
Cuántos tenían planes establecidos?

→ Revise si el cumplimiento de los planes está acorde a los parámetros.

Cuantos planes revisó?
Cuántos estaban dentro del margen?

3
2

→ Revise si el cronograma de planes es actualizado y proliamente
mantenido.
(Revisar el cronograma para ver atrasos en planes, carga de trabajo, etc.)

Cuantos cronogramas revisó?
Cuántos cronogramas están actualizados?

3
2

→ Los planes de mto son usados para creación de ppto, forecast, budget?
(Solicite evidencia)

si	no
	X

Total = 23
Posible = 43

53%

Revisar los sistemas de mantenimiento. Compare con los estándares dentro del sitio.

Calificar el mantenimiento

→ Existe evidencia o reuniones para la creación de nuevos Planes?

si	no
X	

Total = 4
Posible = 4

100%

Recomendaciones y próximos acciones

Discuta todos los descubrimientos, asuntos y recomendaciones encontradas durante la revisión.

Instalación 75%
Uso 57%

% Total bloque = 66%

Revisión y comunicación del Mito

Existe planificación para las actividades de mito?	Si es SI, continúe...	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Existe una planificación maestra de mito?		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Existe una planificación semanal de mito?		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
Hay una reunión formal de mito semanal donde mito y operaciones discuten y se comprometen con los trabajos planeados.		<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
La planificación, es usada para hacer proyecciones de gastos?		<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
	Total =	14 (60%)
	Possible =	30

Revisar si la planificación de mantenimiento semanal es generada a partir de la planificación maestra. (Compara algunos copios de la planificación semanal y compare con la planificación maestra)	# de planes semanales revisado # de planes que coinciden con el planificación maestra	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 2
Revisar si la planificación maestra está actualizada y vigente? (Revisa cada planificación maestra de cada departamento/áreas)	# de planes revisados? # de planes vigentes y actualizados?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 3
La planificación está basada en la criticidad de los equipos y prioridad de los órdenes?		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> X
La planificación maestra es revisada por el personal conciernte? (Pregunte desde es discutido y después revise el nivel de entendimiento)	# reuniones de discusión observadas Cuantas veces el planificación maestra fue revisado?	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 2
Revisar si existe un reporte de trabajos atrasados (Backlog) generado desde la planificación maestra.	Cuántos departamentos revisó? Cuantos tienen reporte de trabajos atrasados?	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 0
Revisar si la planeación semanal es revisada durante la reunión semanal de mito.	Cuántas personas entrevistó? Cuantos conocen la planificación?	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
Revisar si los trabajos de la semana son planeados (Por ejemplo: Revisa todos los OT para una semana y después compare con los OT planeados.)	Cuántas actividades revisó? Cuantos estaban planeados?	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 2
La planificación semanal es comunicada a los ejecutores	Cuántas personas entrevistó? Cuantos conocen la planificación?	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 2
Revisar si existe un reporte de trabajos pendientes (Overdue) generado desde la planificación maestra.	En cuantos departamentos/etc revisó? Cuantos tienen reporte de pendientes?	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1
La planeación de costos es usada para:	Fabricación Distribución	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Los paros menores son planeados? (Para mayor hacer referencia a alto costo y alto tiempo)		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> X
Los trabajos atrasados son reprogramados? (Si el plan es usado los trabajos pendientes deben ser reprogramados)	Cuántas actividades revisó? Cuantos fueron reprogramados?	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 2
	Total =	15 (50%)
	Possible =	30

Revisar si la siguiente información está contenida en la planificación maestra. (Revisa el planificación maestra y compare los campos con el siguiente estándar.)	Coloque una X en los campos incluidos en el planificación maestra. Incluye todos los tipos de mitos (Conectivo, preventivo, predictivo, etc) # de OT asignadas a cada trabajo equipo prioridad descripción del trabajo puesto de trabajo ejecutor fecha planeada tiempo de paro del equipo	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Revisar si la siguiente información está contenida en la planificación semanal. (Revisa el planificación maestra y compare los campos con el siguiente estándar.)	Coloque una X en los campos incluidos en el planificación maestra. Incluye todos los tipos de mitos (Conectivo, preventivo, predictivo, etc) # de OT asignadas a cada trabajo equipo prioridad descripción del trabajo puesto de trabajo ejecutor fecha planeada tiempo de paro del equipo	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	Total =	4 (13%)
	Possible =	30

Revisar si el personal conciernte entiende o están concierntes del planificación maestra y semanal en sus áreas.	# de personas con las que habló del planificación maestra Cuantos entienden su uso?	<input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 1
Revisar si el plan semanal ha sido comunicado a los técnicos. (Hable con algunos técnicos para ver si entienden cuales son las actividades de la semana.)	Con cuantas personas habló? Cuantos estaban concierntes de las actividades planeadas para la semana.	<input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2
La prioridad de los trabajos y actividades planeadas son discutidas en la reunión semanal de planeación de mito? (Hable a una reunión de planeación de mito semanal para observar el flujo de la reunión y las discusiones.)	# de reuniones a las que asistió # de veces que las prioridades fueron discutidas.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Revisar si el tiempo de paro de los equipos es discutido y acordado durante la reunión de planeación semanal de mito.	# de reuniones a las que asistió Cuantos veces el tiempo de paro fue discutido?	<input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2
	Total =	13 (43%)
	Possible =	30

Discuta todos los descubrimientos, asuntos y recomendaciones encontradas durante la revisión.

% Total Score =

Instalación: Use:

ANEXO D



Holcim

EJEMPLO FICHA TECNICA DE INDICADORES

AREA Mantenimiento equipo móvil
REGIONAL Bogotá

NOMBRE DEL INDICADOR Disponibilidad	UNIDAD DE MEDIDA Porcentual (%)
---	---

OBJETIVO DEL INDICADOR

Medir la eficiencia de las tareas de coordinación, ejecución y control del mantenimiento a fin de disminuir su impacto sobre la operación. Cuantificar la probabilidad de que un equipo se encuentre en condiciones de operar en cualquier instante en el que se requiera

VARIABLES QUE INTERVIENEN

Total de horas de paro por mantenimiento contempla actividades programadas y no programadas (Hm)
Número de equipos operativos (Ne)

INFORMACION (DONDE Y COMO OBTENERLO)

Verificar con operaciones el número de equipos operativos para el período de tiempo a analizar. Generar listado de órdenes por transacción IW38 (SAP-PM) y desglosar operaciones de las órdenes seleccionadas. Incluir en el reporte tiempo real de ejecución de cada operación y sumar el de todas las operaciones

<p style="text-align: center;">RELACION MATEMATICA</p> $D = \frac{Ha - \sum Hm}{Ha}$	<p>DESCRIPCION</p> <p>D: Disponibilidad por mantenimiento Ha: Tiempo analizado, el cual es igual al número de equipos operativos multiplicado por el número de horas requeridas, es decir 24 horas al día por el número de días a evaluar Hm: Sumatoria de las horas empleadas para mantenimiento en el período analizado</p>
---	--

META E INTERPRETACION DEL RESULTADO

Meta: Igual o mayor al 90%

Una baja disponibilidad puede ser el resultado de:

Alta rata de fallas

Coordinación inadecuada para paros programados de mantenimiento

Incumplimiento en los tiempos de entrega de equipos

Baja mantenibilidad reflejada en un tiempo medio para reparación alto

Decremento en el número equipos operativos e incremento o conservación de la rata de fallas

Programación de paros mayores u overhauls

Error en la notificación de las operaciones en SAP



EJEMPLO FICHA TECNICA DE INDICADORES

AREA Mantenimiento equipo móvil
REGIONAL Bogotá

NOMBRE DEL INDICADOR Tiempo medio para reparación (MTTR)	UNIDAD DE MEDIDA Horas (h)
--	--------------------------------------

OBJETIVO DEL INDICADOR

Medir la eficiencia en la ejecución de las diferentes labores de mantenimiento a fin de optimizar los recursos y mejorar la disponibilidad de los equipos

VARIABLES QUE INTERVIENEN

Horas empleadas para la ejecución de las diferentes labores de mantenimiento
Número total de operaciones de mantenimiento para el período analizado (Ot)

INFORMACION (DONDE Y COMO OBTENERLO)

Generar listado de órdenes por transacción IW38 (SAP-PM) y desglosar operaciones . Incluir en el reporte tiempo real de ejecución de cada operación y sumar el de todas las operaciones. Contar el número de operaciones generadas para el mismo periodo de tiempo y determinar la relación. Calcular el número de horas que se emplearían para los mismos mantenimientos según el tempario del proveedor, con el fin de establecer si se cumple la meta o no

RELACION MATEMATICA $MTTR = \frac{\sum H_m}{\sum O_T}$	DESCRIPCION MTTR: Tiempo medio para reparación Hm: Sumatoria de las horas empleadas para mantenimiento en el periodo analizado Ot: Operaciones generadas para el periodo analizado
--	--

META E INTERPRETACION DEL RESULTADO

Meta: Inicialmente que el tiempo empleado para las reparaciones sea igual o menor al especificado en el tempario del proveedor para cada actividad

Un alto tiempo medio para reparación puede ser resultado de:

Baja disponibilidad de repuestos y recursos por parte del proveedor

Programación de paros mayores u overhauls

Baja mantenibilidad

Equipos en mala condición de orden y aseo, lo cual demora la ejecución de las actividades de mantenimiento

Error en la notificación de la operaciones en SAP-PM