



**CREACION DE MODELO DE GESTION DE MANTENIMIENTO EN
PLATAFORMA ACCESS PARA AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.**

**LUIS EDUARDO ORTIZ FORERO
OSCAR JULIAN CAMARGO ARIAS**

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

2010



**CREACION DE MODELO DE GESTION DE MANTENIMIENTO EN
PLATAFORMA ACCESS PARA AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.**

**LUIS EDUARDO ORTIZ FORERO
OSCAR JULIAN CAMARGO ARIAS**

DIRECTOR DE PROYECTO

JAVIER ROCHA

INGENIERO CIVIL

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

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

2010



AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A, por habernos brindado la oportunidad de enfocar nuestros conocimientos con el desarrollo de este proyecto y hacerlo ver como una herramienta tecnológica para el bienestar de nosotros como profesionales y el de la empresa al ser implementado, dándonos la oportunidad de conocer y aplicar nuestras ideas a este tipo de negocios.



A mi papá, mi mamá y mi hermana por su constante apoyo y aliento al momento de desarrollar nuevos proyectos e ideas, y a Dianita, mi novia y futura esposa, por su apoyo y comprensión.

LUIS EDUARDO ORTIZ FORERO



Le agradezco a mi Dios, que es el que me ha dado la oportunidad de ser quien soy, a mi hija por estar siempre a mi lado apoyándome, también a mi padre por ser ese maestro de buenos valores y a mi hermano por ser lo que es, un gran amigo en la buenas y en las malas.

OSCAR JULIAN CAMARGO ARIAS

CONTENIDO

INTRODUCCION	19
1. RESEÑA HISTORICA AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A	21
1.1 VISION	22
1.2 MISION.....	22
1.3 NUESTROS VALORES.....	23
1.4 NUESTRO PRINCIPIOS	23
1.4 PRODUCTOS	24
1.4.1 Mezcla asfáltica en frío.....	24
1.4.2 Mezcla asfáltica en caliente.....	24
1.4.3 Asfaltos modificados	24
1.4.4 Emulsiones asfálticas	25
1.4.5 Agregados	25
2. GESTION DE MANTENIMIENTO.....	26
3.CMMS.....	29
3.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	32
3.1.1 tipos de mantenimiento correctivo.....	33
3.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	34
3.2.1Definición	34
3.2.2 Alcance	35
3.2.3 Beneficios del mantenimiento preventivo	37

3.2.4 Costos del mantenimiento preventivo	38
3.2.5 Alternativas.....	41
3.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	42
3.3.1 Organización para el mantenimiento predictivo	43
3.3.2 Metodología de las inspecciones.....	44
4. CONFIABILIDAD, DISPONIBILIDAD, MANTENIBILIDAD	46
4.1 CONFIABILIDAD	47
4.1.1 El costo de la confiabilidad en el mantenimiento	48
4.2 DISPONIBILIDAD.....	50
4.2.1 El mantenimiento como focalizador de la disponibilidad.	52
4.3 MANTENIBILIDAD	52
5. ANALISIS CAUSA RAIZ	56
5.1 PRINCIPIOS ANALISIS CAUSA RAIZ.....	60
6. ERP	62
6.1 BENEFICIO DE IMPACTOS.....	65
7. PHP	69
8. INDICADORES DE GESTION	72
9. MICROSOFT ACCESS.....	75
9.1 DESCRIPCION DE ACCESS.....	76
10. CREACION DEL MODELO.....	78
10.1 OBJETIVOS DEL MODELO	79
10.2 CREACION DEL ARBOL DE EQUIPOS DE LA COMPAÑÍA	80
10.2.1 Buldócer.....	80
10.2.2 Cargadores	81

10.2.3 Equipos de trituración.....	81
10.2.4 Martillos hidráulicos	82
10.2.5 Retroexcavadoras	82
10.2.6 Retro cargadores	83
10.2.7 Volquetas fuera de carretera.....	83
10.2.8 Zarandas	84
10.2.9 Apisonador vertical	84
10.2.10 Compactadores	85
10.2.11 Compresores	85
10.2.12 Equipos de iluminación	85
10.2.13 Finisher	86
10.2.14 Fresadoras.....	86
10.2.15 Mini Cargadores.....	87
10.2.16 Motoniveladoras.....	87
10.2.17 Retro Cargadores	88
10.2.18 Retroexcavadoras.....	88
10.2.19 Camabajas.....	88
10.2.20 Camionetas.....	89
10.2.21 Tractocamiones.....	89
10.2.22 Volquetas	90
10.3 EQUIPO DE TRABAJO	90
10.4 DISEÑO DEL MODELO EN LA PLATAFORMA ACCESS.....	92
10.4.1 Página inicial.....	92
10.4.2 Catálogo de equipos.....	93

10.4.3 Catálogo de localización de los equipos	95
10.4.4 Rutinas de mantenimiento	96
10.4.5 Programación de los mantenimientos rutinarios	97
10.4.6 Ordenes de trabajo de mantenimiento	98
10.4.7 Solicitudes de mantenimiento	98
10.4.8 Información operadores	99
10.4.9 Información traslados de los equipos	100
10.4.10 Información sobre la disponibilidad calculada día a día	101
10.4.11 Información sobre la confiabilidad de las máquinas.....	101
10.4.12 Información sobre la facturación interna de los equipos	103
10.4.13 Informes.....	103
10.4.14 ANALISIS DE RESULTADOS	107
11 CONCLUSIONES	113
12 BIBLIOGRAFIA	115
ANEXO A. Manual de usuarios para el programa solimante	116

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1. Curva típica que resulta de graficar la variable (vibración) contra el tiempo.	43
Ilustración 2. Origen de la confiabilidad de componentes.	48
Ilustración 3. El origen de las fallas.	50
Ilustración 4. Figura base del análisis causa raíz.	58
Ilustración 5. Esquema del funcionamiento de las páginas PHP.	69
Ilustración 6. Buldócer bli01.	80
Ilustración 7. Cargador cg01.	81
Ilustración 8. Trituradora primaria utp01.	81
Ilustración 9. Martillo hidráulico mh02.	82
Ilustración 10. Retroexcavadora rt04.	82
Ilustración 11. Retro cargador rc03.	83
Ilustración 12. Volqueta rígida vd02.	83
Ilustración 13. Zaranda móvil zm01.	84
Ilustración 14. Apisonador vertical.	84
Ilustración 15. Compactadores.	85
Ilustración 16. compresor.	85
Ilustración 17. Sistemas de iluminación.	85
Ilustración 18. Máquina Finisher.	86
Ilustración 19. Fresadora.	86
Ilustración 20. Mini Cargador.	87
Ilustración 21. Motoniveladora.	87
Ilustración 22. Retro Cargador.	88
Ilustración 23. Retroexcavadora rt06.	88

Ilustración 24. Camabaja	88
Ilustración 25. Camioneta	89
Ilustración 26. Tracto camión	89
Ilustración 27. Volqueta Daewoo	90
Ilustración 28. Página inicial de entrada al modelo	93
Ilustración 29. Vista hojas de maquinaria.....	93
Ilustración 30. Panorámica de la máquina	94
Ilustración 31. Hoja de consumibles de la máquina	94
Ilustración 32. Hoja de consumibles de la máquina	95
Ilustración 33. Cuadro de rutinas de mantenimiento	96
Ilustración 34. Cuadro trabajos rutinarios.....	97
Ilustración 35. Cuadro de órdenes de trabajo.....	98
Ilustración 36. Cuadro solicitudes de mantenimiento	99
Ilustración 37. Cuadro de información de los operadores	100
Ilustración 38. Cuadro de traslados de equipos	100
Ilustración 39. Cuadro de disponibilidad.....	101
Ilustración 40. Cuadro información confiabilidad	102
Ilustración 41. Cuadro facturación equipos.....	103
Ilustración 42. Cuadro de informe operador máquina	104
Ilustración 43. Cuadro de facturación interna	104
Ilustración 44. Cuadro de avance de solicitudes.....	105
Ilustración 45. Cuadro de comparación de horas de trabajo contra horas trabajadas por el operador y su respectiva gráfica de evolución.	106
Ilustración 46. Cuadro de disponibilidad de la máquina.....	107
Ilustración 47. Cuadro de disponibilidad equipo menor	108



Ilustración 48. Cuadro disponibilidad equipo en obra ccfc.	108
Ilustración 49. Diagrama de porcentajes de comparación.....	109
Ilustración 50. Diagrama de porcentajes basado en diagrama causa raíz	110
Ilustración 51. Diagrama de tiempo perdido contra la disponibilidad de las máquinas	110

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos de algunos sistemas y enfoque de los indicadores	51
Tabla 2. Tiempos transcurridos desde la falla de un equipo y su puesta en marcha	54



ANEXOS

ANEXO A. Manual de usuarios para el programa Solimante	116
--	-----



RESUMEN

TITULO: CREACION DE MODELO DE GESTION DE MANTENIMIENTO EN PLATAFORMA ACCESS PARA AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.*

AUTORES: LUIS EDUARDO ORTIZ FORERO, OSCAR JULIAN CAMARGO ARIAS**

PALABRAS CLAVES: gestión de mantenimiento, acces, mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo.

DESCRIPCION

El objetivo principal del trabajo es la creación de un modelo de gestión de mantenimiento en plataforma ACCESS para AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A. con el fin de medir y gerenciar toda la maquinaria buscando mayor disponibilidad en todos sus equipos.

Por lo anterior, se comenzó con la estrategia de creación del modelo de gestión como idea inicial la cual se expuso ante la gerencia general buscando organizar el departamento de mantenimiento; la idea fue bien vista pero teniendo en cuenta los problemas en la implementación del E.R.P y de los problemas encontrados en las interfaces para los diferentes software como básculas de pesajes. También se planteó la inquietud sobre el tiempo de implementación de un CMMS el cual en ninguno de los proponentes del mercado era menor de 3 meses y teniendo en cuenta que las interventoras de las diferentes obras necesitaban hacer trazabilidad de los mantenimientos en el corto plazo y que muchas de las necesidades de la empresa no estaban contemplados en estos programas ,se propuso una implementar una plataforma ya conocida como es ACCESS y dada su necesidad fue la mejor arma para desarrollar todo lo necesario para controlar administrar todas las máquinas móviles y estáticas que existen en AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.

Aguilar, después de haber efectuado las pruebas pertinentes dio vía libre a la implementación del modelo, el cual está siendo administrado por la Sub gerencia de mantenimiento que ha establecido objetivos para el próximo año en cuanto a la gestión de todos los activos de la compañía.

*monografía

**facultad de ingenierías Físico Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.

Director de Proyecto, Ing. Javier Rocha



SUMMARY

TITLE: BUILDING MAINTENANCE MANAGEMENT MODEL FOR ACCESS DECK IN AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A.

AUTHORS: EDUARDO ORTIZ LUIS FORERO, JULIAN OSCAR ARIAS CAMARGO **

KEY WORDS: maintenance management, shortcuts, corrective maintenance, preventive maintenance, predictive maintenance.

DESCRIPTION

The main objective of this work is the creation of a maintenance management model for AGUILAR ACCESS platform CONSTRUCCIONES SA to measure and manage all machinery seeking greater availability across all your computers.

Because of this strategy began with the creation of the management model in which initial idea was presented to general manager looking to organize the maintenance department, the idea was well regarded but considering the problems in the implementation of ERP and problems encountered at the interfaces for different software such as weighbridges, also raised concerns about the time of implementing a CMMS which none of the proponents of the market was less than three months and taking account of the intervening the various works needed to make traceability of maintenance in the short term and that many of the needs of the company were not covered in these programs, an idea was to implement a platform and is known as ACCESS and which before the necessity was best weapon to develop everything you need to control management of all mobile and stationary machines that are in AGUILAR CONSTRUCCIONES SA

Aguilar now after having made the relevant tests cleared the way for the implementation of the model which is being administered by the sub maintenance and management which have already set targets for next year as wing managing all assets company.

* Monograph

** School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization.

Direct Proyect, Ing. Javier Rocha.

INTRODUCCION

En Colombia actualmente se está viviendo un desarrollo en la estructura vial muy grande y AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A, viendo esta situación, ha invertido en su infraestructura tanto humana, como física. Todo esto enfocado en el fortalecimiento de la compañía y en la búsqueda de nuevos negocios, basándose en objetivos muy claros de rentabilidad y crecimiento ordenado.

Viendo esto, la subgerencia de mantenimiento ha trazado metas y objetivos muy claros. Hay que controlar y medir qué se está haciendo, y cómo se está haciendo; de ahí nace la implementación de un modelo de gestión de mantenimiento dentro de Aguilar.

Aguilar es una empresa que ha crecido en los últimos años, al ver este crecimiento la gerencia comenzó a preocuparse por la gestión de sus activos y de cómo sería la manera más económicamente viable para implementar un modelo capaz de hacer esta tarea. Tarea nada fácil por cierto, si se miran la cifras de crecimiento de la compañía en cuyo último período gravable dobló sus activos y fortaleció su organización en la parte humana.

Al evidenciar la necesidad, la gerencia planteó un proyecto de creación de un modelo que fuera económico, fácil de implementar y que no llevara mucho tiempo su creación, logro que se alcanzó y que se evidencia en este trabajo.

Algo que es fundamental dentro de cada modelo es la recolección de información para armar correctamente la estructura vital del mismo; de ahí se partió para el desarrollo general del proyecto. Lo que se busca con el modelo es gestionar los activos de Aguilar; lo primero que se efectuó fue la creación de un árbol de equipos el cual es la columna vertebral de todo y de ahí saldrá la información necesaria para comenzar a evaluar los problemas y las posibles soluciones.

En la búsqueda de una buena gestión, se basó la creación de las pantallas de recolección de datos dentro de Access, el diseño implementado es fácil, práctico y cómodo para cualquier persona, sin importar su nivel educativo, esto con el fin de ampliar el concepto de recolección de información, el cual debe ser tan flexible que cualquier persona de la compañía pueda informar o evidenciar una falencia dentro de la gestión de los equipos de Aguilar.

El concepto del modelo es hacer gestión, con buena información, en un tiempo corto, y que sea económicamente viable, lo cual se logró y que claramente se evidencia al ver el desarrollo de esta monografía.

1. RESEÑA HISTORICA AGUILAR CONSTRUCCIONES S.A



Aguilar construcciones es una empresa con más de 30 años de experiencia y líder en todas las áreas de construcción. Además de ser una excelente fuente de agregados para todo tipo de construcción y obras civiles, es una empresa pionera en el país en el desarrollo de tecnologías como la modificación de asfaltos y el reciclaje en frío de pavimentos existentes con cemento y emulsión.

Todos nuestros productos cumplen con los estándares de calidad exigidos , lo cual se establece a través de ensayos de laboratorio en nuestras instalaciones y en instituciones externas de alta credibilidad, para cada lote de producto.

Contamos con el personal altamente calificado que brinda asesoría personalizada durante los diferentes procesos de comercialización, suministro, entrega, instalación y empleo, y servicio de post venta.



1.1 VISION

Ser reconocida en el mercado como una empresa líder en la construcción de infraestructura y suministro de productos de la construcción, que nos permitan desarrollar nuestro objeto social planteando un crecimiento económico de cuatro veces sus utilidades presentadas en los cinco años pasados, posicionándose en el sector minero, concesionario, proveedor de materiales de construcción, mezclas asfálticas y emulsiones, como una empresa económicamente sólida, lo cual la lleva a mejorar la prestación de sus servicios cada día, dando respuesta a las necesidades de infraestructura al servicio de la movilidad, con ayuda de factores como su recurso humano calificado, tecnología de punta y siempre en aras de cumplir con los estándares más altos de calidad.

1.2 MISION

Nuestra misión es ser una empresa constructora de referencia en el ámbito de las infraestructuras vial, ofreciendo obras y productos de excelente calidad en el plazo acordado, implementando nuevas tecnologías y participando en el desarrollo de la investigación de materiales y suelos, para mejorar continuamente en beneficio de la sociedad, a través del trabajo en equipo, el respeto, honestidad, comportamiento ético, responsabilidad social, servicio al cliente y eficiencia, minimizando las alteraciones ambientales, conservando y mejorando el ecosistema.

1.3 NUESTROS VALORES

- Nuestros valores humanos básicos están constituidos por el trabajo en equipo, el respeto hacia los demás, honestidad, responsabilidad y el comportamiento ético e integral en todo momento.
- Nuestros esfuerzos se encaminan a la ejecución de obras y productos de excelente calidad a través del mejoramiento continuo y entregas oportunas.
- Creer en la gente y ayudar al crecimiento y desarrollo del país en el que trabajamos.

1.4 NUESTRO PRINCIPIOS

- La calidad de nuestras obras, productos y servicios es nuestra mayor prioridad.
- Nuestro trabajo se hace pensando en la satisfacción del cliente, aceptando los retos de las nuevas tecnologías para mejorar nuestra competitividad.
- Como equipo de trabajo nos tratamos con respeto y confianza, buscando la participación activa de todos los empleados.
- La empresa mantiene relaciones mutuamente beneficiosas en el marco de la equidad con los proveedores, subsidiarias y clientes.

- La dirección de la empresa se enfoca en la responsabilidad social, guiada hacia el respeto, la integridad y el beneficio de la sociedad.

1.4 PRODUCTOS

1.4.1 Mezcla asfáltica en frío

Gracias a nuestra avanzada tecnología en emulsiones asfálticas, estamos en condiciones de ofrecer mezclas asfálticas en frío, las cuales simplifican y optimizan la aplicación de pavimentos asfálticos en obras de pequeñas y o reparaciones.

1.4.2 Mezcla asfáltica en caliente

En nuestra planta de producción de 140 toneladas por hora, fabricamos mezcla asfáltica que cumple con todos los estándares nacionales de calidad, nuestras mezclas con tradicionales y modificadas.

1.4.3 Asfaltos modificados

Estos corresponden a los cementos asfálticos comunes, adicionados con polímeros, lo cual mejora ampliamente las características principales de las mezclas, tales como: mayor resistencia a la fatiga, a los agentes atmosféricos y al ahuellamiento.

Nuestros asfaltos modificados han sido empleados tanto en vías de bajo tráfico como en vías concesionadas con excelentes resultados.

1.4.4 Emulsiones asfálticas

Sellantes asfálticos para tratamientos de fisuras en pavimentos.

Con el objetivo de evitar el ingreso de agua a las capas de los pavimentos a través de fisuras y prolongar la vida útil de los mismos, se desarrolló nuestro sellante asfáltico, el cual cuenta con características como buena estabilidad a temperaturas extremas, óptimos niveles de adherencia, fácil manejo con máquinas o de forma manual.

1.4.5 Agregados



La calidad de nuestros agregados de nuestra cantera salitre blanco es por la cual se mide el mercado. Contamos con la más alta tecnología europea para nuestros procesos de trituración, de los cuales se derivan productos como bases, sub bases, arena de trituración, y gravillas de 1 ½", 1", ¾", ½".

2. GESTION DE MANTENIMIENTO

La época actual, debido a las consideraciones demandadas por el mercado, se encuentra en un estado de transición en la que la Excelencia es considerada parte del producto, por ello sería inconcebible que el Mantenimiento, siendo función importante de apoyo a la Producción, y por ende parte de la Organización Empresarial, no la tuviera.

Eventualmente, las Empresas tienen latente el reto de cómo mejorar sus actividades de Gestión del Mantenimiento para ser más sostenibles. Es importante recordar que la sostenibilidad incorpora dos factores: el ambiente y la subsistencia de la Organización, aunado al indisociable compromiso social.

El Mantenimiento como estructura de apoyo, es un centro de costos a efectos de los intereses de la Empresa. Ciertamente, como un costo sólo se justifica si “perfecciona” el Negocio a través de la mejora de las condiciones de productividad, mediante la capacidad continua de adaptación, desarrollo y conservación (independiente de sus funciones particulares). Para ello, se debe enfocar adecuadamente la visión y la misión mediante la definición clara de políticas, objetivos, valores, entre otros. Es un hecho que, en los escenarios de hoy, las Empresas se juegan su capacidad competitiva por la cantidad y calidad de los recursos que se comprometen en el área de Mantenimiento, debido a la capacidad de ésta para generar beneficios a su más inmediato grupo de interés como es, el área de Producción. La principal ventaja que ofrece el Mantenimiento,

reside en la consecución de que los “Sistemas Productivos” (SP) continúen desempeñando las funciones deseadas y de esta forma contribuir a conservar las actividades productivas, de las cuáles la empresa obtiene las utilidades económicas (produciendo su sostenibilidad en un Negocio particular). Aunado a ello, se encuentran las ventajas de obtener mayor utilidad económica para la empresa, al disminuir los costos de mantenimiento por pérdidas (sobre mantenimiento, indisponibilidad de los SP, entre otros), con lo cual se podría aumentar el margen potencial de ganancias, al sostener la influencia del costo del mantenimiento, en el costo final del producto, dentro del rango del 5 al 12%. Por lo tanto, es necesario gestionar correctamente las necesidades y/o prioridades de la función de Mantenimiento, para lograr los efectos adecuados, a través de la mejora en cuanto a eficacia y eficiencia de procesos para alcanzar la Excelencia Operativa, cuyo fundamento básico es ofrecer servicios a un precio competitivo mediante el equilibrio entre la calidad y la funcionalidad, siendo la idea principal brindar el Mejor Costo Total.

Es importante recordar, que las funciones del mantenimiento cubren dos dimensiones: la primera está formada por las funciones primarias que son las que justifican el sistema de mantenimiento implementado en una empresa, como un conjunto de elementos que generan valor, claramente definido por el objetivo de asegurar la disponibilidad planteada de los SP al menor costo posible, dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes y de las normas de seguridad, para salvaguardar a la empresa de los fallos y sus consecuencias en la producción, contribuyendo también a la eficacia económica dentro de su función productiva. En segundo lugar, se encuentran las funciones secundarias como consecuencia de las características particulares de cada empresa, que demandan acciones prioritarias en distintas áreas como los inventarios de materiales y de medios específicos para el desarrollo de los trabajos como las herramientas, instrumentos de medida, entre otros. Además, de la capacitación de recursos

humanos y el desarrollo de los programas de mantenimiento, con el fin de reducir las restricciones que optimizan la Gestión.

Lo anterior da lugar a establecer la Gestión del Mantenimiento como parámetro de referencia para evaluar, a través, de la supervisión de: la planificación, ejecución y control, el conjunto de actividades propias de la función, que permiten el uso efectivo y eficaz de los recursos con que cuenta la Organización, para alcanzar los objetivos que satisfacen los requerimientos de los diferentes grupos de interés, cuyo objetivo básico consiste en incrementar la disponibilidad de los SP (activos), partiendo de la ejecución de los mismos, mediante las mejoras incrementales a bajo costo, para ser competitivo, logrando que funcionen de forma eficiente y confiable dentro de un contexto de operación. Es por ello, que al combatir el estigma asociado al riesgo que se toma, y el potencial fracaso, las Empresas pueden abrir la mente a la idea de ver en el mantenimiento una oportunidad de mejorar y no un costo más que perjudica la rentabilidad. Por eso, se plantea como un recurso importante de la Organización de las Empresas entender y comprender la Gestión del Mantenimiento para lograr un alto desempeño que se enfoque a la Excelencia.

En este sentido, la Gestión del Mantenimiento se orienta a la búsqueda de metas comunes que deben ser desarrolladas y entendidas con el fin de reducir las restricciones, cuya consecución será el éxito de la Empresa, y por ende del Negocio. Hoy, esta meta común, se basa en la existencia de la conformidad de la calidad de los procesos y la aceptación de los resultados obtenidos, todo bajo el concepto de la Excelencia en la Organización.¹

¹ BECERRA Fabiana. Gestión del mantenimiento, Cali, 2009.

3.CMMS

Sistema de gerencia automatizado del mantenimiento (CMMS) también se conoce como Gerencia de activo de la empresa.

Un paquete de software de CMMS mantiene sistematizada una base de datos de la información sobre las operaciones del mantenimiento de una organización. Esta información esta concebida como una herramienta para ayudar a trabajadores del mantenimiento a hacer sus trabajos con mas eficacia (por ejemplo, determinación qué storerooms contienen las piezas de repuesto que necesitan) y para ayudar a gerencia a tomar decisiones fundamentadas (por ejemplo, calculando el costo de mantenimiento para cada equipo usado por la organización, conduciendo, posiblemente, para mejorar la asignación de recursos). La información puede también ser útil para los terceros; si, por ejemplo, una organización está implicada en un caso de la responsabilidad, la información de una base de datos de CMMS puede servir como evidencia de que se ha realizado el mantenimiento apropiado de seguridad.

Los paquetes de CMMS se pueden utilizar por cualquier organización que deba realizar mantenimiento en los equipos. Los productos de algunos de CMMS se centran en sectores industriales particulares (e.g. el mantenimiento de las flotas del vehículo o de las instalaciones del cuidado médico). La otra parte de los productos tienden a ser más generales. Para identificar a los vendedores de CMMS, se debe buscar CMMS usando cualquier Search Engine del Internet.

Diversos paquetes de CMMS ofrecen una amplia gama de capacidades y cubren una gama correspondientemente amplia de precios. Algunos paquetes típicos de CMMS muestran todo lo siguiente:

Órdenes de trabajo: Trabajos del Scheduling, asignando a personal, reservando los materiales, los costos de registro, y siguiendo la información relevante tal como la causa del problema (si existe), del tiempo muerto implicado (si existe), y las recomendaciones para la acción futura.

Mantenimiento preventivo (P.M.): Son inspecciones y trabajos del P.M., incluyendo instrucciones o listas de comprobación paso a paso, listas de los materiales requeridos, y otros detalles pertinentes. Típicamente, el CMMS programa los trabajos del P.M. basado automáticamente en horario y/o lecturas de horómetros. Diversos paquetes de software utilizan diversas técnicas para divulgar cuándo un trabajo debe ser realizado.

Gerencia de activo: Los datos de la grabación sobre el equipo y la características incluyendo especificaciones, información de la garantía, contratos de servicio, piezas de repuesto, fecha de la compra, curso de vida, y todo lo demás que pueda ser de ayuda a los trabajadores de la gerencia o del mantenimiento.

Control de inventario: La gerencia de partes de repuesto, de herramientas, y de otros materiales incluyendo la reservación de los materiales para los trabajos particulares, registrando donde los materiales se almacenan, determinándose cuanto más materiales deben ser comprados, siguiendo el envío, y tomando inventario.

Seguridad: La gerencia y la otra documentación requerida para el proceso de los requisitos de seguridad. Estos requisitos de seguridad pueden incluir cierre-tagout, espacio confinado, exclusión del material extranjero (FME), seguridad eléctrica, y otros.

Los paquetes de CMMS pueden elaborar los informes y los documentos que dan los detalles o los resúmenes de las actividades del mantenimiento. Cuanto mas sofisticado el paquete, más las instalaciones del análisis son disponibles.

Muchos paquetes de CMMS pueden ser basados, significando ello que son recibidos por la compañía que vende el producto, en un servidor exterior; o el LAN basado, es decir que la compañía que compra el software recibe el producto en su propio servidor.

Los paquetes de CMMS se relacionan de cerca con los paquetes de sistema de gerencia de facilidad (también llamados software de la gerencia de facilidad). Para los propósitos de muchas organizaciones, los dos son permutables.²

²CHRISTENSEN, Claudio Hector y MARUZZI, Dario: consideraciones sobre CMMS. Revista número dos. Argentina. 2000.

3.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Se entiende por mantenimiento correctivo la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obligó a detener la instalación o máquina afectada por el fallo. Históricamente, el mantenimiento nace como servicio a la producción. Lo que se denomina Primera Generación del Mantenimiento cubre el período que se extiende desde el inicio de la revolución industrial hasta la Primera Guerra Mundial. En estos días la industria no estaba altamente mecanizada, por lo que el tiempo de paro de máquina 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 mayoría de los equipos eran simples, y una gran cantidad estaba sobredimensionada. Esto hacía que fueran fiables y fáciles de reparar. Como resultado no había necesidad de un mantenimiento sistematizado más allá de limpieza y lubricación, y por ello la base del mantenimiento era puramente correctiva. Las posteriores generaciones del mantenimiento trajeron el preventivo sistemático, el predictivo, el proactivo, el mantenimiento basado en fiabilidad, etc. Y aún así, una buena parte de las empresas basan su mantenimiento exclusivamente en la reparación de averías que surgen, e incluso algunas importantes empresas sostienen que esta forma de actuar es la más rentable.

En otras muchas, las tareas correctivas suponen un alto porcentaje de su actividad y son muy pocas las empresas que han planteado como objetivo reducir a cero este tipo de tareas (objetivo cero averías) y muchas menos las que lo han conseguido.

3.1.1 tipos de mantenimiento correctivo

Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado. La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción.

La decisión entre corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcarla la importancia del equipo en el sistema productivo: si la avería supone la parada inmediata de un equipo necesario, la reparación comienza sin una planificación previa. Si en cambio, puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aún con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado. La distinción entre correctivo programado y correctivo no programado afecta en primer lugar a la producción. No tiene la misma afcción el plan de producción si la parada es inmediata y sorpresiva que si se tiene cierto tiempo para reaccionar. Por tanto, mientras el correctivo no programado es claramente una situación indeseable desde el punto de vista de la producción, los compromisos con clientes y los ingresos, el correctivo programado es menos agresivo con todos ellos. En segundo lugar, afecta a un indicador llamado 'Fiabilidad'. Este indicador, no incluye las paradas planificadas (en general, las que se pueden programar con más de 48 horas de antelación).³

³ GARCIA GARRIDO, Santiago, Mantenimiento correctivo, organización y gestión de la reparación de averías. Madrid . 2009.

3.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La finalidad del mantenimiento preventivo es: Encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas. El mantenimiento preventivo puede ser definido como una lista completa de actividades, todas ellas realizadas por usuarios, operadores, y el área de mantenimiento. Para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, edificios. Máquinas, equipos, vehículos, etc.

Antes de empezar a mencionar los pasos requeridos para establecer un programa de mantenimiento preventivo, es importante analizar sus componentes para que comencemos con una base de referencia común.

3.2.1 Definición

Como su nombre lo indica el mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive partes.

Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias, calendario o uso del equipo, para realizar cambios de sub-ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambios de aceite y lubricantes, etc., a maquinaria, equipos e instalaciones que se considera importante realizar para evitar fallos.

Es importante trazar la estructura del diseño incluyendo en ello las componentes de conservación, confiabilidad, mantenibilidad, y un plan que fortalezca la

capacidad de gestión de cada uno de los diversos estratos organizativos y empleados sin importar su localización geográfica, ubicando las responsabilidades para asegurar el cumplimiento.

Haciendo uso de los datos, hacemos su planeación esperando con ello evitar los paros y obtener con ello una alta efectividad de la planta. Los conceptos de este mantenimiento se agrupan en dos categorías: PREVENTIVO Y CORRECTIVO.

El mantenimiento preventivo se refiere a las acciones, tales como; Reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc. hechas en períodos de tiempos por calendario o uso de los equipos. (Tiempos dirigidos). El mantenimiento preventivo podrá en un futuro ser potencialmente mejorado por medio de la incorporación de un programa de Mantenimiento Predictivo. Dentro del mantenimiento planeado se contempla el mantenimiento predictivo. El Mantenimiento Correctivo se utilizará como la acción que emana de los programas de mantenimiento preventivo y predictivo (Tiempos dirigidos y Condiciones dirigidas de los equipos).

3.2.2 Alcance

El definir cual será el alcance del programa de mantenimiento puede ser priorizando equipos críticos, o tal vez iniciando por una línea o departamento. En el mejor de los casos sería tomar toda la planta

También se debe considerar el alcance de su proyecto y definir el presupuesto, siendo cuidadoso y teniendo presente que posiblemente requiera autorización de

algún recurso que no se ha considerado. Una buena idea es presupuestar en varias partidas por departamento.

Durante la preparación e implementación de su programa de MP no puede presentar resultados de mejoramiento en la maquinaria y equipo. Esto le llevará algún tiempo teniendo presente que necesitará hacer algunos ajustes. Si cuenta con algún tipo de mantenimiento planeado continúe con hasta terminar sus nuevos programas de preventivo.

Observaciones sobre el alcance del programa de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo puede variar de simples rutas de lubricación o inspección hasta el más complejo sistema de monitoreo en tiempo real de las condiciones de operación de los equipos.

Muchos de los sistemas complejos de monitoreo proporcionan bastante información útil que debe ser considerada en su MP.

Nuestro punto de vista es simple: Un programa de mantenimiento preventivo puede incluir otros sistemas de mantenimiento y pueden ser considerados todos en conjunto como un programa de mantenimiento preventivo.

Dependiendo del tipo de programa que se utilice, se necesita obtener información real del estado de las máquinas, equipos e instalaciones y en algunos casos se requerirá de inversiones para llevarles a condiciones básicas de funcionamiento.

La manera de lograr las autorizaciones de inversión, es indicando las ventajas o beneficios del programa de mantenimiento preventivo.

3.2.3 Beneficios del mantenimiento preventivo

Necesitará proyectar los beneficios del mantenimiento preventivo, siendo los más relevantes los siguientes:

- a) Reduce las fallas y tiempos muertos (incrementa la disponibilidad de equipos e instalaciones). Obviamente, si tiene muchas fallas que atender menos tiempo puede dedicarle al mantenimiento programado y estará utilizando un mantenimiento reactivo mucho más caro por ser un mantenimiento de "apaga fuegos"
- b) Incrementa la vida de los equipos e instalaciones. Si tiene buen cuidado con los equipos puede ayudar a incrementar su vida. Sin embargo, requiere de involucrar a todos en la idea de la prioridad ineludible de realizar y cumplir fielmente con el programa.
- c) Mejora la utilización de los recursos, cuando los trabajos se realizan con calidad y el programa se cumple fielmente. El mantenimiento preventivo incrementa la utilización de maquinaria, equipo e instalaciones, esto tiene una relación directa con: El programa de mantenimiento preventivo que se hace. Lo que se puede hacer, y cómo debe hacerse.
- d) Reduce los niveles del inventario. Al tener un mantenimiento planeado puede reducir los niveles de existencias del almacén.

- e) \$\$\$\$\$ Ahorro \$\$\$\$\$. Un peso ahorrado en mantenimiento son muchos pesos de utilidad para la compañía. Cuando los equipos trabajan más eficientemente el valor del ahorro es muy significativo.

3.2.4 Costos del mantenimiento preventivo

Antes de iniciar el programa de mantenimiento preventivo será necesario que tenga una idea completa de cual será su costo, ya que hay un número de requerimientos a considerar. A continuación le señalamos algunos de estos costos.

- a) Arranque: Siempre existen costos asociados con el arranque de cualquier programa. En el inicio de su programa de mantenimiento preventivo necesitará:
- Tiempo Extra: Muy probablemente se necesitará de este tiempo, considerando que es bastante el trabajo a realizar en relación a: Seleccionar la maquinaria y equipo que será incluido en el programa de mantenimiento preventivo y reunir todos los datos necesarios. (Manual del fabricante y sus recomendaciones, Historiales del equipo, partes, repuestos, refacciones críticas, datos de placa, etc.)

Éste tiempo también debe ser tomado en cuenta para ordenar los datos y hacer los manuales de mantenimiento, así como escribir los procedimientos del mantenimiento preventivo y determinar los valores de la frecuencia y uso que utilizará en el disparo de las órdenes de trabajo.

- Tiempo de ayudantes: Una vez que ha seleccionado el equipo y recolectado toda la información para su programa, se necesita transferir esa información

a su forma final, ya sea en un programa de mantenimiento preventivo manual, o en su sistema computarizado; normalmente este tipo de trabajo es manejado mejor por alguien con experiencia en el área.

Mano de obra. (Técnicos de mantenimiento). Si requiere recabar información de la maquinaria y equipo, como datos de placa, refacciones utilizadas, materiales, y otros, considere la mano de obra para este trabajo.

- b) Almacenes: Dada la importancia que tiene los almacenes y el inventario de refacciones y su relación con el programa de mantenimiento preventivo, se necesita también información al respecto.

En la medida que se incrementa el mantenimiento preventivo se aumentará el número de refacciones que debe almacenar, por lo cual debe asegurarse que sea de acuerdo con los programas de confiabilidad de cada equipo y su refacciones críticas.

Necesitará también de información acerca de proveedores, tiempos de entrega, costos, tiempos de tránsito, etc.

Así estará en posición de determinar un adecuado nivel de lubricantes, filtros, sellos, refacciones especiales, refacciones comunes, y otros artículos de almacén normalmente usados durante el mantenimiento preventivo.

También debe determinar las herramientas especiales que se requieren, muchos programas de mantenimiento preventivo se ven afectados por no considerar las herramientas.

Si ha decidido que el análisis de aceite o de algún otro sub-programa especial de mantenimiento predictivo será incluido en su mantenimiento preventivo, necesitará instrumentos especiales y provisiones especiales para esos programas o contratar una firma especializada en el monitoreo de acuerdo con la programación.

Sin embargo, recordaremos que anteriormente señalamos la reducción del inventario como uno de los beneficios a alcanzar. Si su programa de mantenimiento preventivo tiene algún enlace con una base de datos electrónica o bien alguna hoja de cálculo podrá comprometer y adquirir las partes de repuesto con anticipación en los próximos 3 a 6 meses. También es posible dado al conocimiento de las partes comprometidas adquirir las partes a consignación.

De esta manera la inversión de su empresa en inventario de repuestos será baja y en tiempo justo a la necesidad.

Es muy importante tener un sistema de compras técnicas o bien entrenar al comprador o colocar a un ingeniero de mantenimiento en este puesto.

Aquí cabe señalar que muchas órdenes de trabajo del programa de mantenimiento preventivo no se pueden realizar por falta de refacciones, de aquí la importancia de las compras.

El impacto negativo que causa un mal manejo de inventario en el programa de mantenimiento preventivo afecta la efectividad, y promueven las desviaciones de desempeño de equipos y la no calidad, obligando a ser más cuidadoso y recabar la información necesaria.

- c) Entrenamiento: Necesita determinar si se requiere algún tipo de entrenamiento y planear el mismo; al menos necesitará catalogar el tiempo de entrenamiento para familiarizarse con el plan de mantenimiento preventivo.

Es buena idea formar un grupo de trabajo directamente relacionado con el soporte de los programas de mantenimiento preventivo, considerando siempre su cumplimiento o al menos dar entrenamiento a su personal de base, así es que aquí también requiere de capacitación.

Si incluyó otras disciplinas de mantenimiento predictivo en su programa, necesitamos un entrenamiento especial de cómo usarlo, así como programas de control e integración.

- d) Costos: La mayoría de los costos son recurrentes, por ejemplo: Los almacenes deben ser re-aprovisionados, puede necesitar personal adicional y ser entrenado; necesitará herramientas especiales, capacitación constante en el programa, y si empezó con una parte limitada de su operación general, probablemente quiera expandir el programa hasta que se obtenga la totalidad.

3.2.5 Alternativas

En cualquier implementación de un programa específico deben mencionarse alternativas, tales como.

- No hacer nada: Puede decidir que es demasiado difícil, o muy consumista de tiempo y que no vale la pena cambiar después de todo, ninguna elección es digna de hacerse.

- Solo reparar fallas: Puede darle cualquier forma a su programa de mantenimiento y arreglar solamente los equipos cuando fallan o le afectan a su trabajo o la calidad.

- Contratar todos los mantenimientos preventivos: Usted puede decidir que el tiempo, esfuerzos y gastos para establecer un programa de mantenimiento preventivo interno justificará los gastos de contratación por al menos el mantenimiento preventivo para su equipo crítico.

Si opta por esta alternativa, planea un contrato de corto tiempo y si es posible incluya en el contrato requerimientos para construir una librería de mantenimiento preventivo de, equipo / frecuencia / procedimientos de referencia cruzada, así como establecer un programa de entrenamiento para su personal.⁴

3.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

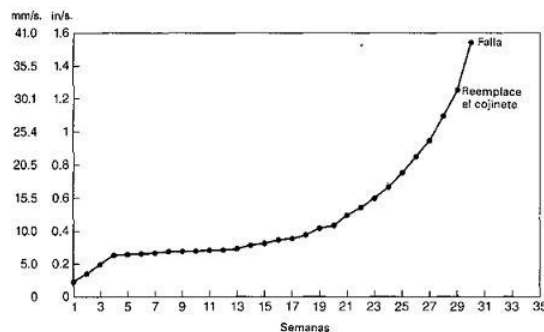
⁴www.mantenimientoplanificado.com

3.3.1 Organización para el mantenimiento predictivo

Esta técnica supone la medición de diversos parámetros que muestren una relación predecible con el ciclo de vida del componente.

El uso del mantenimiento predictivo consiste en establecer, en primer lugar, una perspectiva histórica de la relación entre la variable seleccionada y la vida del componente. Esto se logra mediante la toma de lecturas (por ejemplo la vibración de un cojinete) en intervalos periódicos hasta que el componente falle.

Ilustración 1. Curva típica que resulta de graficar la variable (vibración) contra el tiempo.



Fuente: Los Autores

La figura muestra una línea como la curva lo sugiere, deberán reemplazarse los cojinetes subsecuentes cuando la vibración alcance 1,25 in/seg (31,75 mm/seg). Los fabricantes de instrumentos y software para el mantenimiento predictivo pueden recomendar rangos y valores para reemplazar los componentes de la

mayoría de los equipos, esto hace que el análisis histórico sea innecesario en la mayoría de las aplicaciones.

3.3.2 Metodología de las inspecciones

Una vez determinada la factibilidad y conveniencia de realizar un mantenimiento predictivo a una máquina o unidad, el paso siguiente es determinar la o las variables físicas a controlar que sean indicativas de la condición de la máquina. El objetivo de esta parte es revisar en forma detallada las técnicas comúnmente usadas en el monitoreo según condición, de manera que sirvan de guía para su selección general. La finalidad del monitoreo es obtener una indicación de la condición (mecánica) o estado de salud de la máquina, de manera que pueda ser operada y mantenida con seguridad y economía.

Por monitoreo, se entendió en sus inicios, como la medición de una variable física que se considera representativa de la condición de la máquina y su comparación con valores que indican si la máquina está en buen estado o deteriorada. Con la actual automatización de estas técnicas, se ha extendido la acepción de la palabra monitoreo también a la adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos. De acuerdo con los objetivos que se pretende alcanzar con el monitoreo de la condición de una máquina debe distinguirse entre vigilancia, protección, diagnóstico y pronóstico.

- Vigilancia de máquinas. Su objetivo es indicar cuándo existe un problema. Debe distinguir entre condición buena y mala, y si es mala indicar cuán mala es.
- Protección de máquinas. Su objetivo es evitar fallas catastróficas. Una máquina está protegida, si cuando los valores que indican su condición llegan a valores considerados peligrosos, la máquina se detiene automáticamente.
- Diagnóstico de fallas. Su objetivo es definir cuál es el problema específico.
- Pronóstico de vida. Su objetivo es estimar cuánto tiempo más Podría funcionar la máquina sin riesgo de una falla catastrófica.

En el último tiempo se ha dado la tendencia a aplicar mantenimiento predictivo o sintomático, sea, esto mediante vibro análisis, análisis de aceite usado, control de desgastes, etc.⁵

⁵ FRANCO, Irene. Artículo Mantenimiento Predictivo. Venezuela. 2004.

4. CONFIABILIDAD, DISPONIBILIDAD, MANTENIBILIDAD

El mantenimiento puede ser definido como el conjunto de acciones destinadas a mantener o reacondicionar un componente, equipo o sistema, en un estado en el cual sus funciones pueden ser cumplidas. Entendiendo como función cualquier actividad que un componente, equipo o sistema desempeña, bajo el punto de vista operacional.

Las palabras confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad, forman parte de la cotidianidad del mantenimiento. Si se analiza la definición moderna de mantenimiento, se verifica que la misión de este es “garantizar” la disponibilidad de la función de los equipos e instalaciones, de tal modo que permita atender a un proceso de producción o de servicio con calidad, confiabilidad, seguridad, preservación del medio ambiente y costo adecuado.

Las funciones de un equipo o sistema pueden ser clasificadas como primarias o secundarias.

Las funciones primarias comprenden el motivo por el cual el objeto existe y son normalmente definidas por el nombre del objeto, siendo importante que en la descripción de las funciones primarias sean incluidos:

- Patrones de desempeño deseado y/o esperado
- Patrones de cualidad establecidos por el cliente

- Patrones de seguridad y preservación del medio ambiente.

Las funciones secundarias, son menos obvias que las primarias, sin embargo, estas funciones son indispensables a la hora de aumentar el valor agregado del equipo, contribuyendo con su calidad. Como ejemplo de funciones secundarias se tienen la apariencia, la higiene, el soporte, las mediciones, etc. sin olvidar, que existen otras funciones secundarias ejercidas por aditamentos del sistema, como dispositivos de protección y control (instrumentación).

4.1 CONFIABILIDAD

La confiabilidad puede ser definida como la “confianza” que se tiene para que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación. Otra definición importante de confiabilidad es: probabilidad de que un ítem pueda desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo establecido y bajo condiciones de uso definidas.

La confiabilidad de un equipo o producto puede ser expresada a través de la expresión:

$$R(t) e^{-\lambda t} = (1)$$

Donde:

R(t): Confiabilidad de un equipo en un tiempo t dado

e: constante Neperiana (e=2.303..)

λ : □ Tasa de fallas (número total de fallas por período de operación)

t: tiempo

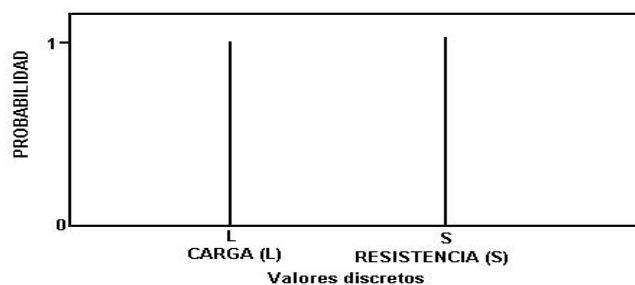
La confiabilidad es la probabilidad de que no ocurra una falla de determinado tipo, para una misión definida y con un nivel de confianza dado.

4.1.1 El costo de la confiabilidad en el mantenimiento

Para que se tenga confiabilidad en equipos y sistemas, no se debe olvidar que se requiere necesariamente inversión de capital.

La confiabilidad por tanto será obtenida, por ejemplo, a través de más material de mayor espesor o dimensión, mejores materiales o manteniendo equipos de reserva para que actúen como substitutos, en el caso de que falle el equipo principal, como se ve en la siguiente figura:

Ilustración 2. Origen de la confiabilidad de componentes.



Fuente: Los Autores

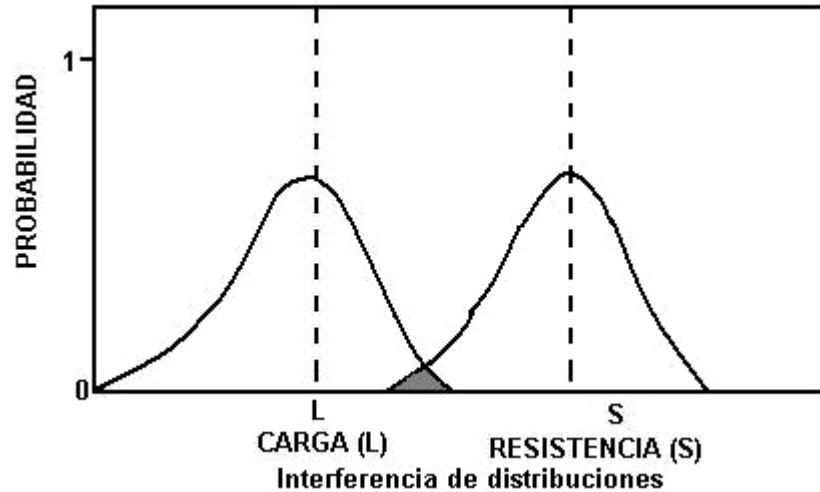
De acuerdo con la ilustración 2, si se quiere aumentar la probabilidad de funcionamiento de un componente, es necesario dimensionarlo de forma que la carga aplicada sea menor que la resistencia del material empleado. La diferencia que separa el valor de carga del valor de resistencia, es conocida como factor de seguridad del diseño, que en la práctica es el coeficiente de ignorancia que los proyectos tiene de las variaciones, tanto de carga como de las resistencias de los materiales empleados.

Es claro que para aplicaciones de bajo costo, incluso hoy en día es más práctico utilizar los conocidos coeficientes de seguridad. Por otro lado, para el diseño de equipos sofisticados y caros, como centrales nucleares, aviones a propulsión y plataformas petroleras, entre muchos otros, el uso de coeficientes de seguridad, tornarían estas aplicaciones extremadamente caras. Sin embargo la confiabilidad permitió el desarrollo de estos sistemas complejos con economía de materiales y procesos.

Una posibilidad que se presenta en la relación carga y resistencia, como puede verificarse de la ilustración 4, es que estas pueden interferir; esto quiere decir que en algún punto, existe una carga que sea superior a la resistencia.

En estas condiciones la falla será inminente. El área de esta interferencia será proporcional al número de fallas en un equipo o sistema. Por tanto, mientras mayor sea la interferencia, mayor será la tasa de falla, lo que muestra que la tasa de falla es definida durante la fase de concepción, es decir, cuando el diseñador evalúa las cargas aplicadas, así como la cantidad y tipo de material a ser utilizado.

Ilustración 3. El origen de las fallas



Fuente: Los Autores

4.2 DISPONIBILIDAD

La disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente.

En la fase de diseño de equipos o sistemas, se debe buscar el equilibrio entre la disponibilidad y el costo. Dependiendo de la naturaleza de requisitos del sistema, el diseñador puede alterar los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, de tal forma que disminuya el costo total del ciclo de vida. La tabla 1 muestra que algunos equipos necesitan tener alta confiabilidad, mientras que otros necesitan tener alta disponibilidad o alta mantenibilidad.

Tabla 1. Requisitos de algunos sistemas y enfoque de los indicadores.

	REQUISITOS	EJEMPLOS
1	Alta confiabilidad Poca disponibilidad	Generación de electricidad Tratamiento de agua
2	Alta disponibilidad	Refinerías de petróleo Acerías
3	Alta confiabilidad Alta mantenibilidad	Incineradores hospitalarios
4	Disponibilidad basada en buena práctica	Procesamiento por etapas
5	Alta disponibilidad Alta confiabilidad	Sistemas de emergencia Plataformas petroleras

Matemáticamente la disponibilidad $D(t)$, se puede definir como la relación entre el tiempo en que el equipo o instalación quedó disponible para producir TMEF y el tiempo total de reparación TMPR. Es decir:

$$D(t) = \frac{\sum \text{tiempos disponibles para la producción}}{\sum \text{tiempos disponibles para la producción} + \sum \text{tiempos en mto}}$$

$$D(t) = \frac{\text{TMEF}}{\text{TMEF} + \text{TMPR}}$$

El TMPR o tiempo medio de reparación, depende en general de:

- la facilidad del equipo o sistema para realizarle mantenimiento

- La capacitación profesional de quien hace la intervención
- De las características de la organización y la planificación del mantenimiento

4.2.1 El mantenimiento como focalizador de la disponibilidad.

El factor primario que distingue a las empresas líderes en disponibilidad, es que ellas reconocen que la confiabilidad no es simplemente un resultado del esfuerzo de reparación, mas que están convencidas de que la eliminación de las fallas crónicas es su misión primordial.

Las reparaciones en el mantenimiento, en este tipo de industria, son vistas de forma diferente. Las reparaciones no son esperadas, son vistas como casos excepcionales y resultantes de alguna deficiencia en la política de mantenimiento o descuido de la gerencia de mantenimiento. Un análisis detallado del problema, acompañado por un programa sólidamente estructurado de mejora de la confiabilidad, es la base para la eliminación de mucho trabajo innecesario. La organización es dimensionada para gerenciar un sistema de monitoreo basado en la condición y fija una alta prioridad para eliminar fallas.

4.3 MANTENIBILIDAD

La mantenibilidad se puede definir como la expectativa que se tiene de que un equipo o sistema pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un período de tiempo establecido, cuando la acción de mantenimiento es ejecutada de acuerdo con procedimientos escritos.

En términos probabilísticos, Francois Monchy, define la mantenibilidad como “la probabilidad de restablecer las condiciones específicas de funcionamiento de un sistema, en límites de tiempo deseados, cuando el mantenimiento es realizado en las condiciones y medios predefinidos”. O simplemente “la probabilidad de que un equipo que presenta una falla sea reparado en un determinado tiempo t.

De manera análoga a la confiabilidad, la mantenibilidad puede ser estimada con ayuda de la expresión:

$$M(t) = 1 - e^{-\mu \cdot t}$$

Donde:

M(t): es la función mantenibilidad, que representa la probabilidad de que la reparación comience en el tiempo

t=0 y sea concluida satisfactoriamente en el tiempo t

(probabilidad de duración de la reparación).

e: constante Neperiana (e=2.303..).

μ : Tasa de reparaciones o número total de reparaciones efectuadas con relación al total de horas de reparación del equipo.

t: tiempo previsto de reparación TMPR.

Además de la relación que tiene la mantenibilidad con el tiempo medio de reparación, TMR, es posible encontrar, otro tipo de consideraciones, entre las que se cuentan:

- El TMR está asociado al tiempo de duración efectiva de la reparación.
- Todo el tiempo restante, empleado por ejemplo en la espera de herramientas, repuestos y tiempos muertos, es retirado generalmente del TMR.
- La suma del TMR con los demás tiempos, constituye lo que normalmente es denominado como down-time por algunos autores , otros definen como MFOT (Mean Forced Outage Time).
- Sin embargo, al calcular la disponibilidad, la mayoría de autores indican que el tiempo a ser considerado, es el tiempo de reparación más los tiempos de espera, que se considera lógico.

Normalmente los tiempos que ocurren entre la parada y el retorno a la operación de un equipo son presentados en la tabla 2:

Tabla 2. Tiempos transcurridos desde la falla de un equipo y su puesta en marcha

t0	Instante en que se verifica la falla
1	Tiempo para la localización del defecto
2	Tiempo para el diagnóstico

3	Tiempo para el desmontaje (Acceso)
4	Tiempo para la remoción de la pieza
5	Tiempo de espera por repuestos (logístico)
6	Tiempo para la substitución de piezas
7	Tiempo para el remontaje
8	Tiempo para ajustes y pruebas
tf	Instante de retorno del equipo a la operación

Fuente: Los Autores

Cuando se analizan los tiempos descritos anteriormente, se verifica que directa o indirectamente, todos ellos son responsabilidad del personal de mantenimiento. Aunque se puede afirmar que existen otros tiempos empleados, por ejemplo, en la consecución de informaciones, aspectos relacionados con la planificación de los servicios, problemas de liberación de equipo y calificación de personal.

En este sentido, el TMRP puede considerarse, no sólo comprendido por todos los tiempos que son pertinentes a las acciones de mantenimiento en sí, sino que hay que entender que el tiempo en el que el equipo está fuera de operación debe ser reducido y ese debe ser el objetivo de todos los involucrados en el proceso de organización del mantenimiento.⁶

⁶Scientia et technica año XII, No 30, mayo de 2006. Universidad Tecnológica de Pereira.

5. ANALISIS CAUSA RAIZ

Análisis de Causa Raíz (RCA por sus siglas en inglés) y de lo que seguramente cada quién tiene una interpretación diferente de su significado. Esta es la razón por la cual en muchos casos se tiene una forma poco efectiva de usarlo, y hay comunicación deficiente o nula entre quienes lo usan. Si estamos usando diversas formas de RCA, entonces, al comparar nuestros resultados no estamos comparando "manzanas con manzanas". Aquí vamos a explorar la disciplina necesaria para darle consistencia a nuestro programa de RCA mejorando totalmente su credibilidad y la comunicación de los resultados.

Desde la evolución del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en los EEUU ha habido un movimiento consistente hacia la exploración de la calidad del proceso en vez de la calidad del producto. Antes de la llegada del TPM, las organizaciones de calidad se contentaban con medir la calidad del producto terminado como salía de la línea. Aún cuando esa medida era demasiado tardía si se hallaban defectos de calidad. El producto, y probablemente todo el lote tenía que ser reprocesado a un alto costo para la organización.

Entonces se introdujeron los principios de W. Edwards Deming de TPM e impulsaron el concepto de "calidad del proceso". Esto significa que debemos medir variables clave en el proceso para detectar cualquier variación inaceptable. De esta manera, corregimos la variación en el proceso y evitamos la manufactura de productos fuera de especificación. Esta era, se está continuando dentro del Siglo 21 con la introducción del índice de calidad Seis Sigma.

Sumando lo anterior y relativo a aplicar el TPM, apliquémoslo a un proceso de no manufactura como el RCA. Como se expreso anteriormente, RCA tiene diferentes significados para diferentes personas. Algunos aplican esfuerzos indisciplinados como el método de "prueba y error" como su perspectiva de RCA. Esto significa que nos percatamos de un problema y vamos directo a lo que es la causa más obvia.

Estamos usando la perspectiva del "producto terminado". No validamos ninguna de nuestras suposiciones, simplemente adoptamos una y gastamos dinero en un arreglo esperando que funcione. La experiencia ha demostrado que esta forma de hacerlo es costosa e inefectiva.

Ahora, apliquemos un sistema disciplinado tipo TPM de RCA. Un Árbol Lógico permite representar gráficamente las relaciones de causa y efecto que nos conduce a descubrir el evento indeseable y cuál fué la causa raíz del problema.

En este procedimiento, debemos identificar claramente el evento indeseable y todos sus detalles asociados mediante hechos que los respalden. Los hechos deben respaldarse con observación directa, documentación y algunos conceptos científicos.

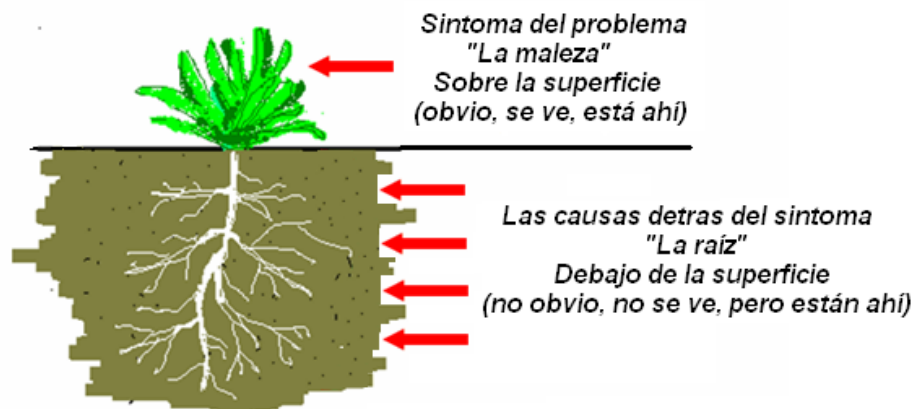
La aplicación del TPM en los procesos de pensamiento, no es un concepto nuevo. Cuando pensamos en experimentación científica, se sigue la misma premisa. Al seguir esos experimentos, se parte del desarrollo de diversas hipótesis, y a base de un método de prueba, llegamos a conclusiones válidas. Si lo pensamos bien, este es el "proceso de calidad" que debe seguirse en cualquier actividad de

investigación. Pensemos en: Detectives, Investigadores de Accidentes de Transporte (NTSB), Médicos, Investigadores de Incendios, etc. Todos ellos formulan hipótesis y luego tienen que decidirse por aquella o aquellas que pueden probar lo que dicen o proponen.

En un esfuerzo por mover nuestras culturas hacia la precisión, debemos usar los conceptos de TPM en nuestros procesos administrativos también. La perspectiva del TPM es aplicable a:

Maquinaria, Procesos y Situaciones Humanas. No debemos limitarnos al aplicar estos conceptos. A cualquier persona relacionada con el Mantenimiento que le preguntemos, nos dirá que ellos están haciendo Análisis de Causa Raíz. Hasta cierto punto, es la verdad, pero según ellos.

Ilustración 4. Figura base del análisis causa raíz.



El mundo de la raíz, en el análisis de la causa raíz, se refiere a las causas detrás del síntoma, y no a una sola causa

Depende del concepto que se tenga de Análisis de Causa Raíz. Podríamos preguntarnos:

¿Llevas una vida sana?, la mayoría responderá enfáticamente "Sí". Sin embargo, ¿qué significa una "vida saludable" para el que pregunta y para el que contesta? Para algunos, simplemente significa estar vivos, mientras para otros, puede representar llevar una dieta libre de grasas, hacer mucho ejercicio, e incluso los que pueden estar pensando en vivir de acuerdo con su creencia religiosa.

Mientras para algunos, RCA es pedir que un experto local les proporcione una solución al problema, para otros, representa el reunirse y discutir para llegar a una conclusión; y para otros más, RCA representa usar un proceso disciplinado de pensamiento hasta llegar a la verdadera causa original del problema.

1. Cuando nuestro "experto" proporciona una solución, confiamos, hacemos un gasto para aplicar la solución que propuso, y vemos si funciona. A veces sí funciona, otras no. Esto equivale a la inspección de calidad a la salida de la planta, lo que puede ser tarde si hay un error.
2. Cuando se forman grupos y participan en tormentas de ideas, estaremos llegando a conclusiones como resultado del consenso de los participantes, basados en opiniones. Quizás se uso un proceso formal como el diagrama de espina de pescado, pero no hay hechos claros que respalden esas opiniones. De nuevo estamos verificando la calidad del producto al final del proceso y no durante el mismo.
3. Cuando los grupos de trabajo usan un proceso disciplinado que requiere que las hipótesis sean desarrolladas para ver exactamente por qué

ocurrieron las causas y luego requiere también una verificación para asegurar si es o no cierto, entonces estamos usando Calidad en el Proceso, en vez de basarnos en suposiciones y estar expuestos a la ignorancia.

Mientras los estilos indisciplinados de RCA son atractivos para las organizaciones por la rapidez de sus resultados, no siempre esos resultados son de calidad. El verdadero RCA requiere que tomemos el tiempo necesario para probar lo que decimos en vez de hacer el gasto o el esfuerzo y arriesgar a estar equivocados.

5.1 PRINCIPIOS ANALISIS CAUSA RAIZ

- Ejecutar medidas de mejoramiento en las causas raíz es más efectivo que simplemente tratar los síntomas de un problema.
- Para ser eficaz, el RCA debe realizarse de forma sistemática, con conclusiones y causas respaldadas por pruebas documentadas.
- Generalmente hay más de una causa potencial de un determinado problema.
- Para ser eficaz, el análisis, debe establecer todas las relaciones causales conocidas entre las causa(s) y el problema definido.
- Análisis de causa raíz transforma una antigua cultura que reacciona a los problemas a una nueva cultura que resuelve los problemas antes de que se intensifiquen, creando una reducción de la variabilidad y una actitud para evitar riesgos.⁷

⁷ LINARES, Omar. Análisis causa raíz, una herramienta invaluable para el diagnóstico de fallas. Artículo de la asociación boliviana de ingeniería de mantenimiento. Bolivia. 2009.

6. ERP

El ERP es un sistema integral de gestión empresarial que está diseñado para modelar y automatizar la mayoría de procesos en la empresa (área de finanzas, comercial, logística, producción, etc.). Su misión es facilitar la planificación de todos los recursos de la empresa.

Por otro lado, Kumar y Hillengersberg, definen al Enterprise Resource Planning (ERP) como "paquetes de sistemas configurables de información dentro de los cuales se integra la información a través de áreas funcionales de la organización". Los sistemas ERP son extremadamente costosos, y una vez que los sistemas ERP se implantan con éxito trae una serie de beneficios importantes para las empresas.

Orton y Marlene definen los sistemas de planeación de recursos empresariales (ERP) como un sistema que permite coleccionar y consolidar la información a través de la Empresa.

Reuther,D. en su artículo "Critical Factors for Enterprise Resources Planning System Selection and Implementation Projects within Small to Médium Enterprise" menciona que K.C. Laundon y J.P. Laundon, definen los sistemas de planeación de recursos empresariales (ERP) como un sistema de administración de negocios que integra todas las facetas del negocio, incluyendo planeación, manufactura, ventas y finanzas. El software ERP planea y automatiza muchos procesos con la meta de integrar información a lo largo de la empresa y elimina los complejos enlaces entre los sistemas de las diferentes áreas del negocio.

Lo más destacable de un ERP es que unifica y ordena toda la información de la empresa en un solo lugar, de este modo cualquier suceso queda a la vista de forma inmediata, posibilitando la toma de decisiones de forma más rápida y segura, acortando los ciclos productivos. Con un ERP tendremos la empresa bajo control e incrementaremos la calidad de nuestros servicios y productos. La implantación de un ERP conlleva la eliminación de barreras entre departamentos, la información fluye por toda la empresa eliminando la improvisación por falta de información.

Los ERP son una evolución de los sistemas MRP, los cuales estaban enfocados únicamente a la planificación de materiales y capacidades productivas. Los ERP disponen de herramientas para efectuar la planificación de los trabajos en planta.

Esta planificación se efectúa enfrentando los requerimientos de materiales y capacidad de los productos a fabricar contra las existencias y capacidades sin asignar. Los ERP más completos ofrecen módulos para planificar a capacidad finita. Los ERP son el núcleo de otras aplicaciones como pueden ser el CRM (Gestión de las relaciones con los clientes), Data Mining (Conversión de datos en información útil), etc.

Ramiro Rodríguez en su tesis "ERP en la administración de proyectos de construcción" menciona la importancia que, para implementar un sistema ERP debe formarse un equipo con las personas de mayor experiencia en sus áreas, generalmente se menciona que "sí las compañías pueden operar el negocio como

siempre sin la gente que ellos han puesto en los equipos de implantación, entonces se ha seleccionado al personal equivocado para el proyecto ERP".

El equipo debe incluir gente técnica, que sabe como trabajar con el sistema ERP y gente de negocios que entiende como opera la compañía, aunque se debe reconocer el más importante, es el personal experto en el negocio. La persona adecuada para administrar un proyecto de ERP debe conocer de ambas áreas.

En resumen, los sistemas ERP unifican información de las diferentes áreas de la empresa en un solo lugar, haciendo más fácil la toma de decisiones dentro de la misma. El software ERP planea y automatiza muchos procesos con la meta de integrar información a lo largo de la empresa y elimina los complejos enlaces entre los sistemas de las diferentes áreas del negocio.

La implementación de los ERPs no son fáciles, se requiere de un largo período de implementación, además de integrar varios factores que conlleven al éxito de la puesta en marcha. Todas las áreas de la empresa juegan un papel importante, desde la alta dirección hasta el departamento de Tecnologías de Información. Es importante que los usuarios estén convencidos de los beneficios que se obtendrán con los ERPs, pues esto facilitará su implementación en la empresa.

Anteriormente sólo las grandes empresas podían adquirir este tipo de sistemas, debido a los altos costos. Sin embargo en la actualidad las pequeñas y medianas empresas están incursionando en la implementación de dichos sistemas.

6.1 BENEFICIO DE IMPACTOS

Varios son los puntos de vista en cuanto a los diferentes beneficios que se esperan en una implementación de un ERP, así como los impactos que este tendrá en la organización.

Es importante mencionar que las diferentes marcas creadoras de software ERP (SAP, Oracle, etc.) tiene sus beneficios característicos. Sin embargo la mayoría de los ERP tienen en común varios beneficios: Aquí algunos de los beneficios que podrían tenerse al implementar cualquiera de ellos:

- Sistema para manejar muchos de sus procesos comerciales.
- Integración entre las funciones de las aplicaciones.
- Reduce los costos de gerencia.
- Incrementa el retorno de inversión.
- Fuente de Infraestructura abierta.

Éstos son simplemente varios beneficios que usted puede lograr al implementar un software ERP para su negocio. Como se mencionó anteriormente, hay varias marcas desarrolladoras de ERP, es importante asegurarse de los beneficios que ofrece cada uno de ellos y poner una versión de prueba antes de decidirse a su adquisición.

Existen cinco razones por las cuales las empresas desean emprender un ERP:

- a) Integración de la información financiera: busca tener información financiera verás, en su búsqueda financiera se puede encontrar con muchas versiones diferentes a la real. Cada departamento tiene por lo regular sus propios números financieros; finanzas tiene su propio juego de números; el área de ventas tiene otra versión y las diferentes unidades comerciales de la empresa pueden tener sus propios números referentes a su contribución para la empresa. Con la implementación de los ERP todos tendrán solo una versión de las cifras, lográndose su unificación.

- b) Integración de la información de los pedidos de los clientes: Con los sistemas ERP es posible centralizar y darle un seguimiento a los pedidos de los clientes, desde que se recibe el pedido hasta que se surte la mercancía. Esto en lugar de tener varios sistemas, los cuales se encarguen del seguimiento de los pedidos, ya que por lo regular se originan problemas de comunicación entre los sistemas. Con los ERPs esto será más fácil.

- c) Estandarización y agilización los procesos de manufacturación: Compañías manufactureras los sistemas de ERP vienen con los métodos estándares para automatizar algunos de los pasos de un proceso de fabricación. Estandarizar esos procesos y usar un solo sistema informático integrado, permite ahorrar tiempo, aumentar productividad y reducir la cuenta principal.

- d) Minimización del inventario: Los ERPs agilizan el flujo del proceso industrial más fácilmente, y mejora la visibilidad del proceso de cumplimiento de orden por parte de la empresa. Eso puede originar que los inventarios sean reducidos, ayuda a los usuarios para que desarrollen mejores planes de entrega con respecto a los pedidos de los clientes. Para mejorar realmente

el flujo de la cadena de suministro, sería necesario implementar un sistema que administre, sin embargo los ERPs ayudan en gran parte.

- e) Estandarización de la información de RH (Recursos Humanos) : Especialmente en compañías con múltiples unidades de negocios, RH puede no tener un simple método unificado, para seguir el tiempo de los empleados y comunicarse con ellos sobre beneficios y servicios. ERP puede encargarse de eso.

Para arreglar estos problemas, las compañías a menudo pierden de vista el hecho de que los sistemas o paquetes ERP no son más que unas representaciones genéricas de las formas típicas de hacer negocio en las empresas. Mientras que la mayoría de los paquetes son exhaustivamente integrales, cada industria tiene sus características que lo hacen único.

La mayoría de los sistemas de ERP fueron diseñados para ser usados para las compañías industriales discretas. Sin embargo hay industrias que se han relacionado fuertemente con los vendedores de ERP para que estos desarrollen su centro de negocios con base a las necesidades de la empresa.

Pero definitivamente no todo lo que rodea a un ERP es bueno, también tienen sus desventajas:

- Son muy costosos.
- Requiere cambios en la compañía y procesos para su instalación.

- Son complejos y muchas compañías no pueden ajustarse a ellos.
- Hay pocos expertos en ERPs.

En resumen, los beneficios que ofrece un ERP son bastantes;, hay que tomar en cuenta que cada marca desarrolladora de ERPs ofrece diversas ventajas, y lo recomendable antes de adquirir o implementar un ERP es hacer un estudio de los beneficios que se requieren para la empresa, y hacer una prueba piloto del ERP que se desea poner en marcha.

En ocasiones las empresas recurren a consultores expertos en el área, con el fin de apoyarse en sus conocimientos. A menudo está práctica es saludable para las empresas, sin embargo es importante mencionar que son muy costosas.⁸

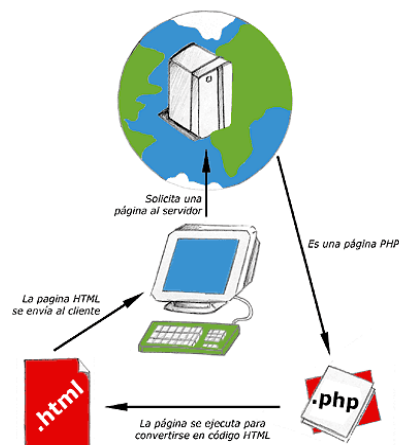
⁸ BECERRA, Miguel. Conferencia Enterprise resource planning. Madrid . 2006

7. PHP

PHP es el acrónimo de Hipertext Preprocesor. Es un lenguaje de programación del lado del servidor, gratuito e independiente de plataforma, rápido, con una gran librería de funciones y mucha documentación.

Un lenguaje del lado del servidor es aquel que se ejecuta en el servidor web, justo antes de que se envíe la página a través de Internet al cliente. Las páginas que se ejecutan en el servidor pueden realizar accesos a bases de datos, conexiones en red y otras tareas para crear la página final que verá el cliente. El cliente solamente recibe una página con el código HTML resultante de la ejecución de la PHP. Como la página resultante contiene únicamente código HTML, es compatible con todos los navegadores.

Ilustración 5. Esquema del funcionamiento de las páginas PHP



Fuente : Los Autores

Una vez que se conoce el concepto de lenguaje de programación de scripts del lado del servidor se puede hablar de PHP. PHP se escribe dentro del código HTML, lo que lo hace realmente fácil de utilizar, al igual que ocurre con el popular ASP de Microsoft, pero con algunas ventajas como su gratuidad, independencia de plataforma, rapidez y seguridad. Es independiente de plataforma, puesto que existe un módulo de PHP para casi cualquier servidor web. Esto hace que cualquier sistema pueda ser compatible con el lenguaje y tiene una ventaja importante, ya que permite aportar el sitio desarrollado en PHP de un sistema a otro sin ningún trabajo.

PHP, en el caso de estar montado sobre un servidor Linux u Unix, es más rápido que ASP, dado que se ejecuta en un único espacio de memoria y esto evita las comunicaciones entre componentes COM que se realizan entre todas las tecnologías implicadas en una página ASP.

Por último se señala la seguridad, resultando importante el hecho de que en muchas ocasiones PHP se encuentra instalado sobre servidores Unix o Linux, que son conocidos como más veloces y seguros que el sistema operativo donde se ejecuta las ASP, Windows NT 2000. Además, PHP permite configurar el servidor de modo que se permita o rechacen diferentes usos, lo que puede hacer al lenguaje más o menos seguro dependiendo de sus necesidades.

Fue creado originalmente en 1994 por Rasmus Lerdorf, pero como PHP está desarrollado en política de código abierto, a lo largo de su historia ha tenido

muchas contribuciones de otros desarrolladores. Actualmente PHP se encuentra en su versión 4, que utiliza el motor Zend, desarrollado con mayor técnica para cubrir las necesidades de las aplicaciones web actuales.

Este lenguaje de programación está preparado para realizar muchos tipos de aplicaciones web gracias a la extensa librería de funciones con la que está dotado. La librería de funciones cubre desde cálculos matemáticos complejos hasta el tratamiento de conexiones de red, por poner dos ejemplos.

Algunas de las más importantes capacidades de PHP son: compatibilidad con las bases de datos más comunes, como MySQL, mSQL, Oracle, Informix, y ODBC, por ejemplo. Incluye funciones para el envío de correo electrónico, upload de archivos, crear dinámicamente en el servidor imágenes en formato GIF, incluso animadas y una lista interminable de utilidades adicionales.⁹

⁹ ALVAREZ, Miguel Angel. Artículo Que es php. Desarrolloweb. buenos aires 2001.

8. INDICADORES DE GESTION

Un sistema de procesamiento de la información es aquel que convierte datos en información útil para tomar decisiones. Para conocer la marcha del departamento de mantenimiento, debemos definir una serie de parámetros que nos permitan evaluar los resultados que se están obteniendo en el área de mantenimiento. Es decir; a partir de una serie de datos, nuestro sistema de procesamiento debe devolvernos una información, y una serie de indicadores en los que nos basaremos para tomar decisiones sobre la evolución del mantenimiento.

Una de las cosas que debemos definir cuáles serán esos indicadores. Hay que tener cuidado en la elección, al correr el riesgo de utilizar como tales una serie de números que no nos aporten ninguna información útil. Corremos el riesgo de tomar datos, procesarlos y obtener a cambio otros datos.

Imaginemos el caso de elegir la disponibilidad de equipos como un indicador. Si listamos todas las paradas de cada uno de los equipos de la planta, la fecha y hora en que han ocurrido y su duración, la lista resultante serán datos, pues tal y como se nos presenta no podemos tomar decisiones basándonos en ella.

Si ahora procesamos esta lista, sumando los tiempos de parada de cada equipo y calculando el tiempo que han estado en disposición de producir, obtenemos una lista con la disponibilidad de cada equipo. En una planta industrial con, por ejemplo, 500 equipos, esta lista contendrá de nuevo datos, no información. Como mucho, contendrá algo de información mezclada con muchos datos.

Si en esa lista agrupamos los equipos por líneas, áreas, zonas, etc., y procesamos los datos de manera que obtengamos la disponibilidad de una de las líneas, áreas o zonas en su conjunto, el nuevo listado ahora sí contendrá información. Esta información nos permitirá, tras un análisis más o menos rápido, tomar decisiones acertadas sobre las acciones que debemos tomar para mejorar los resultados.

A continuación describiremos los indicadores más usuales que se emplean en un departamento de mantenimiento, insistiendo que no todos son necesarios: por lo cual habrá que elegir aquellos que sean realmente útiles, y que aporten información, para evitar convertirlos en una larga lista de datos.

Cuando se dispone de un sistema GMAO, el cálculo de estos indicadores suele ser bastante más rápido. Debemos tener la precaución de automatizar su cálculo, generando un informe que los contenga todos. Una ventaja adicional es que, una vez automatizado, podemos generar informes con la periodicidad que queramos, con un esfuerzo mínimo.

En caso de que el Sistema de Información sea el soporte papel, para el cálculo de estos indicadores es conveniente desarrollar pequeñas aplicaciones (una hoja de cálculo puede ser suficiente) para obtener estos índices. En este caso hay que seleccionar mucho más cuidadosamente los indicadores, pues es más costoso calcularlos. Además la frecuencia con que los obtengamos deberá ser menor.

Es importante tener en cuenta que no sólo es valioso conocer el valor de un indicador o índice, sino también su evolución. Por ello, en el documento en el que

expongamos los valores obtenidos en cada uno de los índices que se elijan deberíamos reflejar su evolución, mostrando junto al valor actual los valores de períodos anteriores (meses o años anteriores) para conocer si la situación mejora o empeora. También es importante fijar un objetivo para cada uno de estos índices, de manera que la persona que lea el documento donde se exponen los valores alcanzados en el período que se analiza comprenda fácilmente si el resultado obtenido es bueno o malo.¹⁰

¹⁰ GARCIA GARRIDO, santiago , indicadores en mantenimiento, renovatec, 2009.

9. MICROSOFT ACCESS

Microsoft Access es un programa creado para crear, manipular y modificar bases de datos acerca de cualquier tema.

Este programa lo podemos utilizar para conseguir información acerca de un tema, cosa, persona que el usuario necesite de forma más rápida y ordenada ya que puede mostrarle al usuario cualquier dato solicitado por este que obtenga la base de datos.

En su forma más simple, una base de datos es una colección de datos relacionados con un tema particular, una lista de datos. Cuando se efectúa una lista de direcciones, nombres, productos, se está generando una base de datos. De hecho, no es necesario usar un programa de bases de datos para crear una: se podría estar haciendo una lista como la que acabamos de mencionar usando Excel, Word o (incluso) el Bloc de notas.

Sin embargo, un programa de administración de bases de datos, es mucho más fuerte que la lista realizada en un documento de Word, pues permite:

- Almacenar datos: una base de datos almacena datos relacionados con un asunto o propósito particular (por ejemplo, una lista de recetas o los clientes de una empresa); también facilita las tareas de agregar, actualizar, organizar y eliminar datos.

- **Buscar datos:** puede ubicarse un dato fácil y rápidamente. Por ejemplo, buscar los clientes de apellido "Gómez" que residan en la localidad cuyo código postal es 1200.
- **Analizar e imprimir información:** se pueden realizar cálculos con los datos almacenados en la base de datos; por ejemplo, calcular qué porcentaje de las ventas totales fue realizado en la provincia de Chubut.
- **Manejar datos:** una base de datos permite manejar con relativa facilidad grandes volúmenes de datos, por ejemplo cambiar el encargado de ventas de todos los clientes de una zona.
- **Compartir datos:** la mayoría de los programas de bases de datos permiten que más de un usuario acceda simultáneamente a los mismos datos; los denominaremos bases de datos multi-usuario.

Los datos se ingresan una sola vez, de una forma determinada y luego pueden manipularse para extraer la información ordenada y seleccionada por múltiples criterios. Generalmente, las bases de datos contienen varios elementos; una base de datos Access puede contener seis tipos diferentes de objetos. Algunos se utilizarán siempre (como las tablas), otros rara vez (como los módulos).

9.1 DESCRIPCION DE ACCESS

- a. **Tablas:** Las tablas almacenan los datos de la base de datos en filas (registros) y columnas (campos). Por ejemplo, una tabla podría contener los

datos de los clientes y otra los pedidos realizados por esos clientes. Toda base de datos debe contener por lo menos una tabla donde almacenar información; todos los demás tipos de objeto son opcionales.

- b. Consultas: Las consultas son solicitudes de determinados datos, como si fueran preguntas que se van formulado a la base de datos. Por ejemplo, ver los clientes que residen en Santa Fe.
- c. Formularios: Tal como los formularios en papel, donde existen lugares preparados para cada dato, un formulario es una pantalla que permite ver los resultados de una consulta o ingresar los datos con que se trabajará.
- d. Informes: Permiten imprimir los datos de una base de datos o los resultados de una consulta.
- e. Macros: Las macros ayudan a realizar tareas rutinarias, automatizándolas en un solo comando. Por ejemplo, podría construirse una macro que automáticamente abra e imprima un informe.
- f. Módulos: Como las macros, los módulos permiten automatizar tareas, pero usando un lenguaje de programación denominado Visual Basic. Los módulos son más potentes y complejos que las macros.
- g. Páginas: convierte la tabla a formato HTM para páginas web.
- h. Favoritos: almacena accesos directos a objetos de bases de datos.¹¹

¹¹ LARCHER, Ledda, Que es Access. Facultad de agronomía y agroindustrias, 2008.

10. CREACION DEL MODELO

Este modelo se creó debido a la necesidad manifiesta de aumentar el control y tener una hoja de vida de los equipos de Aguilar Construcciones S.A, ya que todos se encuentran dispersos en varios proyectos.

Uno de los problemas que más afectan a las empresas constructoras de vías es la comunicación y las distancias a centros urbanos donde se puede buscar una solución a un problema determinado de una máquina. Esto implica que cuando se está en obra, lejos de un centro urbano, la política del desvare es la que impera donde la capacidad e inventiva del mecánico se vuelve la única herramienta para seguir operando. En muchas ocasiones, esto es una muy buena opción, pero no queda un registro de lo que se hizo para el arreglo, o si este fue definitivo o no, y con el tiempo podemos encontrarnos con una máquina operativa pero llena de remiendos o con un fallo mayor como consecuencia de haber dejado un arreglo provisional como uno definitivo. Cuando se busca la causa raíz de un daño de este tipo siempre afloran frases como, “acuérdese ingeniero que se le comento”; lo cual puede ser verdad pero el día a día hace que estas cosas pasen a otro plano y poco a poco se vayan olvidando.

Al no tener una buena información de fallos y de las soluciones a estos, es muy difícil tener elementos de juicio para tomar decisiones que ataquen la causa raíz de los problemas que afectan las máquinas. También si no se tiene una buena información es muy difícil evaluar proveedores o a los propios técnicos y operadores.

Una situación muy común en estas empresas es que la persona que está en el proyecto es un ingeniero residente cuyo objetivos son evaluados por la cantidad de obra ejecutada donde el estado de los equipos es sólo un medio y no una finalidad de su gestión para esta última hay un departamento que debe velar por la disponibilidad, confiabilidad y rentabilidad de las máquinas de la compañía.

Debido a los anteriores factores se propuso hacer un callcenter para llamar e informar de las novedades de los equipos y en este se llevaría un registro de todos los pormenores de las máquinas.

Aprovechando la tecnología de comunicaciones que se tiene en estos momentos se pensó, que para alimentar esta información había varios medios a explotar como era internet, el desarrollo de un formato de operadores y mecánicos y el uso de una base de datos ya desarrollada como es Access donde se podía automatizar muchas de las funciones del departamento de mantenimiento como son la programación de actividades y su asignación.

10.1 OBJETIVOS DEL MODELO

El objetivo general de este modelo es que una vez implementado se pueda tener elementos de juicio para la toma de decisiones con respecto al equipo y todos los factores que con el interactúan, como son proveedores, mecánicos, tipo de repuestos utilizados, tipo de gestión de mantenimiento que se está siguiendo con cada uno de ellos. Con la evaluación de estos factores y la interrelación entre estos, poder tomar decisiones basados en los indicadores que el modelo

automáticamente genere como resultado de la información alimentada por los usuarios.

10.2 CREACION DEL ARBOL DE EQUIPOS DE LA COMPAÑÍA

Para la creación del árbol de equipos de la compañía se tomó como base las características propias de cada máquina y teniendo en cuenta esto y el manejo que se le quería dar para poder hacer un análisis por sectores de la compañía se decidió tomar la siguiente clasificación.

- Para la unidad de negocios de mina y cantera

10.2.1 Buldócer

Ilustración 6. Buldócer bll01



10.2.2 Cargadores

Ilustración 7. Cargador cg01



10.2.3 Equipos de trituración

Ilustración 8. Trituradora primaria utp01



10.2.4 Martillos hidráulicos

Ilustración 9. Martillo hidráulico mh02



Fuente: Los Autores

10.2.5 Retroexcavadoras

Ilustración 10. Retroexcavadora rt04



10.2.6 Retro cargadores

Ilustración 11. Retro cargador rc03



Fuente : Los Autores

10.2.7 Volquetas fuera de carretera

Ilustración 12. Volqueta rígida vd02



10.2.8 Zarandas

Ilustración 13. Zaranda móvil zm01



- Para la unidad de negocios de obras y proyectos

10.2.9 Apisonador vertical

Ilustración 14. Apisonador vertical



10.2.10 Compactadores

Ilustración 15. Compactadores



10.2.11 Compresores

Ilustración 16. compresor



10.2.12 Equipos de iluminación

Ilustración 17. Sistemas de iluminación



10.2.13 Finisher

Ilustración 18. Máquina Finisher



Fuente: Los Autores

10.2.14 Fresadoras

Ilustración 19. Fresadora



10.2.15 Mini Cargadores

Ilustración 20. Mini Cargador



10.2.16 Motoniveladoras

Ilustración 21. Motoniveladora



Fuente: Los Autores

10.2.17 Retro Cargadores

Ilustración 22. Retro Cargador



10.2.18 Retroexcavadoras

Ilustración 23. Retroexcavadora rt06



- Para la unidad de negocios de TRANSPORTES

10.2.19 Camabajas

Ilustración 24. Camabaja



Fuente : Los Autores

10.2.20 Camionetas

Ilustración 25. Camioneta



10.2.21 Tractocamiones

Ilustración 26. Tracto camión



10.2.22 Volquetas

Ilustración 27. Volqueta Daewoo



10.3 EQUIPO DE TRABAJO

El equipo de trabajo está compuesto por:

- Jefe de mantenimiento
- Jefe de la unidad de transportes

- Jefe de sistemas
- Ingeniero de mantenimiento de canteras.
- Ingeniero asistente de mantenimiento
- Subgerente de mantenimiento.

Las funciones de cada uno de los miembros del equipo de trabajo para el desarrollo e implementación del sistema de gestión de mantenimiento para la empresa Aguilar Construcciones S.A. fueron:

Jefe de mantenimiento: Basado en la información y su conocimiento de las máquinas de la compañía se alimentó la base de datos de algunas reparaciones y de necesidades de las máquinas. También proporcionó la información para alimentar la base de datos sobre los consumibles y repuestos de las máquinas, lo que permitió sacar un valor por hora de cada uno de los equipos de la compañía.

Jefe de la unidad de transportes: Durante el desarrollo de este proyecto el ingeniero que ocupa este cargo aportó con el registro día a día de las disponibilidad del equipo a su cargo así como con el registro detallado de las intervenciones a las máquinas, como también llevando la estadística de la duración de llantas, rendimientos de combustibles y porcentaje de uso de cada una.

Jefe de sistemas: Para la implementación del sistema de gestión una pieza fundamental es el departamento de sistemas, ya que es el puente entre las necesidades de mantenimiento y la tecnología necesaria para satisfacerlas, para ello se utilizaron herramientas como bases de datos en internet, las cuales fueron



modificadas y adaptadas como también el software para el cálculo de los mantenimientos preventivos.

Ingeniero de mantenimiento de canteras: Gracias a la formación del ingeniero que ocupa este cargo, se logró durante el desarrollo e implementación de este sistema tener los datos necesarios para poder generar resultados mientras se desarrollaba.

10.4 DISEÑO DEL MODELO EN LA PLATAFORMA ACCESS

Dentro de la creación del modelo se efectuó un trabajo de diseño de cada página con el fin de encontrar mayor eficiencia en la búsqueda de información, la cual al final de todo el proceso es la que en realidad importa. A continuación se mostrará página por página cómo es el modelo y cómo es su distribución para la recolección de información.

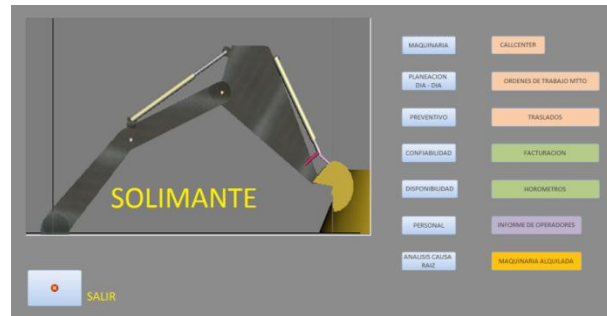
10.4.1 Página inicial

Esta página tiene un ambiente amigable y de fácil acceso para llegar a la información o simplemente para poder alimentar los datos en las tablas correspondientes.

- a. Desde esta página se direccionan a todos los enlaces.

b. Todos los enlaces se relacionan directamente a una página inicial.

Ilustración 28. Página inicial de entrada al modelo



10.4.2 Catálogo de equipos

En el catálogo de equipos se puede encontrar la información de cada uno de los equipos clasificados en diferentes ventanas con la siguiente disposición:

- Información general del equipo.
- Filtros y aceites
- Facturación
- Información financiera
- Fotos
- Consumibles

Hojas de maquinaria

Ilustración 29. Vista hojas de maquinaria


Id:	<input type="text" value="100"/>	FILTRO DE ACEITE MOTOR:	<input type="text" value="6736-51-5142"/>
CODIGO INTERNO:	<input type="text" value="CG02"/>	FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO:	<input type="text" value="419-60-35152"/>
IDENTIFICACION MAQUINA:	<input type="text" value="CARGADOR KOMATSU WA-250"/>	FILTRO DE AIRE PRIMARIO:	<input type="text" value="600-185-3100"/>
POTENCIA MOTOR:	<input type="text"/>	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO:	<input type="text"/>
FOTO:		FILTRO SEPARADOR:	<input type="text" value="22U-04-21260"/>
CENTRO DE OPERACION:	<input type="text" value="PLANTA DE ASFALTO"/>	FILTRO DE COMBUSTIBLE:	<input type="text" value="6732-71-6112 + 600"/>
CARACTERISTICAS:	<input type="text"/>	FILTRO TRAMPA SEPARADOR:	<input type="text"/>
MODELO:	<input type="text"/>	ACEITE DE MOTOR:	<input type="text"/>
OPERADOR:	<input type="text" value="HERNANDO CAME"/>	CANTIDAD ACEITE MOTOR:	<input type="text"/>
CODIGO IDU:	<input type="text"/>	ACEITE HIDRAULICO:	<input type="text"/>
		CANTIDAD ACEITE HIDRAULICO:	<input type="text"/>
		ASEGURADORA:	<input type="text"/>
		COSTO POR UNIDAD:	<input type="text" value="100000"/>
		UNIDAD DE COBRO:	<input type="text" value="HR"/>
		CLASIFICACION EQUIPO:	<input type="text"/>

Ilustración 30. Panorámica de la máquina



Ilustración 31. Hoja de consumibles de la máquina

PAGINA INICIAL MAQUINARIA

INFORMACION GENERAL FILTROS Y ACEITES FACTURACION INFORMACION FINANCIERA FOTOS CONSUMIBLES

CODIGO INTERNO:

CONSUMIBLE 1:	<input type="text" value="ACPM"/>	COSTO CONS 1:	<input type="text" value="6264"/>	CANT CONS 1:	<input type="text" value="9"/>	DURACION	<input type="text" value="1"/>	\$/H CONS 1:	<input type="text" value="56376"/>
CONSUMIBLE 2:	<input type="text" value="ACEITE MOTOR"/>	COSTO CONS 2:	<input type="text" value="44612"/>	CANT CONS 2:	<input type="text" value="11"/>	DURACION	<input type="text" value="250"/>	\$/H CONS 2:	<input type="text" value="1962.928"/>
CONSUMIBLE 3:	<input type="text" value="ACEITE HIDRAULICO"/>	COSTO CONS 3:	<input type="text" value="3000000"/>	CANT CONS 3:	<input type="text" value="1"/>	DURACION	<input type="text" value="2000"/>	\$/H CONS 3:	<input type="text" value="1500"/>
CONSUMIBLE 4:	<input type="text" value="KIT FILTROS MOTOR"/>	COSTO CONS 4:	<input type="text" value="501000"/>	CANT CONS 4:	<input type="text" value="1"/>	DURACION	<input type="text" value="250"/>	\$/H CONS 4:	<input type="text" value="2004"/>
CONSUMIBLE 5:	<input type="text" value="KIT FILTROS HIDRAUL"/>	COSTO CONS 5:	<input type="text" value="0"/>	CANT CONS 5:	<input type="text" value="1"/>	DURACION	<input type="text" value="1"/>	\$/H CONS 5:	<input type="text" value="0"/>
CONSUMIBLE 6:	<input type="text" value="KIT FILTROS AIRE"/>	COSTO CONS 6:	<input type="text" value="346000"/>	CANT CONS 6:	<input type="text" value="1"/>	DURACION	<input type="text" value="250"/>	\$/H CONS 6:	<input type="text" value="1384"/>
CONSUMIBLE 7:	<input type="text" value="BATERIA 4D"/>	COSTO CONS 7:	<input type="text" value="530000"/>	CANT CONS 7:	<input type="text" value="2"/>	DURACION	<input type="text" value="1000"/>	\$/H CONS 7:	<input type="text" value="1060"/>
CONSUMIBLE 8:	<input type="text" value="ORUGAS"/>	COSTO CONS 8:	<input type="text" value="25000000"/>	CANT CONS 8:	<input type="text" value="1"/>	DURACION	<input type="text" value="15000"/>	\$/H CONS 8:	<input type="text" value="1666.66666666667"/>
CONSUMIBLE 9:	<input type="text"/>	COSTO CONS 9:	<input type="text" value="0"/>	CANT CONS 9:	<input type="text" value="0"/>	DURACION	<input type="text" value="1"/>	\$/H CONS 9:	<input type="text" value="0"/>
CONSUMIBLE 10:	<input type="text"/>	COSTO CONS 10:	<input type="text" value="0"/>	CANT CONS 10:	<input type="text" value="0"/>	DURACION	<input type="text" value="1"/>	\$/H CONS 10:	<input type="text" value="0"/>
CONSUMIBLE 11:	<input type="text"/>	COSTO CONS 11:	<input type="text" value="0"/>	CANT CONS 11:	<input type="text" value="0"/>	DURACION	<input type="text" value="1"/>	\$/H CONS 11:	<input type="text" value="0"/>
CONSUMIBLE 12:	<input type="text"/>	COSTO CONS 12:	<input type="text" value="0"/>	CANT CONS 12:	<input type="text" value="0"/>	DURACION	<input type="text" value="1"/>	\$/H CONS 12:	<input type="text" value="0"/>
CONSUMIBLE 13:	<input type="text"/>	COSTO CONS 13:	<input type="text" value="0"/>	CANT CONS 13:	<input type="text" value="0"/>	DURACION	<input type="text" value="1"/>	\$/H CONS 13:	<input type="text" value="0"/>
CONSUMIBLE 14:	<input type="text"/>	COSTO CONS 14:	<input type="text" value="0"/>	CANT CONS 14:	<input type="text" value="0"/>	DURACION	<input type="text" value="1"/>	\$/H CONS 14:	<input type="text" value="0"/>
CONSUMIBLE 15:	<input type="text"/>	COSTO CONS 15:	<input type="text" value="0"/>	CANT CONS 15:	<input type="text" value="0"/>	DURACION	<input type="text" value="1"/>	\$/H CONS 15:	<input type="text" value="0"/>

\$/ POR HORA (CONSUMIBLES):

10.4.3 Catálogo de localización de los equipos

En esta página o enlace se encuentran los diferentes puntos donde la compañía tiene maquinaria y están relacionados directamente con cada uno de los equipos, resultando muy importante, ya que uno de los problemas frecuentes se da cuando se envía una orden de trabajo a un proveedor sin tener las coordenadas exactas de su localización.

Ilustración 32. Hoja de consumibles de la máquina

Frentes de Obra

Id:	6
Fecha de apertura:	
Ciudad:	VILLETA
Dirección:	Km 3.5 Via Villeta - Utica
Fecha de cierre:	
Centro de operación asignado:	CANTERA SALITRE BLANCO

Foto



10.4.4 Rutinas de mantenimiento

Ilustración 33. Cuadro de rutinas de mantenimiento

Id	<input type="text" value=""/>
MAQUINA	CG05
ELEMENTO 1	FILTRO SEPARADOR AGUA
ELEMENTO 2	FILTRO DE MOTOR
ELEMENTO 3	ACEITE
ELEMENTO 4	CORREAS
ELEMENTO 5	FILTRO DE AIRE PRIMARIO
ELEMENTO 6	FILTRO DE COMBUSTIBLE
ELEMENTO 7	REFRIGERANTE DE MOTOR
ELEMENTO 8	DRIVE CHAIN TENSIONER
ELEMENTO 9	ACEITE DEL SISTEMA HIDRAULI
ELEMENTO 10	FILTRO DE ACEITE HIDRAULICO
ELEMENTO 11	FILTRO DE AIRE SECUNDARIO
ELEMENTO 12	VALVULA DE ADMI Y ESCAPE
ELEMENTO 13	ACEITE DEL DRIVE CHAIN
ELEMENTO 14	ROPS/FOPS CAB
ELEMENTO 15	CAB AIR FILTER
ELEMENTO 16	INYECCION DE COMBUST
ELEMENTO 17	ACEITE HIDRAULICO
ELEMENTO 18	
ELEMENTO 19	
ELEMENTO 20	

PERIODICIDAD 1	250	ACCION 1	CAMBIO
PERIODICIDAD 2	250	ACCION 2	CAMBIO
PERIODICIDAD 3	250	ACCION 3	TOMA DE MUESTRA
PERIODICIDAD 4	250	ACCION 4	INSPECCION
PERIODICIDAD 5	500	ACCION 5	CAMBIO
PERIODICIDAD 6	500	ACCION 6	CAMBIO
PERIODICIDAD 7	500	ACCION 7	TOMA DE MUESTRA
PERIODICIDAD 8	500	ACCION 8	REEMPLAZO
PERIODICIDAD 9	500	ACCION 9	TOMA DE MUESTRA
PERIODICIDAD 10	500	ACCION 10	REEMPLAZO
PERIODICIDAD 11	1000	ACCION 11	CAMBIO
PERIODICIDAD 12	1000	ACCION 12	INSPECCION
PERIODICIDAD 13	1000	ACCION 13	CAMBIO
PERIODICIDAD 14	1000	ACCION 14	INSPECCION
PERIODICIDAD 15	1000	ACCION 15	CAMBIO
PERIODICIDAD 16	2000	ACCION 16	SINCRONIZACION
PERIODICIDAD 17	2000	ACCION 17	CAMBIO
PERIODICIDAD 18		ACCION 18	
PERIODICIDAD 19		ACCION 19	
PERIODICIDAD 20		ACCION 20	

En muchas ocasiones es difícil encontrar un cuadro sencillo donde se especifiquen las partes de las máquinas y las actividades a realizar y sus periodicidades. En los manuales se encuentra esta información pero muy disgregada, lo que se busca es que esta información sea amigable y que se pueda replicar a máquinas de la misma familia.

10.4.5 Programación de los mantenimientos rutinarios

Ilustración 34. Cuadro trabajos rutinarios

Id	MAQUINA			CG05	AÑO	2010	MES	JUNIO
FECHA DEL ULTIMO MTTO	HOROMETRO DEL ULTIMO MTTO			2507				
FECHA 1	FECHA 2	FECHA 3	FECHA 4					
27/05/2010	04/06/2010	11/06/2010						
HOROMETRO 1	HOROMETRO 2	HOROMETRO 3	HOROMETRO 4					
2400	2455	2507						
VIA DE INFORMACION 1	VIA DE INFORMACION 2	VIA DE INFORMACION 3	VIA DE INFORMACION 4					
VISITA A OBRA	VISITA A OBRA	INFORME DE MTTT						
HORAS FALTANTES 1	HORAS FALTANTES 2	HORAS FALTANTES 3	HORAS FALTANTES 4					
357	302	250						
	RELACION HORAS PROX MTTO 2	RELACION DIAS PROX MTTO 3	RELACION DIAS PROX MTTO 4					
	43,9272727272727	33,6538461538462						
	PROX MTTO 2	PROX MTTO 3	PROX MTTO 4					
	17/07/2010 10:15:16 p.m.	14/07/2010 03:41:32 p.m.						
HOROMETRO PROX MTTO			2757					

Este cuadro está asociado a los mantenimientos rutinarios, que están asociados a la información que suministra el fabricante en los catálogos. La idea de este

cuadro es que al alimentar la fecha y las horas de trabajo a esa fecha automáticamente calcule una fecha tentativa de cuando seria el próximo mantenimiento, si la maquina siguiera trabajando al ritmo del las últimas semanas.

10.4.6 Ordenes de trabajo de mantenimiento

Ilustración 35. Cuadro de órdenes de trabajo

Id: <input type="text" value="350"/>		Fecha de solicitud: <input type="text" value="08/06/2010"/>	
Persona u organizacion responsable de atender la solicitud: <input type="text" value="ENRIQUE HURTADO"/>			Horometro: <input type="text"/>
Codigo de la Maquina: <input type="text" value="MTB05"/>	Localizacion de la maquina: <input type="text" value="AV CIUDAD DE CALI"/>	Elemento necesario 1: <input type="text" value="ADAPTADOR DE 4"/>	Localizacion: <input type="text"/>
Tipo de maquina: <input type="text" value="MOTOBOMBA DE 4"/>		Elemento necesario 2: <input type="text"/>	Localizacion 2: <input type="text"/>
Tipo de solicitud: <input type="text"/>		Elemento necesario 3: <input type="text"/>	Localizacion 3: <input type="text"/>
		Elemento necesario 4: <input type="text"/>	Localizacion 4: <input type="text"/>
Trabajo a Realizar 1: <input type="text" value="MAQUINADO E INSTALACION DE ACOPLER DE 4"/>		Recibio a satisfaccion	<input type="checkbox"/>
Trabajo a Realizar 2: <input type="text"/>		Recibio a satisfaccion 2	<input type="checkbox"/>
Trabajo a Realizar 3: <input type="text"/>		Recibio a satisfaccion 3	<input type="checkbox"/>
Trabajo a Realizar 4: <input type="text"/>		Recibio a satisfaccion 4	<input type="checkbox"/>
Trabajo a Realizar 5: <input type="text"/>		Recibio a satisfaccion 5	<input type="checkbox"/>
Fecha de Inicio trabajo: <input type="text" value="08/06/2010"/>	Hora de inicio del trabajo: <input type="text" value="07:00 AM"/>		
Fecha de final del trabajo: <input type="text" value="08/06/2010"/>	Hora de finalizacion: <input type="text" value="04:00 PM"/>		
Persona de contacto (Aguilar): <input type="text" value="ENRIQUE HURTADO"/>	Telefono de contacto (Aguilar): <input type="text" value="3002436647"/>	Persona de contacto (Proveed): <input type="text" value="EFREN PEÑATE"/>	Contacto (Proveedor): <input type="text" value="3154664641"/>
Pendientes: <input type="text"/>			Solicitud Interna: <input type="text"/>
Solicitud IEE: <input type="text"/>	Costo de aprox: <input type="text"/>	ENVIADA: <input type="text"/>	
RECIBIO: <input type="text"/>			

NOTA : AL MOMENTO DE RADICAR LA FACTURA ; ENTREGAR ESTE FORMULARIO DEBIDAMENTE DILIGENCIADO

Las ordenes de mantenimiento se generan, basados en la proyección que sale de la tabla de mantenimientos rutinarios y de las solicitudes de mantenimientos correctivos que están registradas en la base de datos que se encuentra en la internet.

10.4.7 Solicitudes de mantenimiento

En esta parte del programa es donde se realizan todas las solicitudes de mantenimiento, se reportan los fallos, se reportan los mantenimientos preventivos, traslados de equipos, pedidos de almacén y también se solicitan los alquileres de los equipos para las obras.


Ilustración 36. Cuadro solicitudes de mantenimiento

Id:	<input type="text" value="1013"/>	CUMPLIDO	<input type="checkbox"/>
FECHA:	<input type="text" value="18/06/2010"/>		
MODO DE COMUNICACION:	<input type="text" value="LLAMADA TEL CEL"/>		
PERSONA QUE COMUNICA:	<input type="text" value="PABLO PEÑA"/>		
CENTRO DE COSTO:	<input type="text" value="OBRA CCFC"/>		
MAQUINA:	<input type="text" value="MINICARGADOR BOBCAT S130"/>	MAQUINA 1:	<input type="text" value="CG03"/>
SOLICITUD:	<input type="text" value="MANTENIMIENTO CORRECTIVO"/>		
NOTAS ADICIONALES:	<input type="text" value="NOS INFORMAN QUE UNA VOLQUETA DAÑO EL BOMBIN DEL MINICARGADOR"/>		
PRIORIDAD:	<input type="text" value="PRIORITARIO"/>	PERSONA QUE ALIMENTA INF:	<input type="text"/>
ESTADO:	<input type="text" value="EN TRAMITE"/>		
FECHA DE AVANCE 1:	<input type="text"/>	NOTAS DE AVANCE 1:	<input type="text"/>
FECHA DE AVANCE 2:	<input type="text"/>	NOTAS DE AVANCE 2:	<input type="text"/>
FECHA DE AVANCE 3:	<input type="text"/>	NOTAS DE AVANCE 3:	<input type="text"/>
FECHA DE AVANCE 4:	<input type="text"/>	NOTAS DE AVANCE 4:	<input type="text"/>
FECHAS DE AVANCE 5:	<input type="text"/>	NOTAS DE AVANCE 5:	<input type="text"/>
PERSONA RESPONSABLE:	<input type="text"/>		
FECHA DE FINAL:	<input type="text"/>		

10.4.8 Información operadores

En esta base de datos se encuentra la información de los operadores de las máquinas, como son los nombres completos, números de identificación, teléfonos de contactos, salarios, fecha de cumpleaños, como también las máquinas que sepa operar en caso de que se deba hacer un remplazo en otro tipo de máquina.

Ilustración 37. Cuadro de información de los operadores

Id:	49	FOTOGRAFIA	
CARGO:	OPERADOR RT06		
NOMBRE:	HENRY		
CEDULA:			
TELEFONO CELULAR:	3203430477		
CENTRO DE COSTO:			
MAQUINARIA QUE OPERA:	RETROEXCAVADORA ; MOTONIVELADORA ; COMPACTADOR.	FECHA DE INGRESO:	<input type="text"/>
MAQUINA ASIGNADA	RT06	FECHA DE RETIRO:	<input type="text"/>
		SALARIO ASIGNADO:	1000000
		FECHA DE NACIMIENTO:	<input type="text"/>

OPERADOR

10.4.9 Información traslados de los equipos

Uno de los problemas que se presenta en las obras que se realizan en ciudades es que los equipos se trasladan de un lugar a otro sin que se tenga un control exacto de su ubicación lo que se traduce en problemas de pérdida de viajes al momento de hacer mantenimientos y todo lo que de esto se deriva.

Ilustración 38. Cuadro de traslados de equipos

Id: FECHA:

MAQUINA A TRASLADAR: HOROMETRO DE LA MAQUINA:

TIPO DE MAQUINA:

LUGAR DE SALIDA: LUGAR DE LLEGADA:


PERSONA QUE DESPACHA: PERSONA QUE RECIBE:

HORA DE SALIDA: HORA DE LLEGADA:

CANTIDAD DE ESCOLTAS:

CONDUCTOR QUE TRANSPORTA:

PLACA DEL VEHICULO TRASPORTADOR: SOLICITUD INTERNA:



10.4.10 Información sobre la disponibilidad calculada día a día

En esta parte del programa se montan los valores de disponibilidad de las diferentes máquinas y este valor es calculado basado en las horas en que la máquina se encuentra en mantenimiento vs las horas programadas de las máquinas.

Ilustración 39. Cuadro de disponibilidad

Id:

AÑO:

MES:

UNIDAD DE NEGOCIO:

MAQUINA:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	70	80	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

DISPONIBILIDAD ACUMULADA

100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	96	88	89	90	91	91	92	92	92	93	93	93	94	94	94	94	95	95	95	95
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

FECHA 1	<input type="text" value="11/05/2010"/>	OBSERVACION 1	<input type="text" value="PROBLEMAS CON LA GUAYA DE LA MARCHA Y CONTRAMARCHA"/>
FECHA 2	<input type="text" value="13/05/2010"/>	OBSERVACION 2	<input type="text" value="CAMBIO DE FILTROS HIDRAULICOS Y ADICION DE 5 GALONES"/>
FECHA 3	<input type="text" value="17/05/2010"/>	OBSERVACION 3	<input type="text" value="ADICION DE 15 GAL DE HIDRAULICO"/>
FECHA 4	<input type="text"/>	OBSERVACION 4	<input type="text"/>
FECHA 5	<input type="text"/>	OBSERVACION 5	<input type="text"/>
FECHA 6	<input type="text"/>	OBSERVACION 6	<input type="text"/>
FECHA 7	<input type="text"/>	OBSERVACION 7	<input type="text"/>
FECHA 8	<input type="text"/>	OBSERVACION 8	<input type="text"/>
FECHA 9	<input type="text"/>	OBSERVACION 9	<input type="text"/>
FECHA 10	<input type="text"/>	OBSERVACION 10	<input type="text"/>

DISPONIBILIDAD MENSUAL:

10.4.11 Información sobre la confiabilidad de las máquinas

Ilustración 40. Cuadro información confiabilidad

SISTEMA HIDRAULICO	<input type="checkbox"/>	
PROBLEMA HIDRAULICO		PRESENTA FUGAS HIDRAULICAS CRECIENTES
TIEMPO ESTIMADO PARA FALLA SH		20
MODULO DE FALLA SH		
SISTEMA NEUMATICO	<input checked="" type="checkbox"/>	
PROBLEMA NEUMATICO		
TIEMPO ESTIMADO PARA FALLA SN		
MODULO DE FALLA SN		
SISTEMA DE FRENOS	<input type="checkbox"/>	
PROBLEMA FRENOS		LA MAQUINA PRESENTA MAL FUNCIONAMIENTO DEL FRENO DE SEGURIDAD
TIEMPO ESTIMADO PARA FALLA SF		30
MODULO DE FALLA SF		POR CODIGO INTERNO DE MANTENIMIENTO EL FRENO DEBE QUEDAR CALIBRADO ESTE MES.
SISTEMA DE LLANTAS Y ORUGAS	<input checked="" type="checkbox"/>	
PROBLEMA SIST LLANTAS Y ORUGAS		
TIEMPO ESTIMADO PARA FALLA S DEI		
MODULO DE FALLA SISTEMA DESPLAZAMIE		

Nº FECHA DE EVALUACION

HOROMETRO DE LA EVALUACION

MAQUINA

IND AMB	IND SEG INDS	IND S MI	IND S H	IND S NEU	IND S FR	IND S DESP	IND S PROD	IND S TRA	IND S ELEC	IND SIS ESTR
<input type="text" value="33"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="22"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="33"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text" value="72"/>

MEDIO AMBIENTE	<input type="checkbox"/>		CONFIABILIDAD A LA FECHA
PROBLEMA AMBIENTAL		LA MAQUINA PRESENTA UNA GRAN FUGA HIDRAULICA	
TIEMPO ESTIMADO PARA FALLA AMB		30	<input type="text" value="22"/>
MODULO DE FALLA AMBIENTAL		LOS PROBLEMAS DE LAS FUGAS DEBEN QUEDAR CORREGIDO ESTE MES POR PARTE DE ABC HIDRAULIC CONTROLS	
SEGURIDAD INDUSTRIAL	<input checked="" type="checkbox"/>		
PROBLEMA SEGURIDAD INDUSTRIAL			
TIEMPO ESTIMADO PARA FALLA SI			
MODULO DE FALLA SI			
SISTEMA MOTOR	<input checked="" type="checkbox"/>		
PROBLEMA SISTEMA DE MOTOR			
TIEMPO ESTIMADO PARA FALLA SM			
MODULO DE FALLA SM			

SISTEMA DE DIENTES , CUCHILLAS	<input checked="" type="checkbox"/>	
PROBLEMA SISTEMA DE DESGASTE		
TIEMPO ESTIMADO PARA FALLA SP		
MODULO DE FALLA S PRODUCCION		
SISTEMA DE TRANSMISION	<input checked="" type="checkbox"/>	
PROBLEMA SIST TRANSMISION		
TIEMPO ESTIMADO PARA FALLA ST		
MODULO DE FALLA S TRANSMISION		
SISTEMA ELECTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	
PROBLEMA SISTEMA ELECTRICO		
TIEMPO ESTIMADO PARA FALLA ELEC		
MODULO DE FALLA SIST ELECTRICO		
SISTEMA CHASIS Y ESTRUCTURA	<input type="checkbox"/>	
PROBLEMA SISTEMA ESTRUCTURA		LE TRAQUEA UNA ROTULA CUANDO SE LE DA DIRECCION
TIEMPO ESTIMADO PARA FALLA SIST I		65
MODULO DE FALLA SIST ESTRUCTURA		QUE ESTA FALLA SE INCREMENTA HASTA QUE SE CONVIERTE UN MITO MAYOR

La confiabilidad de los equipos es llevada teniendo en cuenta los sistemas más representativos de este tipo de maquinaria y si tienen algún tipo de falla, según la

experiencia y la historia de los equipos se estima un tiempo en el cual puede hacer que el equipo quede fuera de operación o de las condiciones de diseño.

10.4.12 Información sobre la facturación interna de los equipos

Una de las premisas de la empresa es que el centro de costo de mantenimiento y equipos sea rentable y que tenga toda una contabilidad aparte y para esto se deben tener unos ingresos. La siguiente base de datos calcula directamente el valor a facturar y resta el valor del combustible suministrado, este tipo de manejo es el más frecuente al momento de alquilar equipos.

Ilustración 41. Cuadro facturación equipos

Id	<input type="text" value="23"/>	Fecha de facturación	<input type="text" value="24/05/2010"/>	Maquina	<input type="text" value="CG06"/>
Fecha Hr (1)	<input type="text" value="23/04/2010"/>	Fecha Hr (2)	<input type="text" value="20/05/2010"/>		
Hr (1)	<input type="text" value="2128"/>	Hr (2)	<input type="text" value="2246"/>		
		Dias de medicion	<input type="text" value="27"/>		
\$ / unidad	<input type="text" value="28.000,00 €"/>	Horas trabajo	<input type="text" value="118"/>	\$ / Trabajo	<input type="text" value="3304000"/>
Stand by calculado	<input type="text" value="89,1"/>	Horas de Stand By	<input type="text" value="-28,9"/>	\$ / Stand By	<input type="text" value="0"/>
\$ / unidad combustible	<input type="text" value="6200"/>	Combustible sumi	<input type="text" value="153"/>	Total descuentos	<input type="text" value="948600"/>
		Valor total a pagar	<input type="text" value="2355400"/>		

10.4.13 Informes

Una de las ventajas que tiene el trabajar con Access es la facilidad para realizar informes como el que aparece a continuación, que relaciona las máquinas con su respectivo operador.

Informe operador máquina

Ilustración 42. Cuadro de informe operador máquina

CODIGO INTERNO	CODIGO IDU	IDENTIFICACION MAQUINA	FOTO	NOMBRE	FOTOGRAFIA
CP11	086	COMPACTADOR VIBRATO		MILLER CHARRY	

Informe de facturación interna

Otro de los informes que se generan es el que muestra la facturación de las máquinas especificando el período de trabajo, el combustible empleado y las horas de trabajo, como también el valor a pagar.

Ilustración 43. Cuadro de facturación interna

FACTURACION 2		sábado, 19 de junio de 2010 09:56:57 p.m.								
CODIGO INTERNO	FOTO	Fecha de facturación	Fecha Hr (1)	Hr (1)	Fecha Hr (2)	Hr (2)	Horas de Stand By	Total descuentos	\$/ Trabajo	Valor total a pagar
CG05		30/04/2010	15/04/2010	2160	23/04/2010	2230	-43,6	719200	1960000	1240800
CG05		24/05/2010	23/04/2010	2230	21/05/2010	2361	-38,6	1345400	3668000	2322600

Informe de avance de las solicitudes

El cuadro que aparece a continuación es el primer desarrollo para el control de actividades pendientes y realizadas, esto antes de crear la aplicación del SOLIMANTE en la internet la cual es la versión mejorada donde todos los usuarios tienen acceso a la información.

Ilustración 44. Cuadro de avance de solicitudes

CALL AVANCE		domingo, 20 de junio de 2010 10:58:13 p.m.				
FECHA	SOLICITUD	ESTADO	CUMPLIDO	CODIGO INTERNO	NOTAS ADICIONALES	
13/01/2010	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	EN TRAMITE	<input type="checkbox"/>	RT05	SE APROXIMA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MAQUINA , AVISAR A PRACO PARA QUE PROGRAMEN EL TECNICO.	
30/03/2010	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	EN TRAMITE	<input type="checkbox"/>	RT05	VIA MAIL NOS INFORMA LA GENTE DE PRACO QUE YA SE HAN CUMPLIDO LAS 2000 HR DE OPERACIÓN O EL AÑO DE SERVICIO POR PARTE DE ELLOS Y PIDEN SE GENERE LA ORDEN DE COMPRA DE LOS ELEM DEL MTTTO QUE SE REAÑIZO EL SAB PASADO	
18/06/2010	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	EN TRAMITE	<input type="checkbox"/>	RT05	NOS SOLICITA SE ARREGLE AL ORDEN DE COMPRA CON COMPAÑIA GENERAL DE ACEROS POR LA COMPRA DEL CULO DEL BALDE DE LA RETRO	

Informe mensual de maquinaria

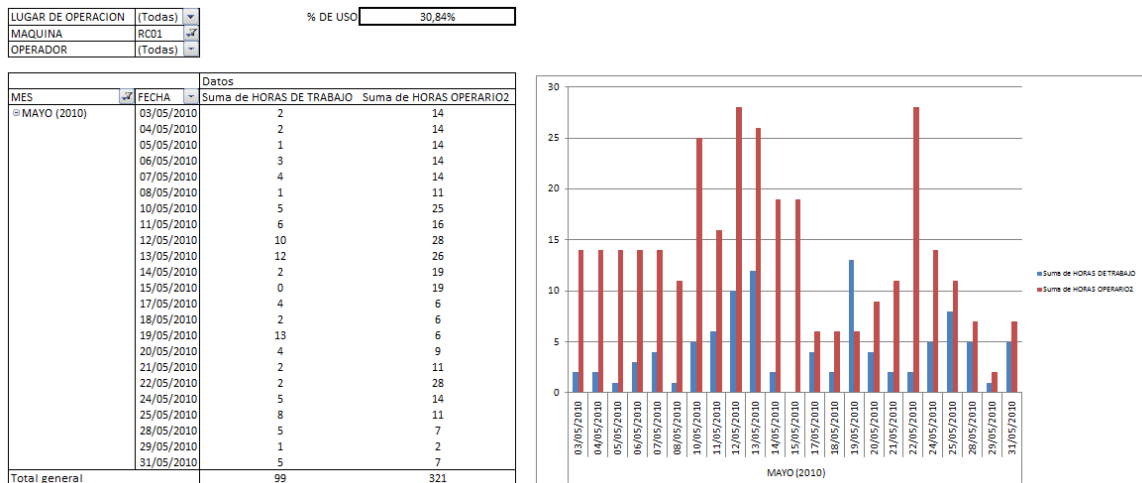
Basados en el software desarrollado se generan los siguientes informes para todas las máquinas de la compañía.

A continuación se mostrará un ejemplo de un informe de un retro cargador

RC01

% (HORAS DE TRABAJO DEL OPERADOR VS HORAS DE TRABAJO DE LA MAQUINA)

Ilustración 45. Cuadro de comparación de horas de trabajo contra horas trabajadas por el operador y su respectiva gráfica de evolución. Este cuadro es de gran utilidad para el control de las horas extras de los operadores como también el porcentaje de utilización de las máquinas



DISPONIBILIDAD (MAYO)

Ilustración 46. Cuadro de disponibilidad de la máquina

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	80	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
DISPONIBILIDAD ACUMULADA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	98	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	
FECHA 1	18/05/2010		OBSERVACION 1		PINCHAZO DE LA LLANTA DELANTERA																											
FECHA 2	19/05/2010		OBSERVACION 2		CAMBIO DE ACEITE DE MOTOR MITO DE 250 HR																											
FECHA 3			OBSERVACION 3																													
FECHA 4			OBSERVACION 4																													
FECHA 5			OBSERVACION 5																													
FECHA 6			OBSERVACION 6																													
																													DISPONIBILIDAD MENSUAL	99		

10.4.14 ANALISIS DE RESULTADOS

El último y el más importante paso, es el análisis de resultados el cual muestra que tan veraz es la información recolectada. De un buen análisis sacamos el mayor provecho para poder mirar hacia donde vamos y que decisiones futuras se puedan tomar, bajo que criterios en búsqueda siempre de una buena gestión de mantenimiento por medio del modelo.

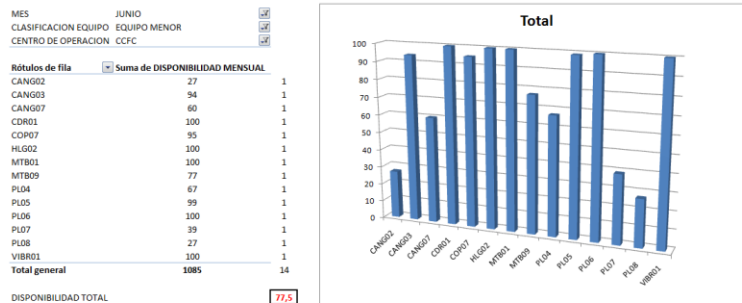
A continuación se mostrará un ejemplo de análisis efectuado en el mes de junio para una obra específica de la compañía.

Uno de los problemas que más se presenta en las obras, son los que se presentan en el equipo menor, que es un equipo de menor cuantía en comparación con los otros (menor de 10 millones de pesos) y de dimensiones tales que una sola

persona lo pueda transportar. Este equipo aunque su valor no es alto, su falta en las obras ocasiona que el equipo de alto valor se quede parado por ejemplo, una falla en una motobomba hace que la pista que se va a pavimentar continúe inundada mientras se arregla este equipo, por esta razón se le lleva la disponibilidad con el fin de que estos problemas se presenten cada vez menos.

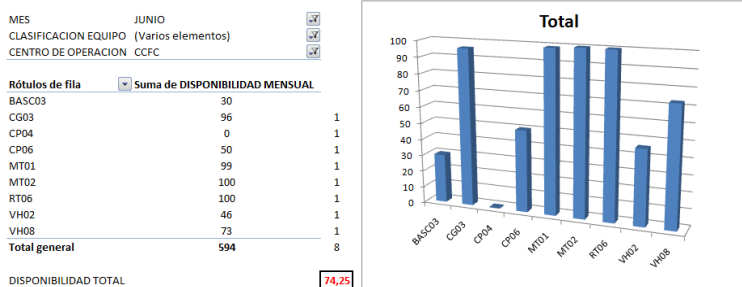
Disponibilidad mes de junio 2010 equipo menor (ccfc)

Ilustración 47. Cuadro de disponibilidad equipo menor



Disponibilidad mes de junio 2010 equipo de obra (ccfc)

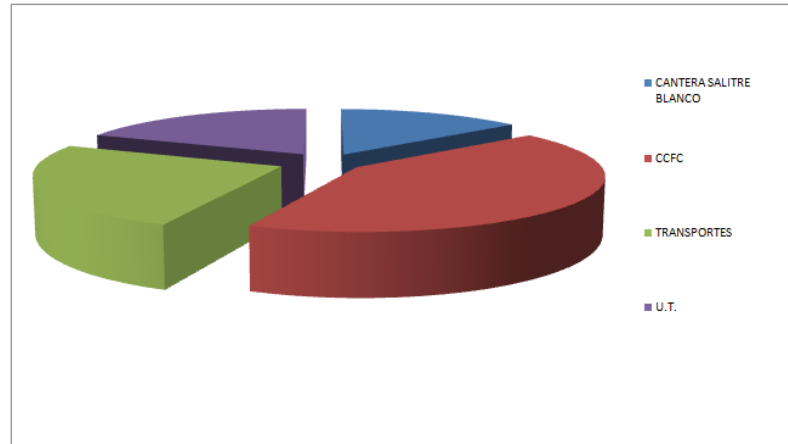
Ilustración 48. Cuadro disponibilidad equipo en obra ccfc.



(% del tiempo perdido por centro de operación / 100 % del tiempo perdido de las maquinas con disponibilidad menor del 85 %)

Ilustración 49. Diagrama de porcentajes de comparación

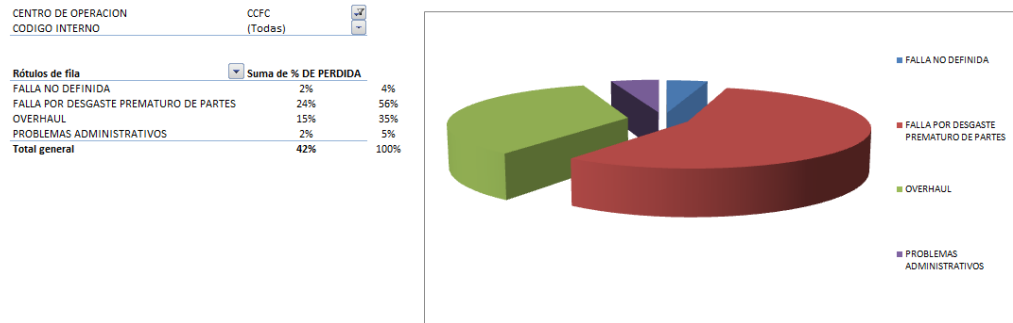
CODIGO INTERNO	(Todas)	▼
CAUSA RAIZ	(Todas)	▼
Rótulos de fila	Suma de % DE	▼
CANTERA SALITRE BLANCO	14%	PERDIDA
CCFC	42%	
TRANSPORTES	25%	
U.T.	19%	
Total general	100%	



Una de las ventajas que se tiene al tener el software aplicado a toda la maquinaria es que se pueden comparar los diferentes centros de costos de la compañía (Minas y canteras, obras, plantas de asfalto, etc.) esto con el fin de ver donde se encuentran las debilidades de cada proyecto y tomar las acciones correctivas correspondientes.

(% del tiempo perdido por cada causa raiz / 100 % del tiempo perdido de las máquinas con disponibilidad menor del 85 % del equipo de ccfc)

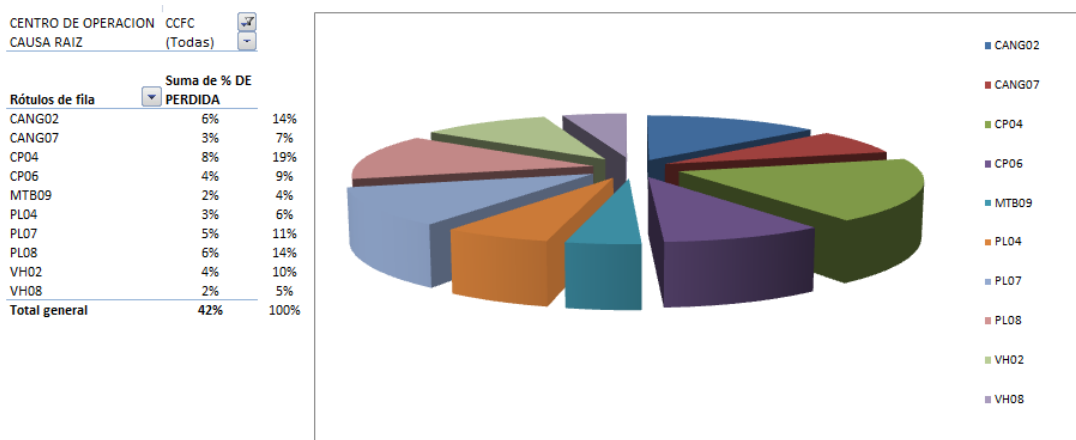
Ilustración 50. Diagrama de porcentajes basado en diagrama causa raíz



Uno de los aspectos más importantes en la toma de decisiones es el análisis de la causa raíz, basados en este informe se pueden tomar decisiones y justificar inversiones ante la gerencia y medir los resultados de estas acciones tomadas,

(% del tiempo perdido por cada máquina / 100 % del tiempo perdido de las maquinas con disponibilidad menor del 85 % del equipo de ccfc)

Ilustración 51. Diagrama de tiempo perdido contra la disponibilidad de las máquinas



Conclusiones y análisis del mes de junio

La disponibilidad del equipo menor de la obra de CCFC fue inferior al promedio de la disponibilidad del equipo menor de las otras obras, esto debido a varias razones analizadas en la causa raíz.

Los equipos que presentaron baja disponibilidad son:

CANG07: Daño prematuro de las partes (Garantía)(Proveedor Global)

MTB09: Daño por mal uso del equipo

PL04: Daño por desgaste natural de sus partes (Equipo antiguo)

PL07: Daño prematuro de las partes (Garantía) (Proveedor Global)

PL08: A esta planta se le hizo un OVERHAUL y tiene motor nuevo salió a trabajar (Se espera que tenga muy alta disponibilidad y confiabilidad) Reportar cualquier novedad por mínima que sea.

La disponibilidad del equipo de obra de CCFC también fue inferior al promedio de la disponibilidad del equipo total de la compañía.

Las siguientes máquinas fueron las que afectaron el promedio de disponibilidad:



CP04: Esta máquina se encontraba en OVERHAUL y fue puesta en obra los últimos días de Junio (Se espera una disponibilidad superior al 90% durante los próximos meses) (Este mantenimiento fue realizado por Hydraulic Controls y el equipo de Mantenimiento de la compañía y fue recibido por este ultimo).(Es importante el reporte de cualquier novedad por pequeña que sea)

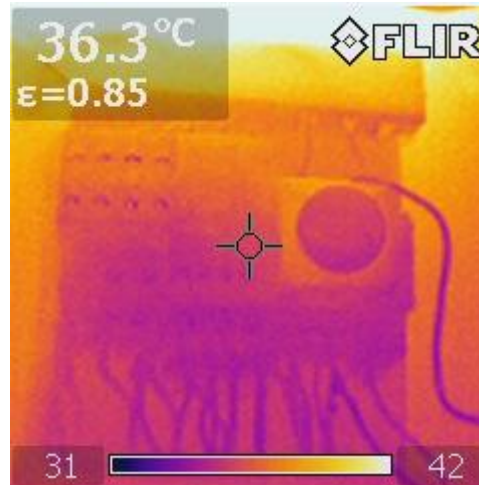
CP06: Esta máquina esta en mantenimiento porque presentaba fugas hidráulicas, esperamos que una vez que salga, no tengan fugas de ningún tipo.

VH02: La falta de disponibilidad de este equipo es debido a problemas administrativos, los cuales no se deben presentar de nuevo.

11 CONCLUSIONES

- En este trabajo está plasmado el desarrollo del programa, desde el planteamiento de la necesidad hasta los resultados obtenidos en la implementación del software, en este proceso hay desde la investigación de los diferentes productos que hay en el mercado, hasta el desarrollo de tecnología propia aplicada y diseñada a las necesidades de Aguilar construcciones s.a.
- Una conclusión muy importante que se da en el desarrollo e implementación de este programa es que revisando las estadísticas de la utilización de los software de mantenimiento, como de los programas que se compran y no pasan de la etapa de implementación, es que no importa todas las utilidades y las ventajas que tengan los paquetes ofrecidos o si son diseñados especialmente para las empresas, lo importante es el compromiso de todo el equipo para tener datos confiables y que estos datos sean utilizados en la toma de decisiones donde todo el equipo participe activamente.
- Revisando la historia de los desarrolladores de los software de mantenimientos, en su gran mayoría son ingenieros de sistemas que conocen de las necesidades de las empresas para el control de sus activos pero al ser nosotros especialistas en mantenimiento no podemos quedarnos en un producto competitivo en el mercado, sino que debemos

involucrar más de lo aprendido como crear el módulo de mantenimientos predictivos basado en vibraciones o termografías.



12 BIBLIOGRAFIA

CAT. Caterpillar performance handbook. Illinois 2008.

GARCIA Garrido, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento, Editorial Díaz de santos. Madrid. 2003.

GONZALEZ Fernández, Francisco Javier. Contratación avanzada del mantenimiento. Díaz de santos. Madrid. 2007.

LAFRAIA, J R , Manual de confiabilidad mantenibilidad y disponibilidad , Editorial qualitymark, Sao Pablo. 2001

PINTO, A. K. Gerenciamiento moderno de mantenimiento, Editorial Duran, rio de janeiro. 1995

LEONARD, Sthephen. Reliability methods and tools for maintenance, 1994.

www.chozamssoftware.com

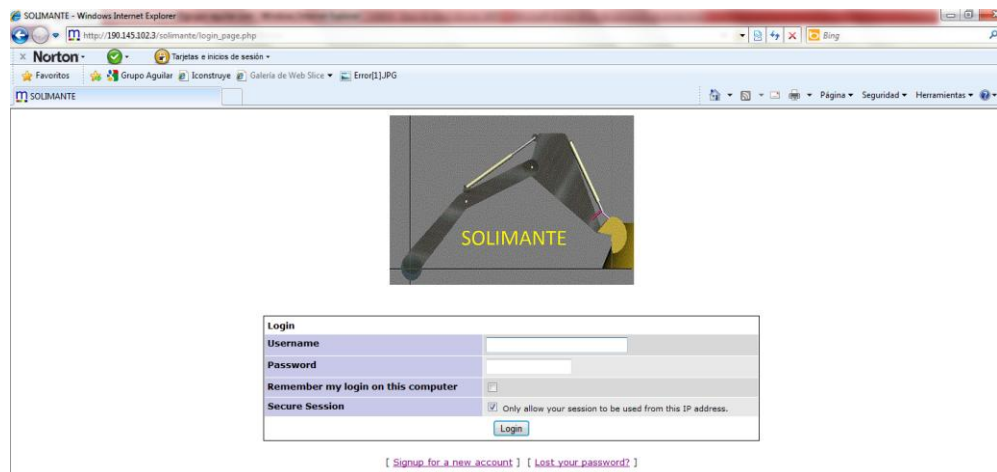
www.solomantenimiento.com

www.adpime.com

ANEXO A. Manual de usuarios para el programa solimante

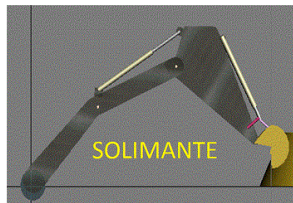
Manual de usuarios para el programa solimante:

- a. Acceso al sistema desde la dirección en internet desde un PC o desde un celular con plan de datos.





- b. Se introduce el usuario y el password para tener acceso a la pantalla que reporta las incidencias



Conectado como: lortiz (Luis Eduardo Ortiz - administrador) 2010-08-29 11:38 COT Proyecto: Todos los Proyectos

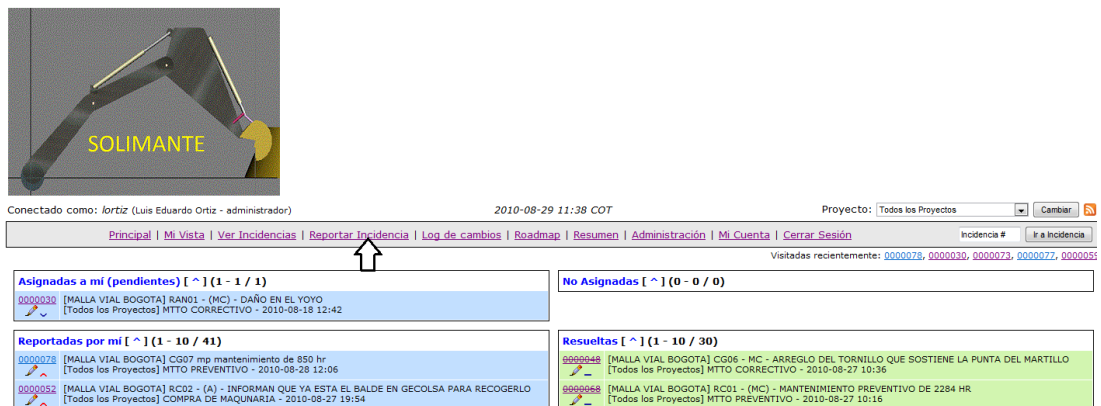
[Principal](#) | [Mi Vista](#) | [Ver Incidencias](#) | [Reportar Incidencia](#) | [Log de cambios](#) | [Roadmap](#) | [Resumen](#) | [Administración](#) | [Mi Cuenta](#) | [Cerrar Sesión](#) Incidencia #

Visitadas recientemente: 0000028, 0000030, 0000023, 0000027, 0000059

Asignadas a mí (pendientes) [^] (1 - 1 / 1)	No Asignadas [^] (0 - 0 / 0)
<p>0000030 [MALLA VIAL BOGOTA] RAN01 - (MC) - DAÑO EN EL YOYO [Todos los Proyectos] MTTO CORRECTIVO - 2010-08-18 12:42</p>	
Reportadas por mí [^] (1 - 10 / 41)	Resueltas [^] (1 - 10 / 30)
<p>0000028 [MALLA VIAL BOGOTA] CG07 mp mantenimiento de 850 hr [Todos los Proyectos] MTTO PREVENTIVO - 2010-08-28 12:06</p> <p>0000052 [MALLA VIAL BOGOTA] RC02 - (A) - INFORMAN QUE YA ESTA EL BALDE EN GECOLSA PARA RECOGERLO [Todos los Proyectos] COMPRA DE MAQUINARIA - 2010-08-27 19:54</p> <p>0000029 [CFCF] CP04 - (MC) - LA MAQUINA PRESENTA FUGAS HIDRAULICAS GRAVES [Todos los Proyectos] MTTO CORRECTIVO - 2010-08-27 19:49</p> <p>0000046 [MALLA VIAL BOGOTA] RC02 - (MC) - INFORMA EL OPERADOR QUE PRESENTA FUGA EN UNA BOTELLA Y BAJO EL ACEITE MOTOR [Todos los Proyectos] MTTO CORRECTIVO - 2010-08-27 14:11</p> <p>0000073 [MALLA VIAL BOGOTA] CP11 - (MC) - ESPEJO RETROVISOR LARGO PARA LA MAQUINA [Todos los Proyectos] MTTO PREVENTIVO - 2010-08-27 12:18</p>	<p>0000048 [MALLA VIAL BOGOTA] CG06 - MC - ARREGLO DEL TORNILLO QUE SOSTIENE LA PUNTA DEL MARTILLO [Todos los Proyectos] MTTO CORRECTIVO - 2010-08-27 10:36</p> <p>0000066 [MALLA VIAL BOGOTA] RC01 - (MC) - MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 2284 HR [Todos los Proyectos] MTTO PREVENTIVO - 2010-08-27 10:16</p> <p>0000044 [MALLA VIAL BOGOTA] COP97 MC Manguera señal aire para cambio [Todos los Proyectos] MTTO CORRECTIVO - 2010-08-25 09:41</p> <p>0000031 [MALLA VIAL BOGOTA] cp08 mp cambio de filtros [Todos los Proyectos] MTTO PREVENTIVO - 2010-08-25 08:45</p> <p>0000047 [PLANTA DE ASFALTO MOSQUERA] CG02 - MC - DAÑO EN CRUCETA O ACOPLER DE CARDAN, PENDIENTE DIAGNOSTICO EXACTO [Todos los Proyectos] MTTO CORRECTIVO - 2010-08-24 10:04</p>

En esta pantalla aparece un cuadro donde se reportan las tareas asignadas al usuario, como también las reportadas por el usuario y las que ya han sido resueltas.

- c. Si el objetivo es reportar una nueva incidencia para tomar una acción preventiva o correctiva de alguna máquina se hace click sobre el cuadro de reportar incidencia.



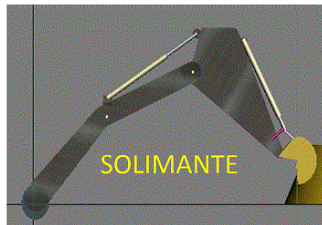
Conectado como: *lortiz* (Luis Eduardo Ortiz - administrador) 2010-08-29 11:38 COT Proyecto: Todos los Proyectos Cambiar

Principal | Mi Vista | Ver Incidencias | **Reportar Incidencia** | Log de cambios | Roadmap | Resumen | Administración | Mi Cuenta | Cerrar Sesión Incidencia # Ir a incidencia

Visitadas recientemente: 0000078, 0000030, 0000073, 0000077, 0000055

Asignadas a mí (pendientes) [^] (1 - 1 / 1) 0000030 [MALLA VIAL BOGOTA] RAN01 - (MC) - DAÑO EN EL YOYO [Todos los Proyectos] MTO CORRECTIVO - 2010-08-18 12:42	No Asignadas [^] (0 - 0 / 0)
Reportadas por mí [^] (1 - 10 / 41) 0000026 [MALLA VIAL BOGOTA] CG07 mp mantenimiento de 850 hr [Todos los Proyectos] MTO PREVENTIVO - 2010-08-28 12:06 0000052 [MALLA VIAL BOGOTA] RC02 - (A) - INFORMAN QUE YA ESTA EL BALDE EN GECOLSA PARA RECOGERLO [Todos los Proyectos] COMPRA DE MAQUINARIA - 2010-08-27 19:54	Resueltas [^] (1 - 10 / 30) 0000048 [MALLA VIAL BOGOTA] CG06 - MC - ARREGLO DEL TORNILLO QUE SOSTIENE LA PUNTA DEL MARTILLO [Todos los Proyectos] MTO CORRECTIVO - 2010-08-27 10:36 0000068 [MALLA VIAL BOGOTA] RC01 - (MC) - MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE 2284 HR [Todos los Proyectos] MTO PREVENTIVO - 2010-08-27 10:16

- d. Al hacer click sobre reportar incidencia se despliega un cuadro de opciones donde aparecen todos los centros de operación donde el departamento de mantenimiento tiene maquinaria. Se debe hacer click sobre el centro de operación donde está la máquina que se quiere reportar, en este caso es la Cantera Salitre Blanco.

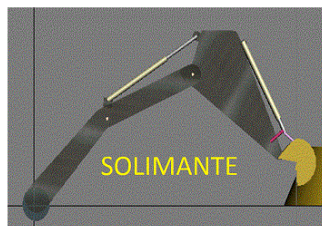


Conectado como: *lortiz* (Luis Eduardo Ortiz - administrador) 2010-08-29 11:49 COT Proyecto: Todos los Proyectos

[Principal](#) | [Mi Vista](#) | [Ver Incidencias](#) | [Reportar Incidencia](#) | [Log de cambios](#) | [Roadmap](#) | [Resumen](#) | [Administración](#) | [Mi Cuenta](#) | [Cerrar Sesión](#) Incidencia #

Seleccionar Proyecto	
Seleccionar Proyecto	CANTERA SALITRE BLANCO
Establecer por defecto.	CANTERA SALITRE BLANCO
	CCFC
	CSO (2010-2011)
	MALLA VIAL BOGOTA
	PLANTA DE ASFALTO MOSQUERA
	TRANSPORTES

- e. Después de asignar el centro de operación se debe hacer click sobre la opción.



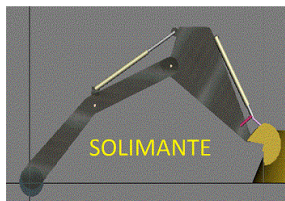
Conectado como: *lortiz* (Luis Eduardo Ortiz - administrador) 2010-09-01 21:02 COT Proyecto: Todos los Proyectos


[Principal](#) | [Mi Vista](#) | [Ver Incidencias](#) | [Reportar Incidencia](#) | [Log de cambios](#) | [Roadmap](#) | [Resumen](#) | [Administración](#) | [Mi Cuenta](#) | [Cerrar Sesión](#) Incidencia #

Seleccionar Proyecto	
Seleccionar Proyecto	CANTERA SALITRE BLANCO
Establecer por defecto.	<input type="checkbox"/>
<input type="button" value="Seleccionar Proyecto"/>	

- f. Habiendo seleccionado el centro de operación donde se encuentra la máquina, aparece una pantalla donde hay varias pestañas desplegadas. La primera pantalla desplegada es la categoría donde se han puesto las posibilidades que se exponen a continuación:

- Alquiler de maquinaria
- Asuntos de personal
- Compra de elementos
- Compra de maquinaria
- Mtto correctivo
- Mtto preventivo
- Reparación total
- Traslado de equipos



Conectado como: *lortiz* (Luis Eduardo Ortiz - administrador) 2010-09-01 21:23 COT Proyecto: CANTERA SALTRE BLANCO 

[Principal](#) | [Mi Vista](#) | [Ver Incidencias](#) | [Reportar Incidencia](#) | [Log de cambios](#) | [Roadmap](#) | [Resumen](#) | [Administración](#) | [Mi Cuenta](#) | [Cerrar Sesión](#) Incidencia #

Visitas recientemente: [0000030](#), [0000088](#), [0000002](#), [0000084](#), [0000076](#)

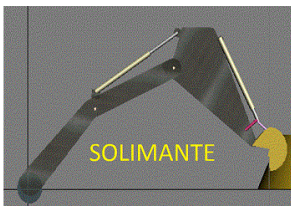
Introduzca los detalles de la incidencia.

*Categoría	(seleccionar)	
Reproducibilidad	(seleccionar)	
Severidad	(Todos los Proyectos) ALQUILER DE MAQUINARIA	
Prioridad	(Todos los Proyectos) ASUNTOS DEL PERSONAL	
Asignar a	(Todos los Proyectos) COMPRA DE ELEMENTOS	
*Resumen	(Todos los Proyectos) COMPRA DE MAQUINARIA	
*Descripción	(Todos los Proyectos) MTTTO CORRECTIVO	
	(Todos los Proyectos) MTTTO PREVENTIVO	
	(Todos los Proyectos) REPARACION TOTAL	
	(Todos los Proyectos) TRASLADO DE EQUIPOS	

g. Una vez escogida la opción de categoría, la segunda pestaña desplegable nos indica la reproducibilidad donde se encuentran las siguientes posibilidades:

- Siempre
- A veces
- Aleatoria
- No se ha intentado

- No reproducible
- Desconocido



Conectado como: lortiz (Luis Eduardo Ortiz - administrador) 2010-09-01 21:23 COT Proyecto: CANTERA SALTRE BLANCO Cambiar

Principal | Mi Vista | Ver Incidencias | Reportar Incidencia | Log de cambios | Roadmap | Resumen | Administración | Mi Cuenta | Cerrar Sesión Incidencia # Ir a Incidencia

Visitadas recientemente: 0000030, 0000058, 0000002, 9999994, 0000075

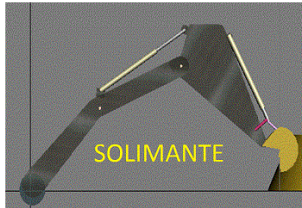
Introduzca los detalles de la incidencia.

* Categoría	[Todos los Proyectos] MTO CORRECTIVO
Reproducibilidad	no se ha intentado
Severidad	siempre
Prioridad	a veces
Asignar a	aleatorio
* Resumen	no se ha intentado
* Descripción	no reproducible
	desconocido

h. La tercera pestaña desplegable nos indica la severidad, donde encontramos las siguientes opciones:

- Funcionalidad
- Trival
- Ajuste
- Menor
- Mayor
- Fallo

- Bloqueo



Conectado como: lortiz (Luis Eduardo Ortiz - administrador) 2010-09-01 21:23 COT Proyecto: CANTERA SALTRE BLANCO Cambiar

[Principal](#) | [Mi Vista](#) | [Ver Incidencias](#) | [Reportar Incidencia](#) | [Log de cambios](#) | [Roadmap](#) | [Resumen](#) | [Administración](#) | [Mi Cuenta](#) | [Cerrar Sesión](#) Incidencia # Ir a Incidencia

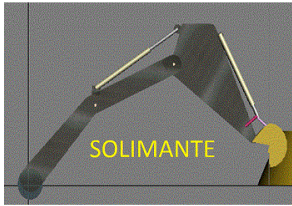
Visitadas recientemente: 0000030, 0000088, 0000002, 0000084, 0000075

Introduzca los detalles de la incidencia.

* Categoría	[Todos los Proyectos] MTTO CORRECTIVO
Reproducibilidad	no se ha intentado
Severidad	fallo
Prioridad	funcionalidad
Asignar a	trivial
* Resumen	texto
* Descripción	ajuste
	menor
	mayor
	fallo
	bloqueo

i. La cuarta pestaña nos da la opción de colocar la prioridad de la solicitud que estamos generando:

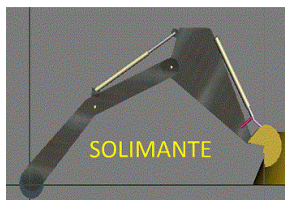
- Ninguna
- Baja
- Normal
- Alta
- Urgente
- Inmediata



Introduzca los detalles de la incidencia.

* Categoría	[Todos los Proyectos] MTTO CORRECTIVO
Reproducibilidad	no se ha intentado
Severidad	fallo
Prioridad	alta
Asignar a	ninguna baja normal alta urgente inmediata
* Resumen	
* Descripción	

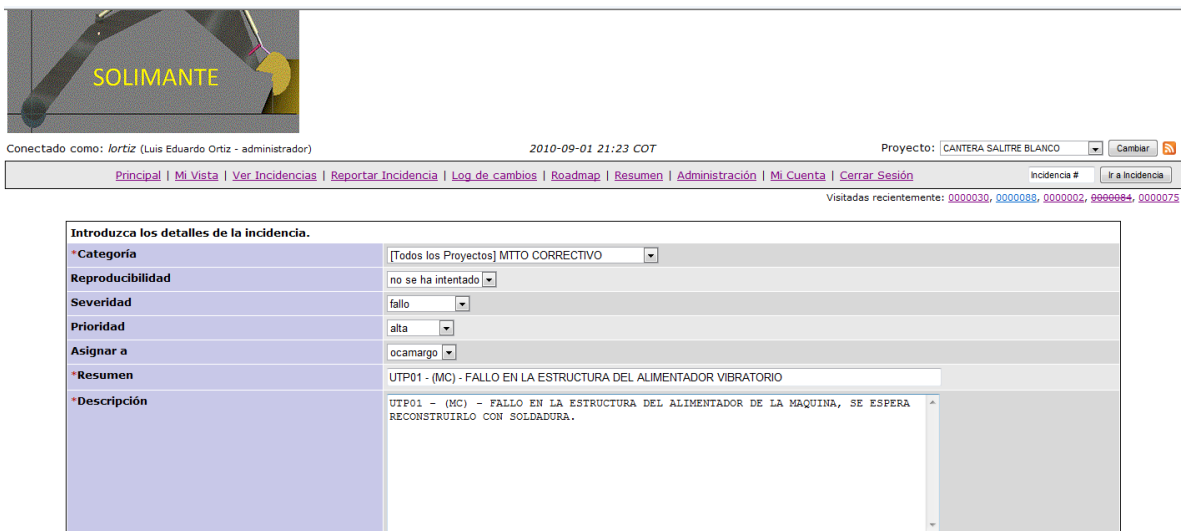
- j. La quinta pestaña nos da la posibilidad de escoger la persona responsable de resolver el trabajo. Estas personas son los integrantes del equipo de mantenimiento que al haberse registrado previamente en el programa y junto con el administrador del sistema se habrá ajustado el perfil para darles los permisos necesarios.



Introduzca los detalles de la incidencia.

* Categoría	[Todos los Proyectos] MTTO CORRECTIVO
Reproducibilidad	no se ha intentado
Severidad	fallo
Prioridad	alta
Asignar a	cgonzalez gforero lortiz nlond ocaman onvera
* Resumen	
* Descripción	

- k. En el campo siguiente se encuentra el resumen, en el cual para facilitar la visualización sobre todo en los dispositivos móviles se coloca el código interno de la máquina, el tipo de solicitud y en pocas palabras un resumen de lo que se está solicitando.
- l. En el campo de descripción se hace un resumen más detallado de la novedad o de la solicitud.



Conectado como: *lortiz* (Luis Eduardo Ortiz - administrador) 2010-09-01 21:23 COT Proyecto: CANTERA SALTRE BLANCO

Principal | Mi Vista | Ver Incidencias | Reportar Incidencia | Log de cambios | Roadmap | Resumen | Administración | Mi Cuenta | Cerrar Sesión

Visitadas recientemente: 0000030, 0000088, 0000002, 9999984, 0000075

Introduzca los detalles de la incidencia.	
* Categoría	[Todos los Proyectos] MITO CORRECTIVO
Reproducibilidad	no se ha intentado
Severidad	fallo
Prioridad	alta
Asignar a	ocamargo
* Resumen	UTP01 - (MC) - FALLO EN LA ESTRUCTURA DEL ALIMENTADOR VIBRATORIO
* Descripción	UTP01 - (MC) - FALLO EN LA ESTRUCTURA DEL ALIMENTADOR DE LA MAQUINA, SE ESPERA RECONSTRUIRLO CON SOLDADURA.

- m. Al finalizar el formulario de reporte de incidencia se encuentra el árbol de equipos de la compañía asignados a ese centro de operación, en el cual mediante el uso de pestañas desplegadas, se encuentran la totalidad de los equipos, identificados por el código interno y una pequeña descripción para su fácil identificación.

Información Adicional	
BULLDOZER	NO APLICA
CAMIONETAS	NO APLICA
CARGADORES	NO APLICA
COMPRESORES	NO APLICA
EQUIPO DE TRITURACION	NO APLICA
PLANTAS ELECTRICAS	MT201 (Trituradora Primaria Hariti) CON03 (Cono Kodiak) LMC01 (Linea Movil de Conos)
RETROCARGADORES	NO APLICA
RETROEXCAVADORAS	NO APLICA
VOLQUETAS FUERA CARRETERA	NO APLICA
Subir Archivo (Tamaño Máximo: 5,000k)	<input type="button" value="Examinar..."/>
Visibilidad	<input checked="" type="radio"/> Público <input type="radio"/> Privado
Continuar reportando	<input type="checkbox"/> Marque para reportar más incidencias
* Requerido	<input type="button" value="Enviar Reporte"/>

- n. Con el fin de finalizar el proceso de envío de la solicitud, ya habiendo puesto toda la información necesaria y obligatoria en los campos se debe ir al botón de enviar reporte. Al momento de hacer click en este botón, inmediatamente se genera un correo electrónico a la persona asignada con el fin de notificarlo de sobre la solicitud.

Resumen				
por Estado	Abiertas	Resueltas	Cerradas	Total
aceptada	2	-	-	2
asignada	23	-	-	23
resuelta	-	24	-	24
por Severidad	Abiertas	Resueltas	Cerradas	Total
funcionalidad	9	2	0	11
trivial	1	0	0	1
ajuste	1	1	0	2
menor	6	9	0	15
mayor	4	6	0	10
fallo	4	3	0	7
bloqueo	0	3	0	3
por Categoría	Abiertas	Resueltas	Cerradas	Total
MTTO CORRECTIVO	11	13	0	24
MTTO PREVENTIVO	11	3	0	14
TRASLADO DE EQUIPOS	0	8	0	8
COMPRA DE MAQUINARIA	1	0	0	1
COMPRA DE ELEMENTOS	2	0	0	2
Estadísticas de Tiempo para Incidencias Resueltas (días)				
Incidencia abierta durante más tiempo	0000006			
por Fecha (días)	Abierto	Resuelto	Balance	
1	0	0	0	
2	1	1	0	
3	1	1	0	
7	6	5	+1	
30	39	20	+19	
60	49	24	+25	
90	49	24	+25	
180	49	24	+25	
365	49	24	+25	
Más Activos				Puntaje
0000002	FR02 - MP - Cambio de aceite de los reductores.			16
0000001	Problemas en la manguera de succion de ACPM			10
0000063	COP07 - (MP) - filtros para mantenimiento de compresor			8
0000141	CANG01 - (MC) - PRESENTA DIFICULTAD Y HUMO AL ENCENDERSE			7
0000038	CG06 - (MC) - PRESENTA FUGA DE ACEITE POR UN MANDO.			6
0000099	rc01 - mc - Persiste la fuga de aceite por el turbo			5
0000144	FR01 - (MC) - LA BOMBA DE AGUA ESTA FUGANDO POR LA EMPAQUETADURA			5
0000075	FS02 - (MP) - MTTO PREVENTIVO DE 1000 HR			5
0000052	RC02 - (A) - INFORMAN QUE YA ESTA EL BALDE EN GECOLSA PARA RECOGERLO			5
0000073	CP11 - (MC) - ESPEJO RETROVISOR LARGO PARA LA MAQUINA			5



- o. El programa nos da la alternativa de ver y filtrar el estado de las solicitudes por centro de costo, por persona encargada , por maquina, por tiempos de ejecución, etc.