

DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA
PLANTA DE TRITURADO Y MAQUINARIA PESADA, EMPRESA
LATINOAMERICANA DE CONSTRUCCIONES S.A. (LATINCO S.A.), SECTOR
CUROS-MÁLAGA (SANTANDER).

ARIS HEITSON PEDRAZA NUÑEZ
EDWIN ORTIZ RUIZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA

2016

DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA
PLANTA DE TRITURADO Y MAQUINARIA PESADA, EMPRESA
LATINOAMERICANA DE CONSTRUCCIONES S.A. (LATINCO S.A.), SECTOR
CUROS-MÁLAGA (SANTANDER).

ARIS HEITSON PEDRAZA NUÑEZ
EDWIN ORTIZ RUIZ

Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico

Director:
CARLOS BORRAS PINILLA, PhD
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA

2016

A Dios, por darnos la vida.

*A Doña Lucrecia Núñez mi Madre y a Don Holman
Pedraza mi Padre, por su incansable esfuerzo en el transcurso de la
vida para lograr mi formación y apoyo incondicional.*

Aris Heitson Pedraza Núñez

A Dios primeramente

*A mis padres Pedro Julio Ortiz M. y Francielina Ruiz C.
por su inalcanzable apoyo brindado en este proceso, porque a pesar de
los obstáculos presentados en este tiempo siempre estuvieron presentes en
mi vida brindándome la confianza y comprensión, jamás tendré como
como agradecerles, los llevo en mi corazón.*

*A mi hermanito del alma, Deixon Ortiz Ruiz, por estar
presente en momentos difíciles, ser un apoyo cada día y creer en mis
capacidades.*

Edwin Ortiz Ruiz

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Carlos Borrás Pinilla, PhD, Director de proyecto, por su dedicación, asesoría y apoyo en este proceso.

Al Ingeniero Juan Gabriel Gómez García, director de obra, por su apoyo brindado durante este proceso y brindarnos la oportunidad de realizar este proyecto.

Al Ingeniero Edgar Mauricio Méndez M. jefe de mantenimiento, por la colaboración brindada, asesorías y entrega de información necesaria para la realización de este proyecto.

A mi familia por el apoyo brindado en momentos difíciles.

A mis amigos que brindaron acompañamiento a través del tiempo, contribuyendo con su apoyo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	23
1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	24
1.1. MISIÓN	25
1.2. VISIÓN	26
1.3. RECONOCIMIENTOS Y CERTIFICACIONES.	26
1.4. SERVICIOS DE LATINOAMERICANA DE CONSTRUCCIONES	27
1.5. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	27
1.6. SERVICIOS	28
1.7. PROCESO DE EXPLOTACIÓN	29
1.7.1 Explotación.	30
1.7.2 Acopio de material.	30
1.7.3 Trituración.	30
1.7.4 Molienda.	31
1.7.5 Clasificación.	31
1.8. EQUIPOS	31
2. JUSTIFICACIÓN	33
3. OBJETIVOS DE TRABAJO DE GRADO	34
3.1 OBJETIVO GENERAL	34
3.1.1. Objetivos específicos	34

4.	DIAGNOSTICO DEL MANTENIMIENTO	35
4.1.	METODOLOGÍA PARA LA AUDITORIA DE MANTENIMIENTO	35
4.2.	CALIFICACIÓN PARA LA AUDITORIA DE MANTENIMIENTO	36
4.2.1.	Análisis de conformidad.	36
4.3.	EVALUACIÓN DE LA AUDITORIA	37
4.3.1	Estudio el personal del departamento de mantenimiento.	38
4.3.2	Análisis de los medios técnicos empleados por el mantenimiento.	39
4.3.3	Mantenimiento preventivo y el plan de mantenimiento.	39
4.3.4	La organización del mantenimiento correctivo.	39
4.3.5	Procedimiento de mantenimiento. .	39
4.3.6	Análisis del sistema de información.	39
4.3.7	Análisis del stock de repuesto.	40
4.3.8	Análisis de resultados de mantenimiento.	40
4.4.	RESULTADO DE LA AUDITORIA	40
4.4.1	Resultado índice de conformidad.	40
4.4.2	Resumen de resultados de mantenimiento.	41
5.	CODIFICACIÓN E INVENTARIO	44
5.1.	CODIFICACIÓN DE EQUIPOS	44
5.1.1	Método de codificación para los equipos.	44
5.2.	INVENTARIO	47
5.2.1	Inventario de equipos.	48
5.2.2.	Inventario de instalación.	49
5.2.3	Inventario de herramientas.	49

5.3. FORMATO DE INSPECCIÓN	50
5.3.1 Resultado de la inspección de equipos.	52
5.3.1. Análisis de resultados para el diagnóstico de inspección de los equipos.	53
6. ANÁLISIS DE CRITICIDAD	54
6.1. APLICACIÓN DIAGRAMA DE PARETO	54
6.1.1 Flujo grama de Pareto. .	55
6.1.2 Análisis de Pareto por fallas.	55
6.1.3 Identificación de factores.	56
6.1.4 Calculo de los porcentajes.	
6.1.5 Análisis de Pareto por costos.	58
6.2. ANÁLISIS DE CRITICIDAD POR FACTORES PONDERADOS	60
6.2.1 Clasificación de los equipos según criticidad.	61
6.2.2 Implementación del análisis de criticidad.	62
6.2.3 Frecuencia de falla (FF).	63
6.2.4 Impacto operacional (IO).	63
6.2.5 Impacto por flexibilidad operacional (FO).	63
6.2.6 Impacto en costos de mantenimiento (CM).	63
6.2.7 Impacto en seguridad, higiene y ambiente (SHA).	63
6.2.8 Matriz de criticidad.	65
6.2.9 Resultado del análisis de criticidad.	66
6.2.10 Clasificación de los equipos según su criticidad.	67
6.3. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	68
7. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA DE TRITURADO	70

7.1. HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	71
7.1.1. Tipos de Mantenimiento.	71
7.2. DOCUMENTACIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO	74
7.2.1 Hoja de vida.	74
7.2.2 Ficha técnica.	75
7.2.3 Orden de trabajo.	76
7.3. PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	77
7.3.1 Equipos para mantenimiento preventivo.	78
7.3.2 Revisiones para la operación diaria.	79
7.3.3 Intervalos de mantenimiento.	80
8. SISTEMA DE INFORMACIÓN	83
8.1. HERRAMIENTA SOFTWARE	83
8.1.1 Programación PHP.	83
8.1.2 Base de datos PostgreSQL y MYSQL.	84
8.2. SISTEMA COMPUTARIZADO PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA LATINOAMERICANA DE CONSTRUCCIONES S.A.	88
8.2.1 Diagrama de módulos base datos.	89
8.2.2. Módulo de la Plataforma.	90
8.2.3. Diagrama de flujo.	96
9. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	100
9.2. INDICADORES DE GESTIÓN	101
9.2.2 Mantenibilidad.	103

9.2.3	Confiabilidad.	104
9.2.4	Rendimiento Horas-Hombre.	104
9.3.	ANÁLISIS DE COSTOS	104
9.4.	IMPLEMENTACIÓN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	108
9.4.1.	Plazo de Recuperación.	111
9.4.2.	Valor Actual Neto.	112
9.4.3.	Tasa Interna de Retorno.	113
10.	CAPACITACIÓN	117
11.	CONCLUSIONES	118
12.	RECOMENDACIONES	120
	BIBLIOGRAFÍA	122
	ANEXOS	123

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1.Ubicación de la empresa	24
Figura 2.Ubicación de la obra	25
Figura 3. Organigrama de la empresa	27
Figura 4. Acopio de material	30
Figura 5: Planta de triturado	30
Figura 6. Proceso de producción	31
Figura 7. Resultado de auditoria	.42
Figura 8. Nomenclatura de equipos	.45
Figura 9. Codificación cargador	45
Figura 10. Diagrama de flujo para la construcción de un diagrama de Pareto	55
Figura 11. diagrama de pareto, equipos con mayor falla	57
Figura 12. Diagrama de Pareto por costos	59
Figura 13. Modelo de factores ponderados basado en el concepto de riesgo	61
Figura 14. Matriz de criticidad	.65
Figura 15. matriz de criticidad	.68
Figura 16. Esquema organizacional mantenimiento preventivo	70
Figura 17. Clasificación del mantenimiento	74
Figura 18. Componentes sistema PostgreSQL	85
Figura 19. Flujo grama sistema de información	.88
Figura 20. Modelado de la programación	89
Figura 21. Ingreso a la plataforma web	90
Figura 22. Menú principal	91
Figura 23. Registro de equipos	.91
Figura 24. Registro del equipo agregado	92
Figura 25. Submenús del sistema	92
Figura 26. Modulo equipo	93

Figura 27. Modulo operacional	93
Figura 28. Módulo de mantenimiento	94
Figura 29. Modulo orden de trabajo	.95
Figura 30. Elaboración orden de trabajo	95
Figura 31. Modulo proveedor	96
Figura 32. Diagrama flujo ingreso de datos	97
Figura33. Diagrama de flujo modulo orden de trabajo	.98
Figura 34. Diagrama de flujo modulo equipo	..99
Figura 35. Ciclo de gestión de mantenimiento	100
Figura 36. Disponibilidad equipos	.103
Figura 37. Comparación de costos generales de los equipos	107
Figura 38. Diagrama flujo de caja	116

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción de equipos en planta triturada	32
Tabla 2: Proceso de calificación	36
Tabla 3: Criterios de conformidad	37
Tabla 4: Auditoria para el personal departamento de mantenimiento	38
Tabla 5: Resultado auditoria	40
Tabla 6: resultados auditoria	41
Tabla 7: Promedio IC de cada sección	41
Tabla 8. Codificación de área	46
Tabla 9. Clasificación general de equipos	46
Tabla 10. Codificación de equipos	47
Tabla 11. Inventario de equipos	48
Tabla 12. Inventario de instalación	49
Tabla 13. Inventario de herramientas	49
Tabla 14. Formato inspección	51
Tabla 15. Resultado inspección	52
Tabla 16. Análisis de Pareto por fallas	56
Tabla 17. Análisis de Pareto por costos	58
Tabla 18. Encuesta de factores ponderados	64
Tabla 19. Resultado de encuesta análisis de criticidad	66
Tabla 20. Clasificación de los equipos	67
Tabla 21. Formato hoja de vida	75
Tabla 22. Formato ficha técnica	76
Tabla 23. Formato orden de trabajo	77
Tabla 24. Equipos para mantenimiento preventivo	78
Tabla 25. Inspección de mantenimiento planta triturado	79
Tabla 26. Rutinas de mantenimiento planta de triturado	81

Tabla 27. Disponibilidad equipos planta de triturado	102
Tabla 28. Costo de mantenimiento de operarios por sistema intervenido junio	105
Tabla 29. Costo de mantenimiento de operarios por sistema intervenido julio	106
Tabla 30. Costo de mantenimiento operarios por sistema intervenido agosto	106
Tabla 31. Costos generales de equipos	107
Tabla 32. Valor equipos planta de triturado	109
Tabla 33. Inversión implementada en el plan de mantenimiento	114
Tabla 34. Resultados VAN, TIR, PAYBACK	115

LISTA DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1. Índice de conformidad	37
Ecuación 2. Porcentaje relativo	56
Ecuación 3. Consecuencia de falla	63
Ecuación 4. Criticidad ponderada	65
Ecuación 5. Disponibilidad	102
Ecuación 6. Tiempo medio para reparar TMRP	103
Ecuación 7. Tiempo promedio entre fallas	104
Ecuación 8. Tiempo horas/ hombre	104
Ecuación 9. Valor actual neto	112

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Encuesta auditoria de mantenimiento	124
ANEXO B. Formato de inspección	128
ANEXO C. Fichas técnicas	132
ANEXO D. Plan de mantenimiento preventivo	143
ANEXO E. Manual de usuario	151

RESUMEN

TÍTULO: DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA DE TRITURADO Y MAQUINARIA PESADA, EMPRESA LATINOAMERICANA DE CONSTRUCCIONES S.A. (LATINCO S.A.), SECTOR CUROS-MÁLAGA (SANTANDER).¹

AUTORES

ARIS HEITSON PEDRAZA, Núñez

EDWIN ORTIZ, Ruiz **

PALABRAS CLAVES

Mantenimiento preventivo, Sistema de información, manejo de inventario Criticidad de equipos.

DESCRIPCIÓN

La empresa latinoamericana de construcciones S.A. cuenta con equipos de maquinaria pesada y planta de triturado para la producción de materia prima esencial para labor desarrollada en la construcción de infraestructura vial para el desarrollo del país, además de esto cuenta con otros tipos de vehículos y maquinaria, lo cual tiene como objetivo acoplarse para las actividades diarias.

Para desarrollar las actividades de infraestructura y cumplir con los objetivos propuestos se necesita contar con: confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad de los equipos dentro de la planta, por esto dentro de la investigación se planteó desarrollar un plan de mantenimiento preventivo el cual permita hacer más eficiente estos indicadores de gestión y por ende aumentar la eficiencia de la empresa y contribuir con su desarrollo.

Este trabajo de grado inicia con las generalidades en la planta de triturado en el sector el cual se desarrolla este trabajo. Se plantea la problemática, objetivos y justificación de una solución. La gestión de mantenimiento consiste en implementar, controlar y mejorar la disponibilidad de los equipos, encaminados en garantizar el correcto funcionamiento, dentro de esto se hace un diagnostico el cual evalúa el mantenimiento, estado de equipos, codificación correcta y actualización en los diseños de hojas de vida, fichas técnicas, ordenes de trabajo. Generando un análisis de criticidad para determinar los equipos más críticos que afectan las actividades diarias en la empresa, posteriormente se elaboró un sistema de información basada en un lenguaje de programación PHP con base de datos MYSQL el cual sirve para archivar, organizar y procesar la información correspondiente en la planta de trituración y la maquinaria que actúa en el proceso de producción de la materia base para la construcción vial facilitando toma de decisiones.

¹ Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Ing. PhD Carlos Borrás Pinilla

ABSTRACT

TITLE: DEVELOPMENT PLAN FOR PREVENTIVE MAINTENANCE CRUSHING PLANT AND HEAVY MACHINERY, AMERICAN CONSTRUCTION COMPANY SA (LATINCO S.A.) SECTOR CUROS-MALAGA (SANTANDER).*

AUTHORS

ARIS HEITSON PEDRAZA, Núñez

EDWIN ORTIZ, Ruiz **

KEYWORDS

Preventive maintenance, system information, inventory management equipment criticality.

DESCRIPTION

Latin American construction company S.A. has heavy machinery and equipment crushing plant for the production of essential raw material for work during the construction of road infrastructure development in the country, besides this has other types of vehicles and machinery, which aims to engage for daily activities.

To develop infrastructure activities and fulfill the objectives need to have: driveability, availability and maintainability of the equipment inside the plant, so in the investigation they proposed to develop a preventive maintenance plan which allows more efficient these indicators and thus increase the efficiency of the company and contribute to its development.

This work begins with an overview degree in plant crushed in the sector which this work is developed. The problems, objectives and rationale for a solution arises. The maintenance management is to implement, monitor and improve the availability of equipment, aimed at ensuring the proper functioning within this a diagnosis which evaluates maintenance, state of equipment, proper coding and updating designs makes leaves life, technical specifications, work orders. Creating a criticality analysis to determine the most critical equipment affecting daily activities in the company, then an information system based on PHP programming language MySQL database which is used to archive, organize and process information was developed corresponding to the crushing plant and machinery operating in the production process of the base material for road construction facilitating decision making.

* Thesis of Degree

** Faculty of Physical Engineering Mechanics, School of Engineering, Director: Mr. Ing. PhD. Carlos Borrás Pinilla

INTRODUCCIÓN

La construcción de obras permite el desarrollo regional, el mejoramiento de la calidad de vida dentro de una comunidad, la parte fundamental de una empresa consiste en el correcto funcionamiento de sus equipos, para el desarrollo de sus actividades que se presentan.

La empresa latinoamericana construcciones S.A. (LATINCO) es una empresa colombiana que cuenta con obras a nivel nacional, Contribuyendo con el desarrollo de actividades en el sector de construcción de obras civiles, esta cuenta con equipos como; maquinaria pesada, maquinaria de producción (materia base), vehículos de transporte para las actividades que desempeña.

La maquinaria al ser de trabajo pesado aumenta el desgaste de sus componentes presentando fallas no previstas, generando paradas en el proceso de producción y actividades diarias, se busca mediante la implementación del plan de mantenimiento garantizar y prevenir paradas que afecten directamente el funcionamiento del equipo.

Por lo anterior se realiza un plan de mantenimiento preventivo para la planta de triturado y maquinaria pesada de la empresa latinoamericana de construcciones S.A. que permita establecer una vida útil de los equipos haciéndolos más eficiente. Por otro lado disminuir costos de mantenimiento innecesarios por paradas de la maquinaria, generando mayor confiabilidad y aprovechando al máximo los pasivos con lo que cuenta la planta y así lograr aumentar los activos dentro de la empresa.

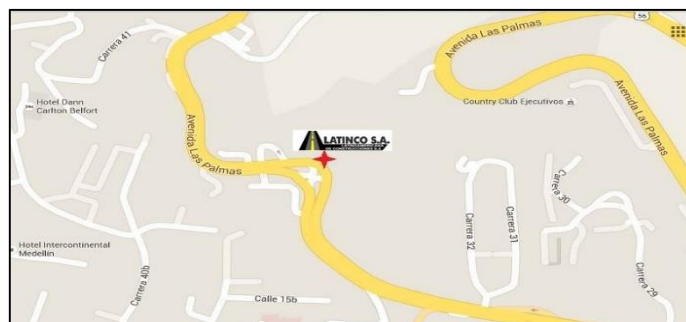
1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Fundada en junio del año 1994 en la ciudad de Medellín, gracias a la visión de ingenieros sobre la necesidad del país en obras de infraestructura vial que permita mejorar la calidad de vida a través del desarrollo y el progreso de las comunidades.

La compañía Inicia su operación en la construcción de vías con una flota de maquinaria reducida y como subcontratista de empresas de más envergadura y representatividad en el sector.

La firma adquirió experiencia en su área contando con un equipo cada vez más competente direccionado bajo principios éticos y profesionales da el paso de subcontratista a contratista con el sector público y privado a lo largo y ancho de todo el territorio colombiano, incorporando comportamientos organizacionales de responsabilidad, desarrollo e innovación. Para el año 2020 LATINCO S.A. se consolida en el sector como una de las empresas más importantes del país siendo accionista y constructor de importantes concesiones viales en Colombia.

Figura 1. Ubicación de la empresa



Fuente: <http://www.latinco.com>.

Figura 2. Ubicación de la obra



1.1. MISIÓN²

Mejorar el desarrollo y calidad de vida de Colombia, facilitando la unión de sus pueblos y ciudades mediante la construcción de infraestructura vial.

Lo hacemos cumpliendo requisitos de:

- Especificaciones técnicas, legales y contractuales.
- Plazos establecidos

Logrando y mejorando:

- La satisfacción de nuestros clientes.
- La Infraestructura y procesos eficientes, en condiciones sanas y seguras y en armonía con el ambiente.
- La competencia y motivación del personal
- La participación en el mercado objetivo
- La rentabilidad.

² Latinco [En línea] <http://www.latinco.co/#nuestro-trabajo> [citado 15 septiembre de 2015]

1.2. VISIÓN

En el 2025, ser una empresa de construcción y mejoramiento de infraestructura para el desarrollo de la competitividad, con diferenciación de productos y servicios, reconocida por su innovación, calidad, oportunidad y adaptabilidad socio ambiental, consolidada en Colombia y con proyección internacional.

1.3. RECONOCIMIENTOS Y CERTIFICACIONES³.

LATINCO S.A desde el año 1998 se encuentra certificada bajo la norma internacional ISO 9001 manteniendo y asegurando la calidad al interior de sus procesos. Desde el año 2007 asume la responsabilidad de la seguridad industrial y la salud ocupacional de sus empleados mediante procesos sanos y seguros certificados por la norma internacional OHSAS 18001, finalmente desde el año 2010 logra la integralidad de sus Sistema de Gestión Integral (SGI) certificándose en la norma internacional ISO 14001 de Gestión Ambiental garantizando la conciencia y los comportamientos sustentables de manera ambiental al interior de nuestros procesos.

Para el año 2011, LATINCO S.A alcanza el reconocimiento por parte del Consejo Colombiano de Seguridad a través del cumplimiento de la Guía RUC (Registro Uniforme de Contratistas) por encima del 91% asegurando para el sector de Hidrocarburos y Minero Energético la implementación de los estándares de desempeño requeridos para lograr la efectividad y calidad de las operaciones desarrolladas, de acuerdo con la guía del Sistema de Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente.

³ Latinco [En línea] <http://www.latinco.co/#nuestro-trabajo> [citado 15 septiembre de 2015]

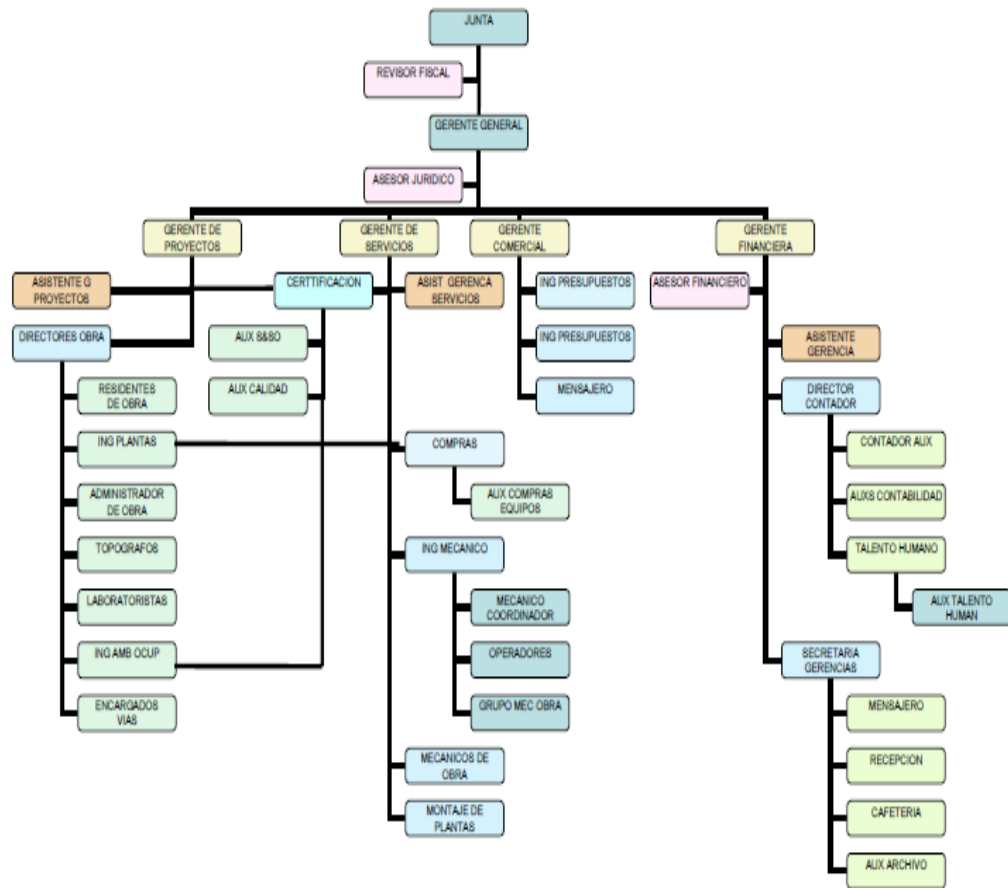
1.4. SERVICIOS DE LATINOAMERICANA DE CONSTRUCCIONES

A lo largo de nuestros años de existencia, hemos participado en la ejecución de grandes proyectos de interconexión vial en carreteras de orden nacional, secundario y urbano. Se cuenta con la experiencia, los recursos y el equipo especializado requerido para atender diversas actividades

1.5. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

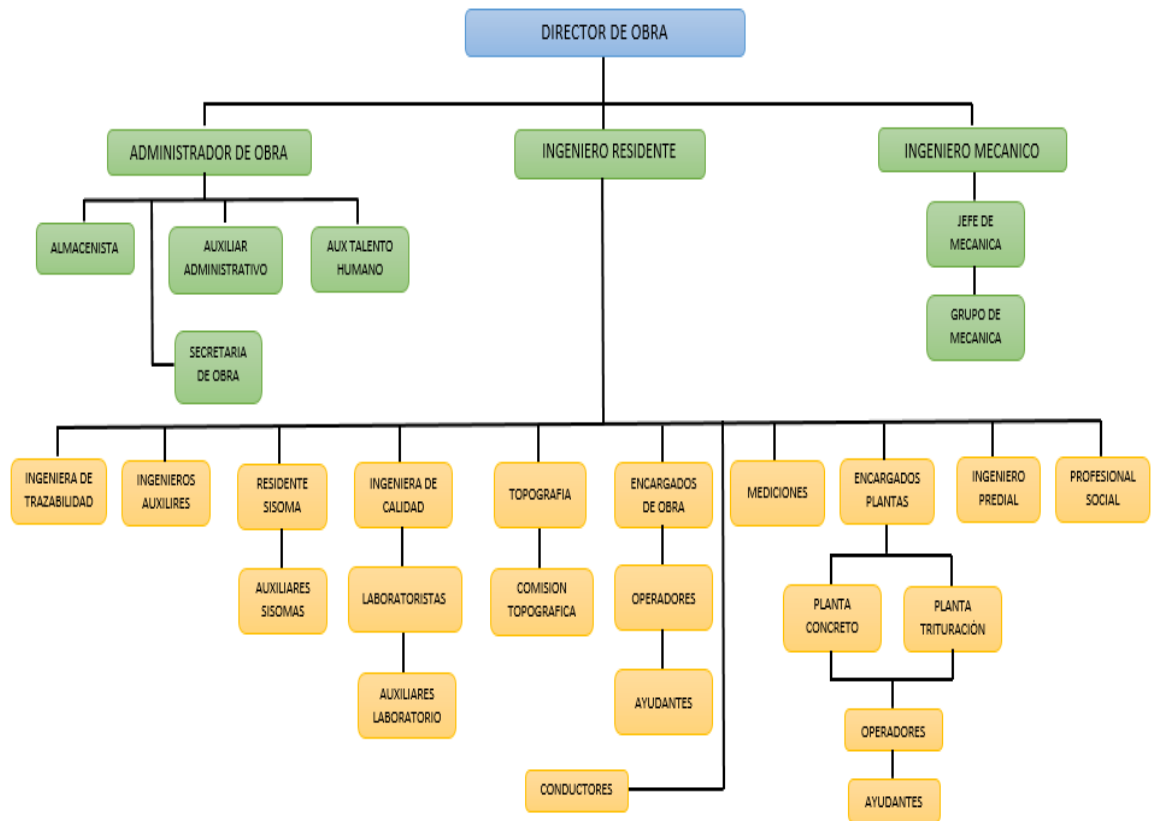
Continuación se muestra detalladamente la conformación del personal en la empresa.

Figura 3. Organigrama de la empresa



Fuente: Latino S. A

Figura 4. Organigrama planta de triturado



Fuente: Latinco S.A

1.6. SERVICIOS

La empresa cuenta en su línea de servicios con la ejecución de obras de infraestructura vial, dentro de la cual ofrece:

- ❖ Mantenimientos viales.
- ❖ Construcción de vías.
- ❖ Rehabilitación, mantenimiento y construcción de puentes.
- ❖ Obras de urbanismo.
- ❖ Construcción de redes de acueducto y alcantarillado.
- ❖ Producción de mezcla asfáltica.

- ❖ Producción de agregados.
- ❖ Producción de emulsión asfáltica.

El frente de trabajo Málaga-curos está dedicada a la construcción vial, actualmente implementando el mejoramiento de puntos críticos a lo largo de vía, se ejecutan tareas de mantenimiento, construcción y estabilización de talud la cual demandan gran cantidad de maquinaria de todo tipo especialmente la de trabajo pesado.

Es así como se decide montar una planta principal de producción de materia prima la cual permita acceder más rápidamente a los materiales de trabajo y por ende es necesario realizar planes de mantenimiento que requieren ser ejecutados para dar cumplimiento a los cronogramas estipulados. La clasificación de la maquinaria se determina como maquinaria estática (plata de concreto y de trituración), y maquinaria rodante (volquetas, excavadoras, bulldózer, camiones, etc...), entre otros.

1.7. PROCESO DE EXPLOTACIÓN

LATINCO S.A. tiene su producción de materia base de agregados, con una capacidad de producción diaria de 400 m³/día, durante este proceso intervienen diferentes equipos que actúan en diferentes zonas de trabajo dentro de la planta y el proceso de producción se divide en sus siguientes bloques:

- ❖ Explotación
- ❖ Acopio de material
- ❖ Trituración
- ❖ Molienda
- ❖ Clasificación
- ❖ Almacenamiento

1.7.1 Explotación. El material es sacado del rio por medio de excavadoras y cargado por volquetas articuladas (Caterpillar), su objetivo principal es sacar la roca del rio y trasportarla hasta el acopio de material.

1.7.2 Acopio de material. El material proveniente de la explotación es trasportado al patio de acopio por la volquetas articuladas, donde el material es almacenado y acomodado por el cargador para tener acumulado el material.

Figura 4. Acopio de material



1.7.3 Trituración. El material es trasportado y descargado hasta la tolva de gruesos y por medio de los martillos se descompone en partículas más pequeñas, los calibres del material son ajustados dentro de esta sección para pasar al siguiente proceso.

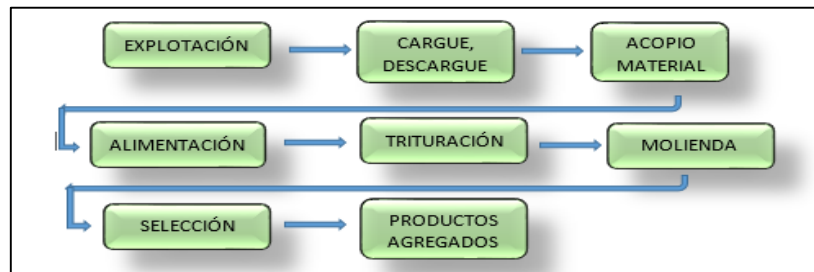
Figura 5: Planta de triturado



1.7.4 Molienda. Descargado el material en la tolva, se transporta hacia el martillo o molino donde su función es convertir el material más delgado de acuerdo a la características que se necesiten y se desplaza hacia la zaranda.

1.7.5 Clasificación. En este proceso la función principal es seleccionar el material en diferentes tipos de grano este proceso se ejecuta dentro de la zaranda que por medio de vibración, esto hace pasar el material por clasificadores para su disposición final, todo este proceso se ejecuta por transmisión de correas y motores eléctricos.

Figura 6. Proceso de producción



1.8. EQUIPOS








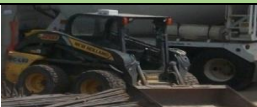


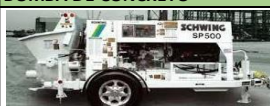






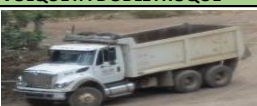



La empresa cuenta y administra sus equipos propios, son de gran valor para las funciones que ellos realizan en las diferentes áreas de servicios que prestan, contando con diferentes tipos de maquinaria para la construcción obras civiles.

La descripción de los equipos se puede (ver tabla1). Prestan servicios como:

- ❖ construcción y mantenimiento de vías
- ❖ Actividades de transporte
- ❖ Fabricación de materiales base
- ❖ Transporte de personal

Todos estos servicios son prestados tanto como el sector público como el sector privado.

Tabla 1. Descripción de equipos en planta triturada

		DESCRIPCION MAQUINARIA PESADA	
CARGADOR		PLANTA DE TRITURADO	
	AÑO: 2012 MARCA: CATERPILLAR MODELO: 950H CAPACIDAD: COMBUSTIBLE: ACPM		AÑO: 1995 MARCA: ASTECNIA-TELESMITH MODELO: 36JJGCC CAPACIDAD: COMBUSTIBLE:
EXCAVADORA		PLANTA DE CONCRETO	
	AÑO: 2014 MARCA: KOBELCO MODELO: SK350LC CAPACIDAD: 280HP COMBUSTIBLE: ACPM		AÑO: 2013 MARCA: ACROSS MODELO: ADC-III-40-2 CAPACIDAD: COMBUSTIBLE:
EXCAVADORA		CAMION HORMIGUERO	
	AÑO: 2011 MARCA: CATERPILLAR MODELO: 324DL CAPACIDAD: COMBUSTIBLE: ACPM		AÑO: 2012 MARCA: INTERNATIONAL MODELO: 7600 CAPACIDAD: COMBUSTIBLE: ACPM
MINICARGADOR		BULLDOZER	
	AÑO: 2013 MARCA: NEW HOLLAND MODELO: L218 CAPACIDAD: COMBUSTIBLE: ACPM		AÑO: 1998 MARCA: CATERPILLAR MODELO: D6H CAPACIDAD: 165HP COMBUSTIBLE: ACPM
VOLQUETA ARTICULADA		BOMBA DE CONCRETO	
	AÑO: 2003 MARCA: TEREX MODELO: TA27 CAPACIDAD: 330HP COMBUSTIBLE: ACPM		AÑO: 2013 MARCA: SCHWING MODELO: SP500 CAPACIDAD: 80HP COMBUSTIBLE:
VOLQUETA ARTICULADA		TORRE DE ILUMINACION	
	AÑO: 2007 MARCA: CATERPILLAR MODELO: 730 CAPACIDAD: 317HP COMBUSTIBLE: ACPM		AÑO: 2013 MARCA: ALMAND BROS MODELO: KUBOTA 3CYL CAPACIDAD: 12 VOLTIOS COMBUSTIBLE:
VOLQUETA ARTICULADA		CARROTANQUE	
	AÑO: 2008 MARCA: CATERPILLAR MODELO: 730 CAPACIDAD: 317HP COMBUSTIBLE: ACPM		AÑO: 2013 MARCA: INTERNATIONAL MODELO: 4300 CAPACIDAD: 250HP COMBUSTIBLE: ACPM
VOLQUETA DOBLETROQUE		CAMIONETA	
	AÑO: 2006 MARCA: INTERNATIONAL MODELO: 7600 CAPACIDAD: 350HP COMBUSTIBLE: ACPM		AÑO: 2014 MARCA: TOYOTA MODELO: HILUX DC 4X4 CAPACIDAD: COMBUSTIBLE: ACPM
VOLQUETA DOBLETROQUE		(2)CAMION	
	AÑO: 2007 MARCA: INTERNATIONAL MODELO: 7600 CAPACIDAD: 350HP COMBUSTIBLE: ACPM		AÑO: 2014 MARCA: CHEVROLET MODELO: NKR CAPACIDAD: COMBUSTIBLE: ACPM
(3)VOLQUETA DOBLETROQUE		VOLQUETA DOBLETROQUE	
	AÑO: 2013 MARCA: INTERNATIONAL MODELO: 7600 CAPACIDAD: 350HP COMBUSTIBLE: ACPM		AÑO: 2011 MARCA: INTERNATIONAL MODELO: 7600 CAPACIDAD: 350HP COMBUSTIBLE: ACPM

2. JUSTIFICACIÓN

Los problemas asociados al mantenimiento de equipos aparecen constantemente, lo cual es necesario orientarnos a la solución de problemas, mediante el trabajo de grado, se busca garantizar la evaluación de la maquinaria; diagnóstico, mantenimiento y tratar de determinar posibles fallos, siendo este el objetivo principal del plan de mantenimiento.

La implementación del plan de mantenimiento busca una mejora continua en la empresa con proyectos desarrollados por estudiantes que permita aplicar sus conocimientos adquiridos, se pretende a corto plazo aumentar el rendimiento, disponibilidad y disminución de tiempos muertos de la maquinaria, mejorando la calidad y dando cumplimiento a la demanda de trabajo existente.

La propuesta del plan de mantenimiento preventivo tiene como un fin determinar un inventario, análisis y codificación, mano de obra existente en la planta, buscando una reducción de tiempo, analizando las ventajas derivadas de la aplicación del proyecto; es necesario aclarar con la implementación del plan de mantenimiento propuesto se aumenta la disponibilidad de la maquinaria beneficiando a la empresa, previendo un aumento de las obras visionado por la empresa.

3. OBJETIVOS DE TRABAJO DE GRADO

3.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir al compromiso misional de la universidad industrial de Santander realizando una participación activa a través del fortalecimiento de las relaciones con la industria, aportando a la empresa Latinoamericana de construcciones S.A. (LATINCO S.A.), el desarrollando de un plan de mantenimiento preventivo para la planta de triturado y maquinaria tipo pesada.

3.1.1 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del estado actual del mantenimiento en la planta piloto de triturado de la empresa LATINCO S.A. para determinar el estado y las condiciones de cada máquina.
- Elaborar el inventario, codificación, fichas técnicas y hojas de vida de la maquinaria que hacen parte de la planta de triturado de LATINCO S.A. el cual establezca una identificación e historial de cada máquina.
- Efectuar un análisis de criticidad basada en método de Pareto y método de factores ponderados clasificándola en alta, media y baja criticidad
- Desarrollar e Implementar un sistema de información para el mantenimiento preventivo de la maquinaria tipo pesada y planta de triturado de LATINCO S.A. mediante una plataforma web basado en lenguaje PHP con base de datos MYSQL, que contenga los siguientes módulos: indicadores de gestión, fichas técnicas, hojas de vida, orden de trabajo, inventario, costos, historial de la máquina, mantenimiento preventivo (Planeación y programación).
- Capacitar al personal de mantenimiento de la empresa LATINCO S.A. en el sistema de información implementado.

4. DIAGNOSTICO DEL MANTENIMIENTO

El diagnostico de mantenimiento en la planta de triturado se realizó mediante una auditoria de mantenimiento para identificar fallos en los proceso de mantenimiento y así tener claridad de los puntos fuertes y débiles.

4.1. METODOLOGÍA PARA LA AUDITORIA DE MANTENIMIENTO⁴

Para realizar la auditoria de mantenimiento es necesario contar con los siguientes parámetros que realiza la encuesta propuesta por RENOVETEC en mantenimiento industrial.

Se desarrolló un análisis fundamentado en las preguntas de auditoria de mantenimiento, se diagnostica cada encuesta de acuerdo al número ítems para cada tabla y se realiza su respectiva ponderación de acuerdo lo estipulado por los criterios de conformidad (ver tabla 3).

- Estudio del personal del departamento de mantenimiento
- Análisis de los medios técnicos empleados por el mantenimiento
- El mantenimiento preventivo y el plan de mantenimiento
- La organización del mantenimiento correctivo
- Procedimiento de mantenimiento
- Análisis del sistema de información
- Análisis del stock de repuesto
- Análisis de resultados de mantenimiento

⁴ [Citado 10 de julio de 2015] Disponible en [http://www.renovetec.com/auditoria de mantenimiento/auditorias de mantenimiento.html](http://www.renovetec.com/auditoria%20de%20mantenimiento/auditorias%20de%20mantenimiento.html)

Realizado los puntos anteriores de la auditoria de mantenimiento, se puede diagnosticar fortalezas y debilidades en el área de mantenimiento, posteriormente hacer sus respectivas mejoras.

4.2. CALIFICACIÓN PARA LA AUDITORIA DE MANTENIMIENTO

De acuerdo a la auditoria aplicada se establecen los siguientes valores para determinar el índice de conformidad.

Dada la encuesta se debe calificar cada pregunta de la siguiente manera, se tiene cuatro posibles valores:

Tabla 2: Proceso de calificación

PREGUNTA	0	1	2	3
1	Deficiente	Desfavorable (cambio)	Aceptable (mejorable)	Favorable

Los puntos que estén entre 0 y 1 deben ser criterios de evaluación y de mejora continua para posteriormente realizarse una nueva auditoría al cabo de un corto tiempo; comprobando especialmente los resultados de los puntos desfavorables, el punto más importante de una auditoria de mantenimiento es el plan de acción, en el que identifica los problemas que se detectan en la gestión de mantenimiento de una empresa y como se busca la solución⁵.

Análisis de conformidad. De acuerdo a los valores (ver tabla 2), se realizó la encuesta de mantenimiento, se procede a realizar el análisis de conformidad dentro de la planta.

⁵ Ibid., p. 7.

Ecuación 1. Índice de conformidad

$$\text{Índice Conformidad} = \# \text{ puntos obtenidos} / 315$$

Siendo 315 el número máximo posible de la sumatoria de los puntos obtenidos en la encuesta. Posteriormente se considera los porcentajes para los criterios de conformidad:

Tabla 3: Criterios de conformidad

CRITERIO	CONFORMIDAD
< 40%	Sistema muy deficiente
40-60%	Aceptable pero mejorable
60-75%	Buen sistema de mantenimiento
75-85%	Sistema de mantenimiento muy bueno
> 85%	Sistema de mantenimiento excelente

Fuente: Renovetec

4.3. EVALUACIÓN DE LA AUDITORIA

Para la auditoria se contó con la participación del director de obra, jefe de mantenimiento y operarios de la maquinaria, realizando un reconocimiento e inspección de los elementos actuantes en la planta.

La evaluación se hizo mediante la encuesta de auditoria de gestión de mantenimiento evaluando los 8 puntos característicos en las diversas áreas de trabajo, analizando el indicador de conformidad (IC), obteniendo el valor dado de acuerdo a la (ver tabla 3)⁶.

Se desarrolló cada uno de las preguntas de auditoria de mantenimiento estipulados por la siguiente encuesta dando una calificación a cada pregunta, solamente se representa la encuesta del departamento de mantenimiento, las demás se pueden observar en ANEXO A.

⁶ *Ibíd.*, p. 25.

4.3.1 Estudio el personal del departamento de mantenimiento. Se busca establecer que el personal en el área de mantenimiento esté capacitado y tenga compromiso de trabajo en sus diferentes objetivos establecidos en el área.

Tabla 4: Auditoria para el personal departamento de mantenimiento

		AUDITORIA DE GESTION DE MANTENIMIENTO			
Nº	CRITERIO	0	1	2	3
1	¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento preparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible?			x	
2	¿Hay personal que pueda considerarse 'imprescindible' cuya ausencia afecta a la actividad normal del área de mantenimiento?		x		
3	¿El organigrama garantiza que Habra personal disponible para realizar mantenimiento programado, incluso en el caso de un aumento del mantenimiento correctivo?			x	
4	¿El número de horas extraordinarias que se genera en el área de mantenimiento es habitualmente superior al máximo legal autorizado?			x	
5	¿La cualificación previa que se exige al personal del área de mantenimiento es la adecuada?			x	
6	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?			x	
7	¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?		x		
8	¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento de la planta mejoren?	x			
9	¿El plan de formación hace que los conocimientos en otras áreas de la planta (operaciones, seguridad, medioambiente, administración, etc) mejoren?	x			
10	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?			x	
11	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación)?		x		
12	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?		x		
13	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación)?		x		
14	¿El personal de mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (operaciones, seguridad, control químico, etc)?		x		
15	¿Se respeta el horario de entrada y salida?				x
16	¿Se respeta la duración de los descansos?				x
17	¿La media de tiempos muertos no productivos es la adecuada?	x			
18	¿Los tiempos de intervención se ajustan a la duración teórica estimable en que podrían realizarse los trabajos?			x	
19	¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?				x
20	¿El personal de mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un buen trabajo?			x	
21	¿El personal de mantenimiento considera que tiene proyección profesional dentro de la empresa?		x		
22	¿El personal de mantenimiento se considera bien retribuido?			x	
23	¿El personal de mantenimiento se siente satisfecho con su horario?			x	
24	¿El personal de mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa?			x	
25	¿El personal de mantenimiento tiene un buen concepto de sus mandos?				x
26	¿El personal de mantenimiento considera que el ambiente del área de operaciones es agradable?			x	
27	¿El nivel de absentismo entre el personal de mantenimiento es bajo?				x
28	¿El nivel de rotación entre el personal de mantenimiento es bajo?			x	

Fuente: Renovetec

4.3.2 Análisis de los medios técnicos empleados por el mantenimiento. Se basa específicamente en la parte del taller con sus respectivas herramientas de trabajo, sus diferentes instrumentos de medición calibrados, que cuente el área de mantenimiento, además un inventario que coincidan periódicamente con lo establecido en el taller.

4.3.3 Mantenimiento preventivo y el plan de mantenimiento. Hace referencia como está estipulado el plan de mantenimiento, si cumplen con la planeación y programación, además si el plan de mantenimiento incluye todas las máquinas de la planta.

4.3.4 La organización del mantenimiento correctivo. Es la manera como se ejecuta el mantenimiento correctivo su direccionamiento y desempeño en posibles fallas, la programación de las averías que ocurren con más frecuencia y la agilidad con que se reparan y la fiabilidad del mantenimiento.

4.3.5 Procedimiento de mantenimiento. Está enfocado a las tareas que se deben realizar en la planta, el respectivo procedimiento detallado de lo que se debe hacer antes, durante y después de cada mantenimiento.

4.3.6 Análisis del sistema de información. Es parte fundamental dentro de la gestión de mantenimiento, un sistema de información ayuda tomar decisiones; además brinda el soporte de llevar historial de las máquinas, ordenes de trabajo, fichas técnicas, hojas de vida, logrando llevar un control riguroso del mantenimiento implementado.

4.3.7 Análisis del stock de repuesto. Hace referencia a repuestos y materiales necesarios para el mantenimiento de las máquinas, en general conocer si el almacén cumple con la demanda exigida en repuestos y los estándares de calidad.

4.3.8 Análisis de resultados de mantenimiento. Es el resultado obtenido del mantenimiento preventivo o correctivo, la fiabilidad que estos generan en sus diferentes desempeños óptimos y periodos significativos del proceso.

4.4. RESULTADO DE LA AUDITORIA

Después de realizada la encuesta en sus diferentes ítems, se procede hallar el promedio dependiendo de cada encuesta que se realizó, se realiza para saber el índice de conformidad y para representar un promedio de cómo está el mantenimiento en la planta.

4.4.1 Resultado índice de conformidad. A continuación se muestra los resultados de la documentación aplicada en la encuesta de auditoria de mantenimiento, donde se indican los factores importantes y ponderados los resultados nos permiten conocer el índice de conformidad.

Tabla 5: Resultado auditoria

ÍTEMS AUDITORIA	
Estudio del personal del departamento de mantenimiento	48
Análisis de los medios técnicos empleados por el mantenimiento	29
El mantenimiento preventivo y el plan de mantenimiento	8
La organización del mantenimiento correctivo	15
Procedimiento de mantenimiento	7
Análisis del sistema de información	23
Análisis del stock de repuesto	28
Análisis de resultados de mantenimiento	17
Σ	175

De la ecuación (1) obtenemos: $IC = (175/315) * 100$

Índice de conformidad= 55%

Según la auditoria (ver tabla 3) nos muestra que está en un rango 40-60% lo cual indica que el estado de la planta es aceptable pero se tiene que hacer sus respectivas mejoras.

4.4.2 Resumen de resultados de mantenimiento. Se determinó los diferentes puntos de conformidad para cada sección de la encuesta, con sus respectivos promedios para cada dependencia se analiza sus respectivos puntos.

Tabla 6: resultados auditoria

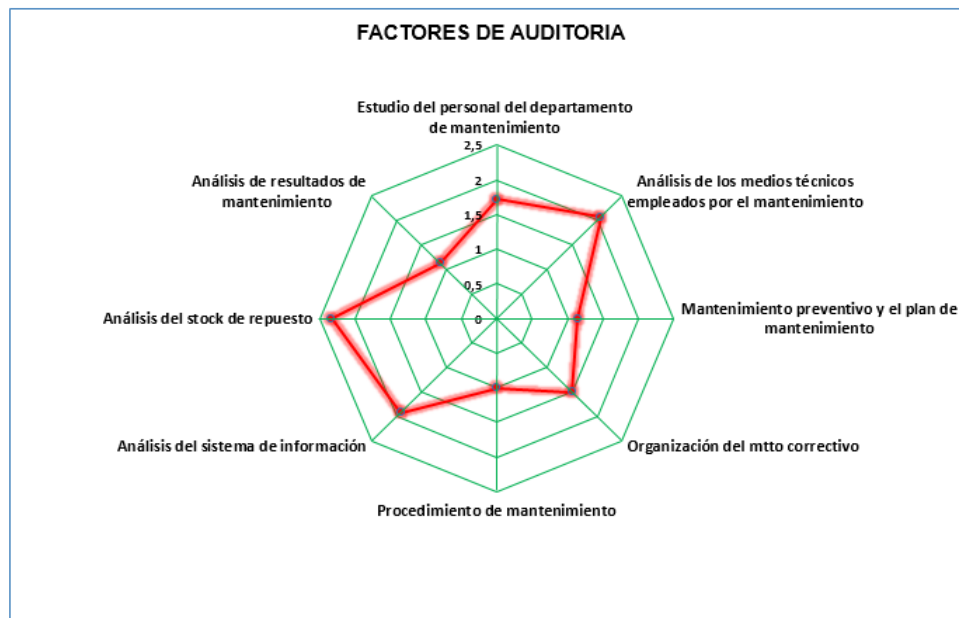
CALIFICACIÓN	PUNTOS ANALIZADOS	RESULTADO
0	Puntos analizados con graves deficiencias	6
1	Puntos analizados con deficiencias importantes	27
2	Puntos analizados susceptibles de mejora	55
3	Puntos analizados con resultado excelente	17
Índice de conformidad : 57%		

Tabla 7: Promedio IC de cada sección

FACTORES DE LA AUDITORIA	PROMEDIO
Estudio del personal del departamento de mantenimiento	1,71
Análisis de los medios técnicos empleados por el mantenimiento	2,07
Mantenimiento preventivo y el plan de mantenimiento	1,14
Organización del mantenimiento correctivo	1,5
Procedimiento de mantenimiento	1
Análisis del sistema de información	1,91
Análisis del stock de repuesto	2,33
Análisis de resultados de mantenimiento	1,13

Con los puntos evaluados se considera la problemática y obtenidos valores se propone hacer un método grafico que representa la visualización del resultado de la auditoria de mantenimiento.

Figura 7. Resultado de auditoria



En la figura se observa los puntos más relevantes en los cuales se puede mejorar la gestión de mantenimiento:

- Según los 8 aspectos analizados de la auditoría de mantenimiento, se presentan puntos desfavorables en áreas dentro de la planta, las cuales se encuentran en un intervalo (1-2), indicando que hay sectores desfavorables los cuales se busca una mejora continua de la mano con evaluaciones de auditoria periódicas centradas en los puntos desfavorables.
- En los diferentes departamentos de la planta de triturado y con el mejoramiento continuo se pretende aumentar el índice de conformidad, pretendiendo llegar a una calificación de auditoria aceptable y favorable cumpliendo con los estándares de calidad y mejoramiento continuo en la planta LATINCO S.A.

- Se determina mejorar el manejo de información y mejorar aspectos en cuanto a la recolección de información para disminuir los tiempos de acción en los labores de mantenimiento.
- Los procedimientos de mantenimiento se deben hacer más efectivos en organización, procedimiento y ejecución de tareas asignadas para cada mantenimiento.
- En la planta de triturado se encuentra aspectos muy positivos los cuales demuestran que están comprometidos con tareas de mantenimiento como se observa; se cuenta con un sistema de información que facilita el conocimiento de sectores, como almacén de stock de repuestos y medios técnicos.
- Debido a la ubicación de la zona de trabajo, se observa buen comportamiento del almacén y se le da prioridad a mantener repuestos de uso constante de los equipos, previniendo que las maquinas estén paradas demasiado tiempo por repuestos, se observa buen manejo de proveedores.

5. CODIFICACIÓN E INVENTARIO

En la ejecución para un mantenimiento adecuado es necesario mantener la documentación que ayude a la gestión y asignación de tareas, es necesario llevar una información detallada de cada equipo para establecer parámetros que conlleven a mejorar la capacidad de producción, esto lo facilita la implementación un código a cada equipo para su control.

5.1. CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

La codificación de los equipos es importante para el inicio de un programa de mantenimiento preventivo, detalla de manera organizada y elimina posibles errores en el proceso. Por otra parte se consiguen mejores acciones, da un mayor equilibrio de reparaciones y recursos que intervienen en mantenimiento de un equipo y los trabajos realizados quedan almacenados en su respectiva hoja de vida, posteriormente en un soporte informático para general un historial completo.

La codificación se realiza con el fin de facilitar la recopilación de datos e información de los labores de mantenimiento para cada equipo en la planta de triturado, posteriormente es incorporada en un sistema de información que facilita el cumplimiento de las tareas asignadas y respectivos objetivos en la dependencia de mantenimiento; la codificación debe estar acorde a la necesidad de la planta de triturado respondiendo a su clase de equipo y área de trabajo correspondiente, brindando la posibilidad de intercambio de equipos en las zonas de trabajo, debido a que varias áreas de trabajo se maneja equipos de la misma clase. Cuando sucede lo anteriormente mencionado quedará registrado en la hoja de vida del equipo sin alterar su codificación.

5.1.1 Método de codificación para los equipos. Para establecer adecuadamente acciones de mantenimiento y priorizar la información, fue necesario implementar un

sistema de codificación diferente al que tiene la empresa Latino S.A. en la planta de triturado, para ello se crea un código alfanumérico de 6 dígitos: 4 dígitos y 2 letras; descritos a continuación⁷:

- ❖ “1” Dos primeros números: área de trabajo
- ❖ “2” Sigüientes dos letras: abreviatura nombre del equipo
- ❖ “3” Últimos dos dígitos: número correlativo

La codificación hace referencia a un sistema alfa-numérico dividido en las siguientes partes:

Figura 8. Nomenclatura de equipos



Figura 9. Codificación cargador



Como se estableció anteriormente para completar el código es necesario identificar el área de trabajo que hace parte de la planta de trituración de Latino S.A. se establecieron diferentes áreas de trabajo la cual interviene en el proceso de producción y sus respectivas máquinas para sus actividades de mantenimiento, como son: Explotación, acopio de material, planta trituración, planta de concreto, taller.

⁷ García Garrido, Santiago. Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. Ediciones Díaz de Santos S.A., España, 2003. P. 7-17

Tabla 8. Codificación de área

ÁREA	CÓDIGO
Explotación	11
Acopio de Material	12
Trituración	13
Concreto	14
Patio	15

Determinada la nomenclatura, se continúa con la clasificación del equipo asignándole dos caracteres alfabéticos, esto permite una identificación rápida del equipo que está referenciando:

- ❖ Para equipos con una sola palabra se toma las primera letras de su nombre, en caso de igualdad en la codificación se combinan la primera letra con cualquier letra de la palabra del equipo, buscando su mayor simplicidad respectivamente.
- ❖ Para equipos con dos palabras se toman la primera letra de cada palabra

Tabla 9. Clasificación general de equipos

EQUIPOS	CÓDIGO
CARGADOR	CA
CAMIÓN HORMIGUERO	CH
PLANTA DE CONCRETO	PC
EXCAVADORA	EX
MINI CARGADOR	MC
PLANTA DE TRITURADO	PT
VOLQUETA DOBLE TROQUE	VD
VOLQUETA ARTICULADA	VA
BULLDOZER	BU
BOMBA DE CONCRETO	BC
TORRE DE ILUMINACIÓN	TI
CARRO TANQUE	CT
CAMIONETA	CN
CAMIÓN	CM

A este par de dígitos alfabéticos, le sigue un par de números correlativos, correspondiente a la totalidad de equipos existentes en la planta de triturado.

Tabla 10. Codificación de equipos

		CODIFICACIÓN DE EQUIPOS	CÓDIGO: VERSIÓN: FECHA:
EQUIPO	CÓDIGO		
CARGADOR	12-CA-01		
CAMIÓN HORMIGUERO	14-CH-01		
PLANTA DE CONCRETO	14-PC-01		
EXCAVADORA	11-EX-01		
EXCAVADORA	11-EX-02		
MINI CARGADOR	15-MC-01		
PLANTA DE TRITURADO	13-PT-01		
VOLQUETA DOBLE TROQUE	12-VD-01		
VOLQUETA ARTICULADA	11-VA-01		
VOLQUETA ARTICULADA	11-VA-02		
VOLQUETA ARTICULADA	11-VA-03		
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-02		
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-03		
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-04		
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-05		
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-06		
BULLDOZER	11-BU-01		
BOMBA DE CONCRETO	14-BC-01		
TORRE DE ILUMINACIÓN	13-TI-01		
CARRO TANQUE	15-CT-01		
CAMIONETA	15-CN-01		
CAMIÓN	15-CM-01		
CAMIÓN	15-CM-02		

5.2. INVENTARIO

En la empresa el conocimiento de los equipos actuantes de la planta de triturado es importante, permite conocer la maquinaria dentro del proceso de producción para la materia prima, es necesario mantener el control de inventario en la planta para facilitar labores de mantenimiento en las máquinas y saber los activos con que se cuenta.

En este capítulo se identifican los equipos, sus instalaciones y la herramienta actuantes en la planta de triturado (San Andrés, Santander).


5.2.1 Inventario de equipos. Dentro de este ítems se identifica las maquinas actuantes que intervienen en el proceso de producción de la planta de triturado (ver tabla 11).

Tabla 11. Inventario de equipos

	INVENTARIO DE EQUIPOS				CÓDIGO:	
	EQUIPO	CÓDIGO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD	VERSIÓN:
						FECHA:
CARGADOR	12-CA-01	CATERPILLAR	950H	NA	2012	
CAMIÓN HORMIGUERO	14-CH-01	INTERNATIONAL	7600	NA	2012	
PLANTA DE CONCRETO	14-PC-01	A CROSS	ADC-III-40-2	NA	2013	
EXCAVADORA	11-EX-01	KOBELCO	SK350LC	280HP	2014	
EXCAVADORA	11-EX-02	CATERPILLAR	324DL	NA	2011	
MINI CARGADOR	15-MC-01	NEW HOLLAND	L218	NA	2013	
PLANTA DE TRITURACIÓN	13-PT-01	ASTECNIA-TELESMITH	36JGCC	NA	1995	
VOLQUETA DOBLE TROQUE	12-VD-01	INTERNATIONAL	7600	350HP	2006	
VOLQUETA ARTICULADA	11-VA-01	TEREX	TA27	330HP	2003	
VOLQUETA ARTICULADA	11-VA-02	CATERPILLAR	730	317HP	2007	
VOLQUETA ARTICULADA	11-VA-03	CATERPILLAR	730	317HP	2008	
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-02	INTERNATIONAL	7600	350HP	2007	
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-03	INTERNATIONAL	7600SBA- HARDOX	350HP	2013	
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-04	INTERNATIONAL	7600	350HP	2013	
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-05	INTERNATIONAL	7600	350HP	2013	
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-06	INTERNATIONAL	7600	350HP	2011	
BULLDOZER	11-BU-01	CATERPILLAR	D6H	165HP	1998	
BOMBA DE CONCRETO	14-BC-01	SCHWING	SP500	80HP	2013	
TORRE ILUMINACIÓN	13-TI-01	ALMAND BROS	KUBOTA 3CYL	12 V	2013	
CARRO TANQUE	15-CT-01	INTERNATIONAL	4300	250HP	2013	
CAMIONETA	15-CN-01	TOYOTA	HILUX DC 4X4	NA	2014	
CAMIÓN	15-CM-01	CHEVROLET	NKR	NA	2014	
CAMIÓN	15-CM-02	CHEVROLET	NKR	NA	2014	

5.2.2. Inventario de instalación. A continuación se describe el listado de las instalaciones pertenecientes para las diferentes áreas que le dan el correcto manejo a la planta de triturado.

Tabla 12. Inventario de instalación

		INVENTARIO DE INSTALACIÓN PLANTA DE TRITURADO (SAN ANDRÉS-SANTANDER)	CÓDIGO: VERSIÓN: FECHA:
SECCIÓN	ÁREA(m²)	DESCRIPCIÓN	
ADMINISTRACIÓN	90	Gerencia, sala de juntas, gestión contable, secretaria, oficina de proyectos, cafetería.	
ALMACÉN	120	stock de repuestos, acopio de elementos de maquinas	
MANTENIMIENTO	90	oficina jefe de mantenimiento, almacén de herramientas, patio taller	
LABORATORIO	50	análisis de concretos y granulados	
PRODUCCIÓN	6000	planta concreto, planta de triturado, acopio de material	

5.2.3 Inventario de herramientas. Para el desarrollo del mantenimiento de los equipos del taller, se encuentran las siguientes herramientas para realizar las tareas.

Tabla 13. Inventario de herramientas

		INVENTARIO DE HERRAMIENTAS		CÓDIGO: VERSIÓN: FECHA:
ELEMENTO (Cantidad)				
Cruceta	(3)	Tijera corta todo	(1)	Extintor (8)
Alicates	(2)	Tacómetro	(1)	Taladro (2)
Llave expansiva	(3)	Compresor	(1)	Lámpara led (1)
Porra	(2)	Punzón	(1)	Prensa (2)
Juego destornilladores	(2)	Lima	(5)	Amperímetro (1)
Juego de llaves fija	(3)	Extractor mecánico	(2)	Voltímetro (2)
Cepillo de bronce	(2)	Llave inglesa	(3)	Flexo metro (1)
Martillo	(1)	Pinza	(1)	Calibrador pie rey (2)
Extensión para rache	(1)	Remachadora	(1)	Regla graduadora (2)
Copa para bujía	(1)	Gato de piso	(1)	Cinta métrica (4)
Juego copas milimétricas	(2)	Gato hidráulico	(4)	Goniómetro (1)
Cruceta	(2)	Lámpara portátil	(1)	Soldador (2)

5.3. FORMATO DE INSPECCIÓN

Para el uso de la maquinaria es necesario que el operario realice la respectiva inspección del equipo de trabajo, para facilitar esta tarea se plantea el siguiente formato (ver tabla 14) el cual contempla una calificación del estado de las partes de la máquina de la siguiente forma:

Bueno (B): no necesita cambios ni reparaciones las piezas de la maquina

Malo (M): es necesario un reajuste piezas

Regular (R): requiere reparaciones o si es necesario cambiar la pieza

Falta (F): piezas faltantes de la maquina

No usa (N): pieza que no componen la maquina

Golpeado (G): estado de la pieza por causa de golpes


Para la inspección de los equipos se evaluó los siguientes estados: bueno, regular y malo, para su respectivo diagnóstico y ponderación, de los resultados se obtiene un estimativo de las partes a mejorar o cambio de piezas para mantener la maquinaria en condiciones óptimas, realizados mediante mantenimiento preventivos, a continuación se muestra un formato de inspección (ver tabla 14) los demás están como anexo B.

Tabla 14. Formato inspección

		INFORME INSPECCION DE MAQUINARIA										CÓDIGO:	
		<input type="checkbox"/> CAMIONES <input checked="" type="checkbox"/> VOLQUETAS										VERSIÓN:	
												FECHA VIGENCIA:	
FECHA SALIDA:					FECHA LLEGADA:								
OBRA : SAN ANDRES(S.S)					CODIGO : VA- L11								
MARCA : CATERPILLAR					MODELO: 2008								
SERIE: B1M01956					HOROMETRO :								
MOTOR													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Base y filtro del aceite	x						Mangueras para combustible	x					
Base y filtro del combustible primario	x						Mangueras del agua	x					
Base y filtro del combustible secundario	x						Múltiple de admisión	x					
Bomba de agua	x						Múltiple de escape	x					
Bomba de inyección	x						Purificador con filtro húmedo	x					
Bomba de transferencia	x						Purificador con filtro seco	x					
Bomba de la dirección hidráulica	x						Radiador	x					
Carter	x						Silenciador	x					
Compresor de aire	x						Soportes del motor	x					
Correas del ventilador	x						Tapa tanque del agua auxiliar	x					
Defensa del radiador	x						Tapa tanque del combustible	x					
Desfogue del motor	x						Tapa de llenado del aceite	x					
Drenaje del radiador	x						Tapa del radiador	x					
Enfriador del aceite	x						Tapa válvulas	x					
Exosto	x						Tubos de inyección	x					
Guardas del ventilador	x						Turboalimentador	x					
Indicador de presión del aceite	x						Varilla medidora del aceite	x					
Indicador de temperatura	x						Ventilador	x					
Inyectores	x								37	37			
SISTEMA ELECTRICO													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Alarma de reversa	x						Lámpara de reversa		x				
Alternador	x						Lámparas delanteras	x					
Arranque	x						Motor del limpia brisas	x					
Baterías 4D	x						Plumillas		x				
Caja negra			x				Stop	x					
Sensores del motor	x						Sw itches			x			
Sensores de la transmisión	x						Sw itches de protección			x			
Sensores del volco		x					Tablero central con horómetro			x			
Direccionales delanteras	x						Tablero con relay, fusibles y tapa			x			
Direccionales traseras	x						Trompo alarma de reversa	x					
Lámpara de cabina	x								17	13		1	
CHASIS													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Capote			x				Troque trasero delantero	x					
Escaleras / Etribos	x						Troque trasero intermedio	x					
Guardapolvos delanteros			x				Troque trasero trasero	x					
Lata protectora del tanque hidráulico	x						Turbo de seguridad del volco	x					
Latonería en general		x					Volco			x			
									7	7			
CABINA													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Agarraderas			x				Retrovisores de cabina	x					
Empaques de vidrios	x						Silla			x			
Freno de mano	x						Tapasol		x				
Maniguetas para puerta	x						Tapicería		x				
Maniguetas para ventanilla	x						Timón			x			
Palancas de mando	x						Válvula de parqueo	x					
Pedales	x						Vidrios	x					
									13	13			
SISTEMA HIDRÁULICO													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Bomba hidráulica	x						Gatos de equalización	x					
Gato levante del volco	x						Varilla medidora	x					
SISTEMA DE TRACCIÓN													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Caja de transferencia	x						Diferencial trasera	x					
Convertidor	x						Llantas			x			
Diferencial central	x						Reductores	x					
Diferencial delantera	x						Transmisión	x					
SISTEMA DE FRENOS													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Bomba del freno	x						Tarro del freno de parqueo	x					
Mangueras	x						Válvulas de 4 vías	x					
Pastilla del freno de parqueo	x						Válvulas de descargue	x					
Rache	x						Válvulas de relay	x					
Tanques de aire	x												
INFORMACIÓN													
Catálogo de partes	SI	___	NO	___			Próximo mantenimiento tipo :						
Hoja de vida	SI	___	NO	___			Horómetro llegada :						
Manual de servicios	SI	___	NO	___									
OBSERVACIONES													
ENVÍA (Firma)				OPERADOR(Firma)				RECIBE(Firma)					

5.3.1 Resultado de la inspección de equipos. La inspección de los equipos se hace de forma visual y escrita aplicando el formato de inspección para las maquinas con la participación de los jefes y operarios dando los resultados mostrados:

Tabla 15. Resultado inspección

	RESULTADO FORMATO INSPECCIÓN				CÓDIGO: VERSIÓN: FECHA:
	EQUIPO	CÓDIGO	Nº PARTES	BUENO	REGULAR
CARGADOR	12-CA-01	106	91,51%	7,50%	1%
CAMIÓN HORMIGUERO	14-CH-01	97	97,70%	7,21%	1%
PLANTA DE CONCRETO	14-PC-01	35	94,28%	5,715	0%
EXCAVADORA	11-EX-01	100	97%	2%	1%
EXCAVADORA	11-EX-02	100	91%	4%	5%
MINI CARGADOR	15-MC-01	24	100%	0	0
PLANTA DE TRITURACIÓN	13-PT-01	43	81,39%	13,95%	4,60%
VOLQUETA DOBLE TROQUE	12-VD-01	97	82,47%	12,37%	5,15%
VOLQUETA ARTICULADA	11-VA-01	103	95%	4%	1%
VOLQUETA ARTICULADA	11-VA-02	103	91,20%	7,30%	1,50%
VOLQUETA ARTICULADA	11-VA-03	103	93,70%	5,10%	1,20%
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-02	97	87,62%	10,30%	2,01%
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-03	97	91,75%	7,21%	1,03%
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-04	97	88,66%	9,27%	2,06%
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-05	97	86,60%	10,30%	3,09%
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-06	97	94,87%	4,12%	1,00%
BULLDOZER	11-BU-01	100	86%	7%	7%
BOMBA DE CONCRETO	14-BC-01	29	97%	3%	0
TORRE ILUMINACIÓN	13-TI-01	24	100%	0	0
CARRO TANQUE	15-CT-01	83	96,38%	2,40%	1,20%
CAMIONETA	15-CN-01	37	100%	0	0
CAMIÓN	15-CM-01	88	98,86%	1,13%	0%
CAMIÓN	15-CM-02	88	96,59%	3,40%	0%

PROMEDIO	92,74%	5,55%	2%
----------	--------	-------	----

5.3.2 Análisis de resultados para el diagnóstico de inspección de los equipos.

Se observa que los equipos en general presentan buen estado, dando como resultados 92,74% en estado de buena condición, 5,55% estado regular y 2% en estado malo siendo esto un porcentaje bajo dentro de la cantidad de equipos evaluados.

De acuerdo al análisis se obtiene, los equipos que requieren mayor atención son:

- planta de triturado
- Volquetas doble troque
- Bulldozer

Como se observa (ver tabla 15), se busca mejorar estos estados regulares y cambio de piezas si es necesario.

El diagnóstico arroja falencias en la trituradora la cual presenta averías como son bandas deterioradas, grietas y el desgaste evidencia la parte central de la lona en la banda, lo cual cumplen con los ciclos de vida útil.

El análisis de inspección indica que los equipos se encuentran con una disponibilidad de 92,74% considerándose un buen estado y así cumplir con las actividades a realizar.

Según los resultados del diagnóstico se pretende optimizar la disponibilidad de las máquinas en cinco puntos porcentuales para un mejoramiento llegando a un 98% que sería un excelente estado para disponibilidad de la maquinaria.

6. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Para identificar los puntos de afectación en la planta de triturado es necesario contar con un análisis que nos permite visualizar las máquinas de mayor importancia y cuales están parando el proceso de producción de la planta de triturado, por ende mediante la gestión de mantenimiento y un análisis de criticidad por riesgo y costos se pretende determinar las maquinas críticas y profundizar en ellas para lograr un continuo mejoramiento.

Para este análisis se cuenta con la colaboración de los sectores de mantenimiento y del sistema de información suministrado por el jefe mantenimiento y operarios.

6.1. APLICACIÓN DIAGRAMA DE PARETO⁸

Mediante el diagrama de Pareto se puede detectar problemas que tiene más relevancia, clasificando dos zonas “pocos vitales” elementos muy importantes, “muchos triviales” elementos poco importantes, estos nos sirven de referencia para analizar la maquinaria donde se pueden presentar mayores fallas y que representan una afectación parcial en el proceso de producción de triturado⁹.

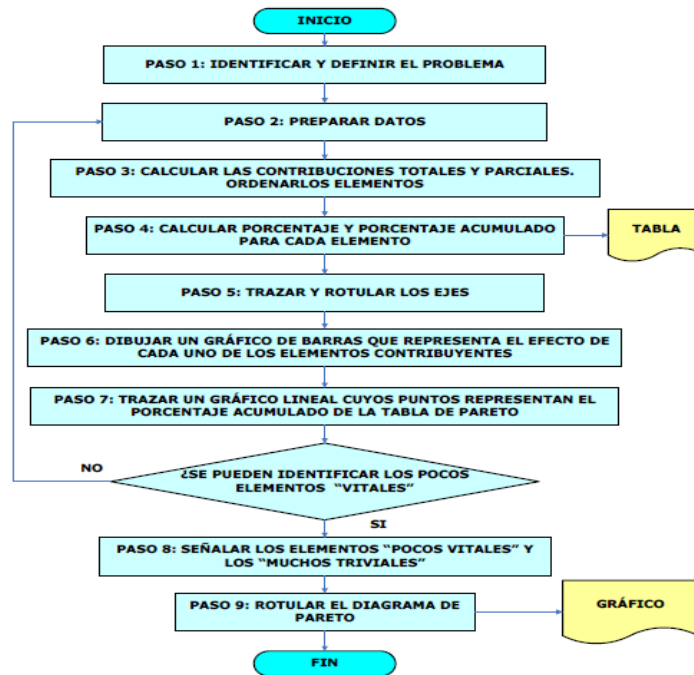
Esto permite mediante una representación gráfica o tabular, identificar en una forma decreciente los aspectos que se presentan con mayor frecuencia o que tienen una ponderación o incidencia mayor, proceso se realiza teniendo en cuenta que si el 20% de fallas ocasionan el 80% en el resultado final, conocido como la regla del 80-20. El diagrama permite identificar visualmente en una revisión la minoría de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera

⁸ BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de Mantenimiento Material Docente. Escuela de Ingeniería Mecánica UIS. Bucaramanga Junio 2013.

priorizar recursos para llevar a cabo una acción correctiva sin gastar esfuerzos y tiempo.

6.1.1 Flujo grama de Pareto. Para el desarrollo de Pareto se siguen los siguientes pasos enumerados (ver figura 10).

Figura 10. Diagrama de flujo para la construcción de un diagrama de Pareto



Fuente: Seminario de investigación en análisis de metodologías de falla

6.1.2 Análisis de Pareto por fallas. Para proceso se llevó a cabo un análisis de fallas que presentan las maquinas en diferentes periodos de tiempo de trabajo, estas fallas son la sumatoria que se ocasionan anualmente.

6.1.3 Identificación de factores.

Frecuencia: para la identificación de este ítems se contó con el historial de la máquina de la planta de triturado proporcionada por el jefe de mantenimiento, permitiendo establecer las fallas durante periodos de tiempo.

Porcentaje relativo: se calcula tomando la falla de cada máquina sobre el total de las fallas.

Porcentaje acumulado: la sumatoria del porcentaje anterior más el porcentaje relativo actual

6.1.4 Calculo de los porcentajes. Para obtener el porcentaje relativo obtenemos:

Ecuación 2. Porcentaje relativo

$$\% \text{ relativo} = \frac{\text{frecuencia de falla}}{\Sigma \text{ fallas}}$$

Tabla 16. Análisis de Pareto por fallas

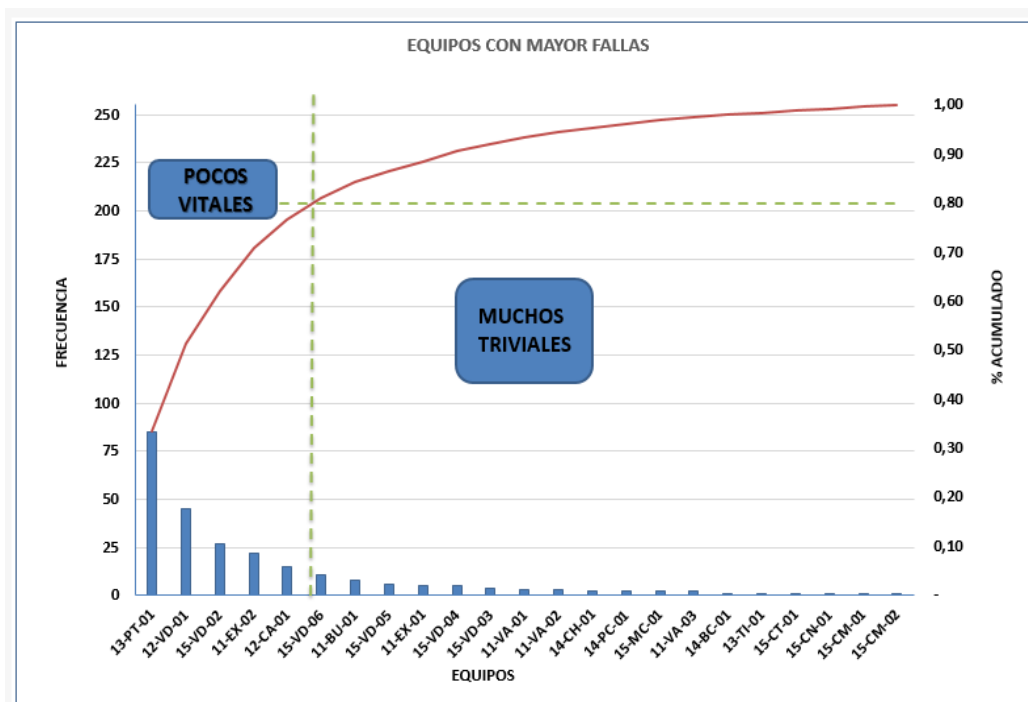
CÓDIGO	FRECUENCIA FALLA/AÑO	% ACUMULADO	% RELATIVO
13-PT-01	85	0,34	0,34
12-VD-01	45	0,51	0,18
15-VD-02	27	0,62	0,11
11-EX-02	22	0,71	0,09
12-CA-01	15	0,77	0,06
15-VD-06	11	0,81	0,04
11-BU-01	8	0,84	0,03
15-VD-05	6	0,87	0,02
11-EX-01	5	0,89	0,02
15-VD-04	5	0,91	0,02
15-VD-03	4	0,92	0,02

Tabla 16. Continuación

11-VA-01	3	0,93	0,01
11-VA-02	3	0,94	0,01
14-CH-01	2	0,95	0,01
14-PC-01	2	0,96	0,01
15-MC-01	2	0,97	0,01
11-VA-03	2	0,98	0,01
14-BC-01	1	0,98	0,00
13-TI-01	1	0,98	0,00
15-CT-01	1	0,99	0,00
15-CN-01	1	0,99	0,00
15-CM-01	1	1,00	0,00
15-CM-02	1	1,00	0,00

Obtenidos los datos, se realiza el diagrama de Pareto el cual nos estipula los criterios de selección de las máquinas que pueden generar paradas de la producción en la planta.

Figura 11. diagrama de pareto, equipos con mayor falla



La grafica muestra claramente que los equipos en la zona A (pocos vitales), son los equipos que más fallan, paradas inesperadas generarían un bloqueo total en cuanto a la producción de triturado, principalmente está la planta de triturado, volquetas doble troque, cargador y la excavadora. La falla de cualquiera de estas máquinas puede originar el 80% de parada para los proceso de producción.

También se ve reflejado que la gran mayoría de fallas reside en la parte de producción de la planta de triturado porque está constantemente en operación, además la trituradora se está corrigiendo las fallas a medida que se están presentando por esta razón tiene número de fallas elevadas.

6.1.5 Análisis de Pareto por costos. Determinado el análisis de Pareto por fallas, se procede hacer análisis de costos de las mismas, para corroborar cuanto costo generan las fallas que se ocasionan en los equipos y establecer que equipos están generando mayor costo en el proceso de producción por paradas, estos costos son anuales y se establecieron haciendo énfasis en los periodos de paradas por causa de fallas.

Tabla 17. Análisis de Pareto por costos

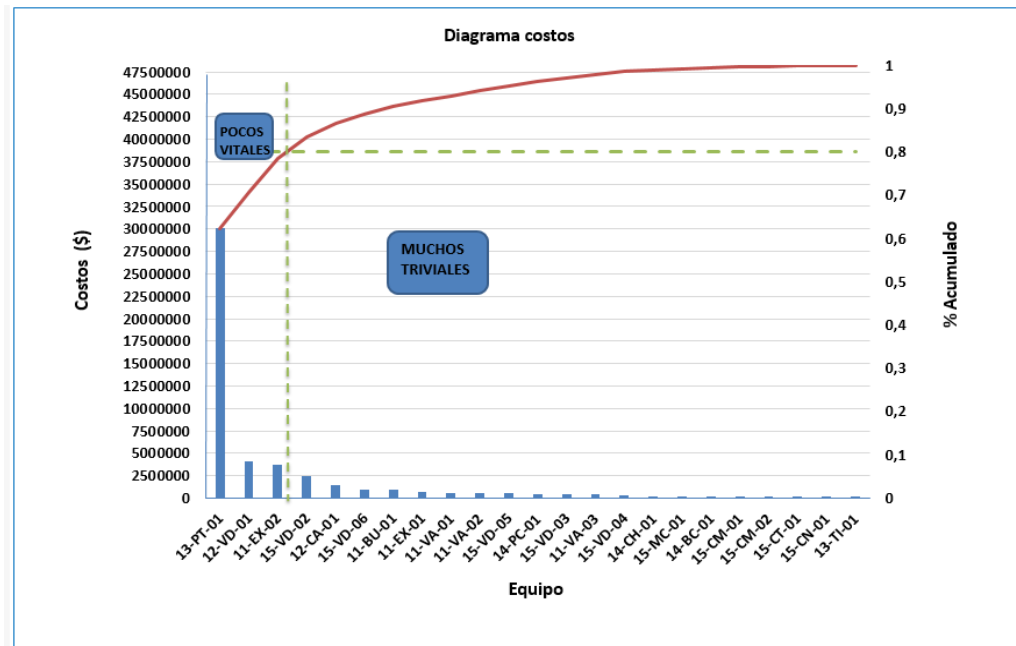
CÓDIGO	COSTO	% ACUMULADO	% RELATIVO
13-PT-01	\$ 30090000	0,623	0,623
12-VD-01	\$ 4050000	0,707	0,084
11-EX-02	\$ 3718000	0,784	0,077
15-VD-02	\$ 2430000	0,835	0,050
12-CA-01	\$ 1470000	0,865	0,030
15-VD-06	\$ 990000	0,886	0,021
11-BU-01	\$ 880000	0,904	0,018
11-EX-01	\$ 645000	0,917	0,013
11-VA-01	\$ 555000	0,929	0,011
11-VA-02	\$ 555000	0,940	0,011
15-VD-05	\$ 540000	0,951	0,011

Tabla 17. Continuación

14-PC-01	\$ 470000	0,961	0,010
15-VD-03	\$ 450000	0,971	0,009
11-VA-03	\$ 382304	0,978	0,008
15-VD-04	\$ 360000	0,986	0,007
14-CH-01	\$ 172224	0,990	0,004
15-MC-01	\$ 116000	0,992	0,002
14-BC-01	\$ 112323	0,994	0,002
15-CM-01	\$ 65000	0,996	0,001
15-CM-02	\$ 65000	0,997	0,001
15-CT-01	\$ 65000	0,998	0,001
15-CN-01	\$ 48000	0,999	0,001
13-TI-01	\$ 35112	1,000	0,001

Con los datos obtenidos podemos establecer qué efectos tiene las fallas respecto a la parte de costos en la producción en la planta de triturado (ver figura 12).

Figura 12. Diagrama de Pareto por costos



En la gráfica tenemos en la parte izquierda el costo que le cuesta a la empresa por inactividad de una máquina, en la parte derecha tenemos el porcentaje acumulado y el valor total de inactividad de la máquina, en el eje horizontal inferior tenemos las máquinas que intervienen en la producción de la planta de triturado.

Como podemos observar el 80% de los problemas que generan el costo en la planta de triturado se presenta básicamente en el 20% de las cusas que son ocasionadas por inactividad de tres máquinas; 13-PT-01, 12-VD-01, 11-EX -02, siendo las críticas en el proceso de producción de la planta de triturado, del total de 22 máquinas que prestan el servicio.

Esto lleva a tomar medidas para priorizar la disponibilidad de estas máquinas y así evitar costos por inactividad, el cual genera una baja eficiencia de rentabilidad en la planta de triturado afectando la economía de la empresa. Esta grafica nos refleja un previo análisis de criticidad y nos va enfocando en los rangos de las maquinas más críticas.

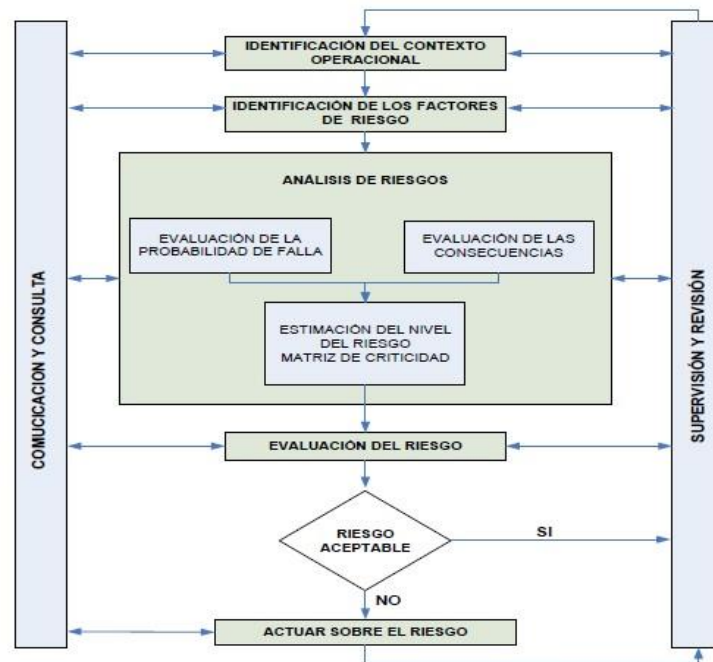
6.2. ANÁLISIS DE CRITICIDAD POR FACTORES PONDERADOS

La metodología¹⁰ del análisis de criticidad basada en el concepto de riesgo, combina la probabilidad de la ocurrencia de las fallas con sus consecuencias. Como resultado se puede elaborar un programa de inspección destinado a definir, cuantificar y controlar los riesgos asociados a fallas en los equipos, fijando prioridades y frecuencias de inspección.

¹⁰ MONCADA, Davian y RODRÍGUEZ, Edder. Seminario de investigación en metodologías de análisis de fallas. Bucaramanga, 2009. p. 313.

Usando esta metodología se puede hacer una estimación de riesgo causada por fallas y sus consecuencias por medio de funciones de probabilidad (ver figura 13). Se muestra un modelo general para el análisis de criticidad basado en el concepto de riesgo.

Figura 13. Modelo de factores ponderados basado en el concepto de riesgo



Fuente: Seminario de investigación en análisis de metodologías de falla

El análisis de probabilidad de falla abarca todos los mecanismos potenciales de falla a los cuales es susceptible el equipo que se está estudiando. Además, debe incluir la situación donde el equipo está susceptible a múltiples mecanismo de deterioro.

6.2.1 Clasificación de los equipos según criticidad. Se establecerán tres categorías para los equipos en la planta de triturado, dependiendo el análisis se clasifica en: críticos (C), medianamente críticos (MC) y no críticos (NC).

Equipos críticos: esta categoría la conforman las máquinas de alto impacto en el servicio que prestan en la planta de trituración y paraliza la producción.

Equipo medianamente críticos: Son las máquinas que presentan fallas o paradas indeseadas, pero no tienen afectación significativa, la producción de la planta de triturado no para totalmente.

Equipos no críticos: Son máquinas que si presentan fallas, no ocasionan algún impacto en la planta de extracción de triturado, las fallas no son de prioridad.

6.2.2 Implementación del análisis de criticidad. El análisis de criticidad es muy importante aplicarlo para jerarquizar la situación de las máquinas y poder entrar a solucionar el problema directamente, se debe tener en cuenta que el mantenimiento no se emplea de la misma manera para todas las máquinas actuantes. Por lo tanto se estipuló un análisis de criticidad el cual establece el nivel de clasificación de las máquinas, facilitando la toma de decisiones, priorizando la aplicación del mantenimiento.

Para el análisis de criticidad se realizó una evaluación a las máquinas sobre factores que ponderan y califican, para luego establecerla en ecuación que posteriormente nos va arrojar la matriz de criticidad con su clasificación específica.

La recolección de información se realizó mediante una encuesta (ver tabla 18), en la cual se especifica las respectivas ponderaciones en los 8 ítems. En la realización de la encuesta se contó con el apoyo del jefe de mantenimiento, jefe de obra y operarios de las máquinas.

6.2.3 Frecuencia de falla (FF). Es el número de veces que falla una maquina en un determinado tiempo, para este caso su puntuación va de 1-5 y está determinado anualmente.

6.2.4 Impacto operacional (IO). Es porcentaje de pérdidas de la producción que se ve afectada a por una falla o parada de una máquina.

6.2.5 Impacto por flexibilidad operacional (FO). Es el tiempo destinado a la reparación, logística y cubrir la producción que genera pérdidas por falla de la máquina.

6.2.6 Impacto en costos de mantenimiento (CM). El valor promedio que genera el arreglo de una máquina.

6.2.7 Impacto en seguridad, higiene y ambiente (SHA). Esto equivale a los daños que puede ocasionar al medio ambiente, la integridad física al personal por las fallas que se ocasionan en las máquinas.

Aplicando la ecuación para la metodología de factores ponderados obtenemos:


$$\textit{Criticidad} = \textit{Frecuencia de falla} * \textit{Consecuencia}$$

Frecuencia de falla es anual (falla/año)

Ecuación 3. Consecuencia de falla

$$\textit{Consecuencia} = (\textit{IO} * \textit{FO}) + \textit{CM} + \textit{SHA}$$

Tabla 18. Encuesta de factores ponderados

 FACTORES PONDERADOS	
FRECUENCIA DE FALLOS (FF)	
Puntaje	
Frecuente: mayor a 4 fallas al año	4
Promedio: 3-4 fallas al año	3
Bueno: entre 1-2 fallas al año	2
Excelente: 1 o menos fallas al año	1
CONSECUENCIA	
IMPACTO OPERACIONAL (IO)	
puntaje	
Pérdidas de producción superiores al 75%	10
Pérdidas de producción entre el 50% y el 74%	7
Pérdidas de producción entre el 25% y el 49%	5
Pérdidas de producción entre el 10% y el 24%	3
Pérdidas de producción menor al 10%	1
IMPACTO POR FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (FO)	
puntaje	
No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grande	4
Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística intermedias	2
Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños	1
IMPACTO EN COSTOS DE MANTENIMIENTO (CM)	
puntaje	
Costos de reparación, materiales y mano de obra superiores a \$200.000 pesos	2
Costos de reparación, materiales y mano de obra inferiores a \$200.000 pesos	1
IMPACTO EN SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)	
puntaje	
Riesgo alto de pérdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor (catastrófico) que exceden los límites permitidos	8
Riesgo alto de pérdida de vida, daños importantes a la salud, y/o incidente ambiental de difícil restauración	6
Riesgo mínimo de pérdida de vida y afección a la salud (recuperable en el corto plazo) y/o incidente ambiental menor (controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas	3
No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales.	1

Fuente: Adaptada de PARRA CARLOS. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada a la gestión de activos.

IO= Factor de impactó en la producción

FO= Factor de flexibilidad operacional

CM= Factor de costos de mantenimiento

SHA=Factor de impactó en seguridad, ambiente e higiene

Ecuación 4. Criticidad ponderada

$$CR = FF * ((IO * FO) + CM + SHA)$$

Expresada esta ecuación obtenemos el análisis de criticidad y la jerarquización en el área de producción de la planta de triturado de LATINCO S.A.

6.2.8 Matriz de criticidad. En la matriz de criticidad se puede apreciar la gráfica después de un análisis detallado de las máquinas, la jerarquización de las maquinas en sus respectivos niveles que se encuentra, teniendo la frecuencia fallas vs consecuencia de cada máquina.

La representación de la matriz de criticidad se establece por medio de colores respectivamente.

Figura 14. Matriz de criticidad



Área de equipos: Crítico

Área de equipos: Medianamente Crítico

Área de equipos: No Crítico



6.2.9 Resultado del análisis de criticidad. Una vez realizada la encuesta a los operarios de las máquinas y al jefe de mantenimiento, se procede a estipular la recolección de datos de cada equipo, para su respectivo análisis de criticidad.

A continuación se ve reflejado los valores que se originó partir de la encuesta para la clasificación de la criticidad de las máquinas.

Tabla 19. Resultado de encuesta análisis de criticidad

 EQUIPO	RESULTADO ANÁLISIS DE CRITICIDAD LATINCO S.A.						
	CÓDIGO	FF	IO	FO	CM	SHA	C
CARGADOR	12-CA-01	4	7	4	2	3	33
CAMIÓN HORMIGUERO	14-CH-01	2	3	2	2	3	11
PLANTA DE CONCRETO	14-PC-01	2	1	2	2	3	7
EXCAVADORA	11-EX-01	4	7	2	2	3	19
EXCAVADORA	11-EX-02	4	7	2	2	3	19
MINI CARGADOR	15-MC-01	2	1	2	2	3	7
PLANTA DE TRITURACIÓN	13-PT-01	4	10	4	2	6	48
VOLQUETA DOBLE TROQUE	12-VD-01	4	7	2	2	3	19
VOLQUETA ARTICULADA	11-VA-01	3	7	2	2	3	19
VOLQUETA ARTICULADA	11-VA-02	3	7	2	2	3	19
VOLQUETA ARTICULADA	11-VA-03	2	7	2	2	3	19
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-02	4	5	2	2	3	15
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-03	4	3	2	2	3	11
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-04	4	3	2	2	3	11
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-05	3	3	2	2	3	11
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-06	4	3	2	2	3	11

Tabla 19. Continuación

BULLDOZER	11-BU-01	4	1	2	2	3	7
BOMBA DE CONCRETO	14-BC-01	1	3	2	2	3	11
TORRE ILUMINACIÓN	13-TI-01	1	3	4	2	3	17
CARRO TANQUE	15-CT-01	1	1	2	2	3	7
CAMIONETA	15-CN-01	1	1	2	2	3	7
CAMIÓN	15-CM-01	1	1	2	2	3	7
CAMIÓN	15-CM-02	1	1	2	2	3	7

6.2.10 Clasificación de los equipos según su criticidad. Una vez tabulado los diferentes criterios de la encuesta para cada máquina y su respectiva ponderación, se procede a clasificarlos en el área de criticidad establecida, posteriormente se ubican en la matriz de criticidad para tener una mejor visión de la criticidad de las máquinas, ayudando con el desarrollo del plan de mantenimiento estipulado.

Tabla 20. Clasificación de los equipos


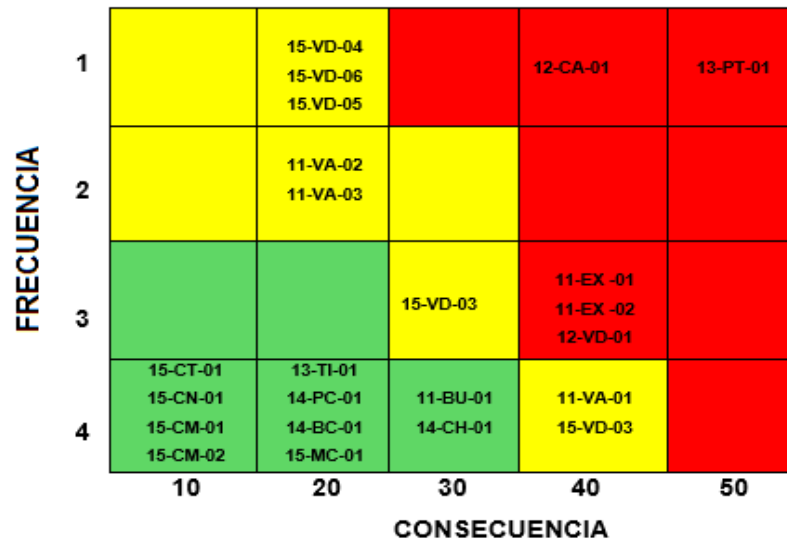
	ANÁLISIS DE CRITICIDAD	
	EQUIPO	CRITICIDAD
PLANTA DE TRITURADO	13-PT-01	192
CARGADOR	12-CA-01	132
EXCAVADORA	11-EX - 01	76
EXCAVADORA	11-EX - 02	76
VOLQUETA DOBLE TROQUE	12-VD-01	76
VOLQUETA DOBLE TROQUE	12-VD-02	60
VOLQUETA ARTICULADA	11-VA-01	57
VOLQUETA ARTICULADA	11-VA-02	57
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-03	44
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-04	44
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-06	44
VOLQUETA ARTICULADA	11-VA-03	38
VOLQUETA DOBLE TROQUE	15-VD-05	33
BULLDOZER	11-BU-01	28
CAMIÓN HORMIGUERO	14-CH-01	22
TORRE ILUMINACIÓN	13-TI-01	17

Tabla 20. Continuación

PLANTA DE CONCRETO	14-PC-01	14
MINI CARGADOR	15-MC-01	14
BOMBA DE CONCRETO	14-BC-01	11
CARRO TANQUE	15-CT-01	7
CAMIONETA	15-CN-01	7
CAMIÓN	15-CM-01	7
CAMIÓN	15-CM-02	7

Figura 15. matriz de criticidad



6.3. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

- Como resultado del análisis de criticidad se concluye las maquinas mas criticas y las que estan parando la produccion en la planta de triturado son: planta de triturado (13-PT-01), cargador(12-CA-01), retroexcavadoras (11-EX -01, 11-EX -02), volqueta dobletroque(12-VD-01).
- Conociendo el analisis de criticidad de las maquinas se establece un plan de mantenimiento preventivo, por otra parte tambien se deben incluir dentro del plan

de mantenimiento las maquinas de mediana criticidad 15-VD-02, 11-VA-01, 11-VA-02, 15-VD-03, 15-VD-04, 15-VD-05, 11-VA-03, 15-VD-06, por razones operativas y de producción.

- Se debe hacer un seguimiento riguroso a las máquinas de mayor criticidad, un plan de mantenimiento bien estipulado por ser la zona de mayor impacto en la producción, si es necesario se realizará nuevamente el análisis de criticidad para establecer si el plan de mantenimiento funciona, esta programación y planeación se muestra de acuerdo al requerimiento de cada máquina.

7. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA PLANTA DE TRITURADO

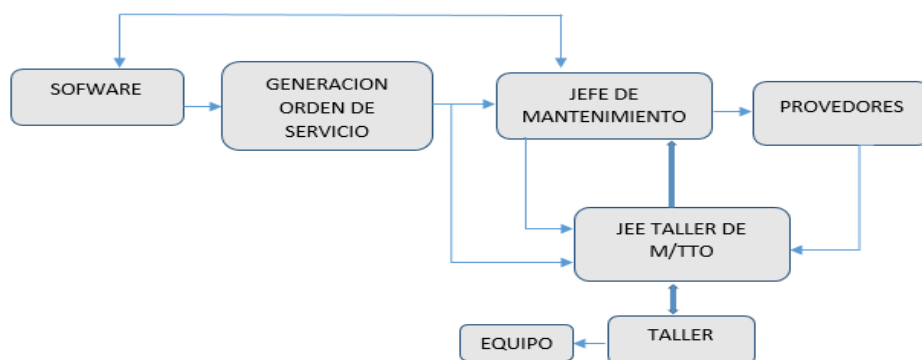
Cuando se usa un equipo para una labor que involucra un actividad es necesario tener presente que este genera desgaste en sus componentes, en ese tiempo se está preparado para actuar y evitar posible fallas de los equipos por imprevistos ocasionados.

Teniendo en cuenta el concepto de mantenimiento, es una herramienta valiosa que se debe contar para cada equipo analizando, los conceptos de planeación y programación del plan de mantenimiento preventivo, se deben tener claros para ejecutar tareas eficientes y así mantener el mayor tiempo disponible nuestros equipos.

Para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo se plantean las siguientes actividades:

- ❖ Actividades de planificación
- ❖ Organización
- ❖ Programacion

Figura 16. Esquema organizacional mantenimiento preventivo



Para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo se cuenta con la información recopilada, conocimiento de la maquinaria, catálogos, registro de operaciones, participación del personal actuante en área de mantenimiento.

7.1. HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

La palabra mantenimiento se emplea para designar las técnicas utilizadas para asegurar el correcto y continuo uso de equipos, maquinaria, instalaciones y servicios, Durante la revolución industrial el mantenimiento era correctivo, A partir de 1925, se hace patente en la industria americana la necesidad de organizar el mantenimiento con una base científica. Se empieza a pensar en la conveniencia de reparar antes de que se produzca el desgaste o la rotura, A partir de los años sesenta, con el desarrollo de las industrias electrónica, espacial y aeronáutica, aparece en el mundo anglosajón el mantenimiento Predictivo¹¹.

Actualmente el mantenimiento afronta lo que se podría denominar como su tercera generación, con la disponibilidad de equipos electrónicos de inspección y de control, sumamente fiables, para conocer el estado real de los equipos mediante mediciones periódicas o continuas de determinados parámetros: vibraciones, ruidos, temperaturas, análisis físicoquímicos, tecnografía, ultrasonidos, endoscopia, etc., y la aplicación al mantenimiento de sistemas de información basados en ordenadores que permiten la acumulación de experiencia empírica y el desarrollo de los sistemas de tratamiento de datos.

Tipos de Mantenimiento.

¹¹ MUÑOZ, Belén; Mantenimiento industrial; Universidad Carlos III de Madrid; Área de Ingeniería Mecánica; Cap. II. Pp. 3

Mantenimiento correctivo: Solo interviene en los equipos cuyo fallo ya se ha producido. Se trata, por tanto, de una actitud pasiva, frente a la evolución del estado de los equipos.

En otros casos, cuando el fallo de los equipos no supone la interrupción de la producción, ni afecta a la capacidad productiva de forma instantánea, las reparaciones pueden ser llevadas a cabo sin perjuicios. Esta filosofía de mantenimiento no requiere ninguna planificación sistemática, por cuanto no se trata de un planteamiento organizado de tareas, en mejor de los casos puede conjugarse con algo básico de los equipos (limpieza y engrase generalmente).

Mantenimiento Preventivo: El mantenimiento preventivo constituye una de las principales acciones dentro del mantenimiento, para alargar la vida del equipo e instalaciones en general y prevenir la suspensión de las actividades laborales por imprevistos. “Es el mantenimiento que se realiza a los equipos de una planta en forma anticipada y programada, con base en inspecciones periódicas y debidamente establecidas según cada máquina, son encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas o daños de los equipos”¹²

Ventajas:

- disminución de las fallas prematuras por medio de limpiezas periódicas, ajustes y lubricación adecuada.
- En caso de que la falla no pueda mitigarse, las revisiones periódicas y las Mediciones que se realicen pueden ayudar a reducir el impacto de la falla que se pueda generar en el equipo o en la instalación.
- Lo más importante de una organización se ve mejorado cuando se implementa el mantenimiento preventivo, ya que los costos pueden ser disminuidos, como son materiales y repuestos así como paradas de producción.

¹² Carlos Ramón González, libro. Mantenimiento Preventivo, 2013

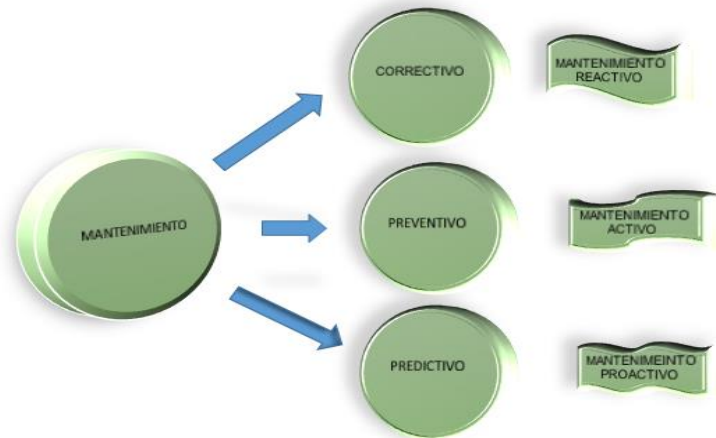
Mantenimiento Predictivo: Surge como respuesta a la necesidad de reducir los costos de los métodos tradicionales, la idea básica de filosofía de este mantenimiento parte del conocimiento del estado de los equipos, “El mantenimiento predictivo es una filosofía o actitud que dicho de una forma sencilla, usa la condición real de operación de un equipo o sistema para optimizar la operación total de la planta”¹³.

Ventajas:

- Detecta e identifica los defectos que pueden aparecer, sin necesidad de parar o desmontar la máquina.
- Observa aquellos defectos que solo se manifiestan sobre la maquina en funcionamiento.
- Programar la parada, para la corrección del defecto detectado haciéndola coincidir con un tiempo muerto o una parada rutinaria con el tiempo de producción
- Reducir el tiempo de reparación, ya que previamente se ha identificado el origen de la avería y los elementos afectados por el mismo.

¹³ Julián Jaramillo, Libro, Mantenimiento Predictivo, 2013, pág. 5.

Figura 17. Clasificación del mantenimiento





7.2. DOCUMENTACIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO

Para conocer el procedimiento y tareas asignadas en mantenimiento se establecen los formatos necesarios de inspección, rutinas de trabajo para establecer un historial de cada máquina.

Con el fin de mejorar la organización y manejar un formato en cuanto a la gestión del mantenimiento y evitar pérdida de información, se implementa dentro de la planta los siguientes criterios; ficha técnica, hoja de vida, orden de trabajo.

7.2.1 Hoja de vida. En el documento se consigna un historial de los trabajos realizados para los equipos, de manera que puedan ser visibles fácilmente y la vez que puedan ayudar a la toma de decisiones acerca de cada equipo (ver tabla 21)

Tabla 21. Formato hoja de vida

 HOJA DE VIDA						
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO LATINCO S.A.					 N° HOJA: VERSION: 1	
EQUIPO: VOLQUETA ARTICULADA				CODIGO: 11-VA-03		
HISTORIAL DE LA MAQUINA						
FECHA D/M/A	N° DE ORDEN TRABAJO	TIPO DE MTTO	ACTIVIDAD	HORAS TRABAJO	REPUESTOS	OBSERVACIONES
24/06/2015	1	preventivo	Mtto preventivo programada	6	lubricantes , filtros ,	se realiza alsitamiento, volteo ruedas, cambio de aceite y filtros
25/06/2015	2	Correctivo	cambio de tobera valvula direccional	2	tobera,manguera de presion	se realiz acamio de manguera fracturada.
26/07/2015	3	Preventivo	traslado a cargue de escombros	12	Alistamiento	sale en óptimas condiciones
07/07/2015	4	preventivo	limpieza de filtros, componentes	3	accesorios de limpieza	limpieza de filtro de aire, prueba de motor , hidraulicos
28/07/2015	5	correctivo	revisar sistema inyeccion combustible	4	No	evaluacion de bomba inyeccion
29/07/2015	6	correctivo	arreglo bomba inyeccion	12	inyector, anillos oring	trslado, abanco de pruebas de inyeccion
31/01/1900	7	Correctivo	montar bomba inyeccion	5	No	se hace intalacion de bomba de inyeccion
01/08/2015	8	preventivo	probar maquina, trabaje bien	2	No	prueba de equipo ok
12/08/2015	9	Correctivo	Falla sistema Hidráulico	2	Manguera	cambio manguera
17/08/2015	10	coorrectivo	intenencion direccion	6	punta pivotada.	cambio de punta articulada.
25/08/2015	1	Correctivo	falla motor	16	Anillos, Empaquetadura	Reparación del Motor
27/08/2015	12	Preventivo	caja de cambios, Trasmisión	7	Lubricantes, aceites	Se ejecuta matto preventivo
29/08/2015	13	Correctivo	Sistema Eléctricos	3	fusibles, cables	Cambio cable, fusible
30/08/2015	14	preventico	ajustes y pruebas	4	grasas y lubricantes	se pone en funcionamiento


7.2.2 Ficha técnica. Este documento describe las características principales de la maquina e indica sus especificaciones, se diseñó para que sea más accesible en la clasificación de cada máquina (ver tabla 22)

Tabla 22. Formato ficha técnica

		FICHA TECNICA	
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO LATINCO S.A	 N° FICHA: VERSION: 1
EQUIPO: VOLQUETA ARTICULADA		CODIGO: 11-VA-03	
ESPECIFICACIONES			
CLASIFICACION *	MP <input checked="" type="checkbox"/>	MF <input type="checkbox"/>	VT <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>
MARCA: CATERPILLAR	TIPO DE FRENOS: HIDRAULICO		
MODELO: 730	COLOR: AMARILLO		
AÑO: 2008	N° DE MOTOR: RSX10403		
N° DE PLACA: NA	ORIGEN: CATERPILLAR		
N° DE SERIE: B1M01956	CAPACIDAD: 280KW HP		
COMBUSTIBLE: ACPM	TRANSMISION: AUTOMATICA		
TIPO DE MOTOR: Cat C13 ACERT DIESEL	UBICACIÓN: SAN ANDRES(S/DER)		
CARACTERISTICAS			
Motor Cat C13 ACERT	SISTEMA HIDRAULICO 110L		
CILINDRADA 12.5 L	PROTECTOR DE CAJA ACERO BRINELL HB450		
El freno de compresión del Motor Cat C13 ACERT	TRANSMISIÓN ELECTRÓNICA		
FRENOS DE SERVICIO HIDRAULICO	CILINDRO DE ACCIONAMIENTO DOBLE		
TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA DE SEIS MARCHAS DE AVANCE Y UNA MARCHA DE RETROCESO	FRENOS DISCO DOBLE CIRCUITO EN TODAS LAS RUEDAS		
SISTEMA ELÉCTRICO: 24 VOLTIOS, 5 AMPERIOS, CON CONVERTIDOR DE 24 A 12 VOLTIOS	PALANCA ELEVACIÓN ELECTROHIDRÁULICA DE CAJA		
Carga útil nominal 28 TON-METRICAS	INYECCION UNITARIA ELECTRONICA ACCIONMECA		
OBSERVACIONES			
Luz de funcionamiento, presión de aceite del motor, sistema de dirección principal, intermitente izquierdo, luces de carretera, temperatura del refrigerante, tacómetro, freno de estacionamiento, nivel de combustible, intermitente derecho, temperatura del aceite de la transmisión, sistema de frenos, retención de la transmisión, control del sistema de elevación, sistema hidráulico, sistema de carga, retardador, fallo de la transmisión, sistema de control de tracción, luz indicadora de estado del motor OK.			
EMPRESA	OPERADOR	UBICACIÓN	
LATINCO S.A		SAN ANDRES (MALAGA-CUROS)	
* MP: MAQUINARIA PESADA MF: MAQUINARIA FIJA VT: VEHICULOS DE TRANSPORTE			

7.2.3 Orden de trabajo. En este formato se indican las tareas de mantenimiento a realizar tiempo requerido costo y repuestos necesarios, según la clasificación de los equipos (ver tabla 23).

Tabla 23. Formato orden de trabajo

	ORDEN DE TRABAJO		N° HOJA : 1
	CIUDAD:		VERSION: 1
	INTERNA <input checked="" type="checkbox"/>	EXTERNA <input checked="" type="checkbox"/>	FECHA: 25 / 11 / 15 /
EQUIPO: VOLQUETA ARTICULADA		CODIGO: 11-VA-03	
PROVEEDOR: Eléctricos la 15/bucaramanga		FACTURA N°: 1	
ESPECIFICACIONES			
* CLASIFICACION: MP <input checked="" type="checkbox"/> MF <input type="checkbox"/> VT <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>			
TIPO DE MANTENIMIENTO: Correctivo			
DESCRIPCION DEL PROBLEMA			
Varada por corriente Corto Eléctrico			
TRABAJO REALIZADO			
Revisión del sistema Eléctrico , fusibles y cableado.			
CANTIDAD	REPUESTOS Y MATERIALES		VALOR
2	Fusibles, Terminales		\$12000
3 mts	Cable		\$5500
HTR*: 3 Horas de trabajo		\$43600	
		TOTAL	
OBSERVACIONES:			
Fue reparado el corto Eléctrico, Reemplazado el cable Y fusibles.			
_____		_____	
EJECUTO D / M / A /		RECIBE Y APRUEBA D / M / A /	
* MP : MAQUINARIA PESADA MF : MAQUINARIA FIJA VT : VEHICULOS DE TRASPORTE HTR : HORAS DE TRABAJO REALIZADAS			

7.3. PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La planeación de mantenimiento nos permite programar los proyectos a mediano y largo plazo de las acciones de mantenimiento, esta centrada en la producción y su

funcion es evitar y corregir fallas, todo mantenimiento debe seguir un proceso establecido y planificado.

Todo tipo de mantenimiento debe ser evaluado y documentado llevando una descripción de los procesos de cada equipo como se desarrollo en capítulo buscando aumentar la eficiencia de trabajo de equipos.

7.3.1 Equipos para mantenimiento preventivo. En la evaluación mediante el análisis de criticidad de los equipos actuantes para el proceso de producción de agregados en la planta de triturado, se evidencia algunos equipos que requieren atención y una mejor programación en el mantenimiento preventivo para aumentar su eficiencia durante sus horas de trabajo.

En la mayoría de los equipos pertenecientes a los procesos de triturado se incluyen para la ejecución del mantenimiento preventivo, debido a la importancia y características propias del proceso productivo, la disponibilidad de estos equipos es vital para que la producción no se detenga.

Tabla 24. Equipos para mantenimiento preventivo

EQUIPO	CODIGO
Planta de triturado	13-PT-01
Cargador	12-CA-01
Excavadora	11-EX -01
Excavadora	11-EX -02
Volqueta articulada	12-VD-01

El mantenimiento preventivo se ejecuta para los equipos mas criticos en este caso la (planta de triturado) como se observa, asi mismo el programa de los demas equipos criticos y medianamente criticos se pueden ver en el anexo D. por otra parte

se incluye la planta de concreto debido que es de gran importancia en el proceso de producción y no está incorporada entre las críticas debido a que estaba en proceso de ensamble dentro de la planta.

7.3.2 Revisiones para la operación diaria. A continuación se muestra una rutina diaria de mantenimiento para realizar la inspección durante la operación y cumplir con la programación, asegurando el funcionamiento del equipo y visualizar las posibles fallas registradas (ver tabla 25).

Cada una de las inspecciones se deben realizar conscientemente y rigurosamente para garantizar el buen funcionamiento de la planta de trituración, hay que tener en cuenta que en general todas las rutinas de mantenimiento se deben realizar sin alimentación de energía, a excepción de la inspección de ruidos y vibraciones, la cual se realiza con el equipo encendido pero sin alimentación del material.

Tabla 25. Inspección de mantenimiento planta triturado


	MANTENIMIENTO PERIODICO PLANTA DE TRITURADO	CODIGO: VERSION: FECHA:
Ajustar, apretar los tornillos, si se requiero		Diario
Engrasar rodamientos del bastidor y péndulo		Diario
Engrasar tornillo tensor y pasador		Diario
Chequear ruidos inusuales y vibraciones durante el funcionamiento		Diario
Chequear ajuste de cuñas de la mandibula móvil		Diario
Chequear que no haya obstrucción en los chutes de descarga		Diario
Chequear los elementos de Fijación estén apretados		Diario
Revisar que no haya fisuras o desgaste en la Mandíbula		Diario
Revisar el tamaño de la descarga		Diario

Tabla 25. Continuación

Inspeccionar daños en los chutes y tolvas (desgaste)	Diario
Revisar y tensionar las correas	Diario
Inspeccionar mangueras y graseras de todo el sistema	Diario
Revisar el sistema de alarma	Diario
Ajustar tornillería del volante	Diario

7.3.3 Intervalos de mantenimiento. Para calificar los comportamientos de la maquinaria es necesario hacer un análisis, usando respectivas fichas técnicas diseñadas para cada equipo.

Los intervalos de mantenimiento son programados con tiempos especificados, en la planta de triturado se plantea los programas de mantenimiento los cuales son importantes para determinar las fechas del paro de la producción y así realizar la rutina respectiva en el plan programado en este proyecto como fueron estipulados (ver tabla 26).

Tabla 26. Rutinas de mantenimiento planta de triturado



	RUTINAS DE MANTENIMIENTO PLANTA TRITURADORA	
	CÓDIGO:	
	VERSIÓN:	
		FECHA VIGENCIA:
		
TIPO 1 (DIARIO)	CONJUNTO PRIMARIO / MANDIBULA	Movimiento libre de Quijada Quijada fija
	CONJUNTO PRIMARIO / CON ALIMENTADOR	Cajón vibrador
	CONJUNTO SECUNDARIO / CONO	Poleas
		Sello Extremo
		Filtro de entrada al tanque
		Tuerca del cono
		Verificar fugas
		Tensión de correas
		Nivel de aceite
	TRANSPORTADORES	Verificar retornos
Manto fijo		
Manto móvil		
Motor		
CLASIFICADORA	Mallas	
TIPO 2 (20 HORAS)	CONJUNTO PRIMARIO / MANDIBULA	Rodamientos
		Chumaceras
		Rodillos
		Bandas
	CONJUNTO PRIMARIO / CON ALIMENTADOR	Tensión de correas
		Lubricación de rodamientos
		Fusibles
		Porta fusibles
		Tensor
		CONJUNTO SECUNDARIO / MARTILLO
Chumaceras		
Rodamientos		
Barras quebradoras		
Tension de correas		
CLASIFICADORA	Martillos	
	Escudos	
	Recubrimiento Anti desgaste	
	Polea	
	Rodamientos	
	Tensión de correas	

Tabla 26. Continuación

TIPO 3 (50 HORAS)		Pernos de anclajes
	CONJUNTO PRIMARIO / MANDIBULA	Soldaduras de anclajes
	CONJUNTO PRIMARIO / CON ALIMENTADOR	Rodamientos
		Cardanes
	CONJUNTO SECUNDARIO / CONO	Test de aceites
		Lubricación de rodamientos
		Sellos internos y externos
		Mangueras de aire
		Cámara de aire
		Filtros del filtro
	Presiones de bomba	
	Calentador de aceite	
CONJUNTO SECUNDARIO / MARTILLO	Reductores	
CLASIFICADORA	Cardanes	
TRANSPORTADORES	Reductores	
TIPO 4 (200 HORAS)	CONJUNTO PRIMARIO /MANDIBULA	Motor
	CONJUNTO PRIMARIO / CON ALIMENTADOR	Motores
	CONJUNTO SECUNDARIO / MARTILLO	Motor
	CLASIFICADORA	Motor
	TRANSPORTADORES	Motor
TIPO 5 (1200 HORAS)	CONJUNTO INTERNO DEL CONO	Desmontar Tuerca
		Desmontar nuez con manto
		Revisar anillo esférico de bronce
		Revisar la quisionera
		la excéntrica
		Revisar la corona
		Revisar el speed y la bala
		Revisar el buje interno
		Revisar el buje externo
		Revisar el sello interno
		Revisar el sello externo
		Revisar sello de aceite
		Revisar rodamiento axial excéntrica
Revisar todos los orificios de lubricación		
Revisar cámara de aire		
ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ

8. SISTEMA DE INFORMACIÓN

Un sistema de información es una base de almacenamiento de datos para el direccionamiento de actividades programadas y no programadas, la recolección de información de trabajos realizados en un plan de mantenimiento son indispensables cuando se cuenta con el historial del equipo, esta herramienta permite una mayor organización y visualización de manejo de datos y almacenamiento de tareas realizadas a la maquinaria para el respectivos análisis y control de las funciones que se ejecutan, para un mantenimiento optimo en la empresa que ayuden a la toma de decisiones.

Para facilitar el manejo de información y organización de la planta de triturado empresa Latinoamericana de construcciones S.A. Se presenta un sistema de información, programación de PHP y base de datos MYSQL, el cual aporta la información de los equipos existentes como: hoja de vida, ordenes de trabajo, ficha técnica, catálogos, así aumentar la eficiencia de la administración de mantenimiento de la empresa.

8.1. HERRAMIENTA SOFTWARE

La herramienta Software es un programa informático ejecutado por un programador para la realización de una actividad que facilite el manejo y flujo de información.

8.1.1 Programación PHP¹⁴. Es un lenguaje de programación de uso general diseñado para desarrollo web en un contenido dinámico HTML. El código es interpretado como un servidor web con un módulo PHP que genera la página web resultante creando la interfaz de comandos que puede ser usada en aplicaciones

¹⁴ MUÑOZ MARCIALES, Oscar. Diseño e implementación de una herramienta software que apoye la ejecución de procedimientos para la verificación de la integridad estructural del campo escuela colorado. Bucaramanga, 2014. P. 30.

graficas independientes, puede ser usada en la mayoría de servidores web o sistemas operativos sin generar costos, Es un lenguaje que forma parte del software bajo licencia PHP.

Fue creado por Rasmus Lerdorf 1995. Actualmente el lenguaje sigue siendo desarrollado con nuevas funciones por el grupo PHP. Este lenguaje forma parte del software libre publicado bajo la licencia PHP, que es incompatible con la licencia pública general de GNU debido a la restricción del uso de términos PHP

Características PHP

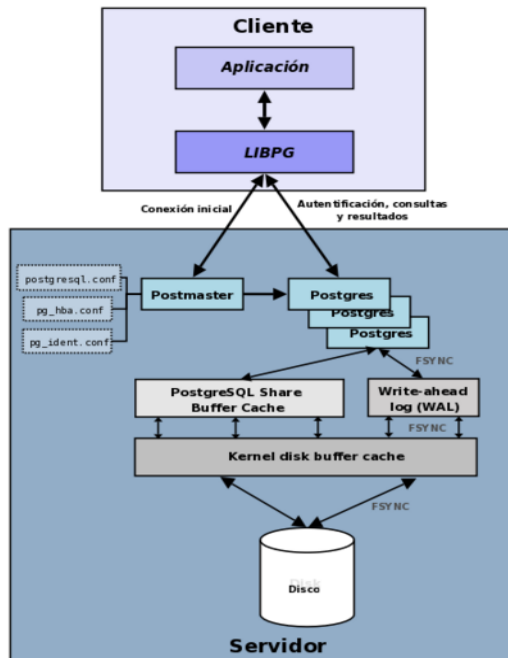
- Capacidad de conexión con la mayoría de motores de base de datos que se utilizan en la actualidad, su conectividad con MySQL y PostgreSQL
- Amplia documentación en su sitio web, explícita y buenos patrones de ayuda, es libre por lo que presenta como una alternativa de fácil acceso para todos.
- Se puede aplicar cualquier técnica de programación que permite el acceso de datos, la lógica de control y la interfaz de usuario en componentes independientes
- No requiere definición de tipos de variables aunque sus variables se pueden evaluar también por el tipo que este manejando en tiempo de ejecución.

8.1.2 Base de datos PostgreSQL y MYSQL¹⁵. Es el sistema de gestión de base de datos de código abierto más potente en el mercado, PostgreSQL utiliza un modelo cliente servidor, utiliza multiprocesos para garantizar la estabilidad en el sistema.

PostgreSQL utiliza un modelo cliente/servidor y usa multiprocesos en vez de multihilos para garantizar la estabilidad del sistema. Un fallo en uno de los procesos no afectará el resto y el sistema continuará funcionando.

¹⁵ Portal PostgreSQL [En línea] http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql/Historia_base_de_datos.html [citado 15 septiembre de 2015]

Figura 18. Componentes sistema PostgreSQL



Fuente: http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql

Aplicación cliente: Esta es la aplicación cliente que utiliza PostgreSQL como administrador de bases de datos. La conexión puede ocurrir vía TCP/IP o sockets locales.

Demonio postmaster: Este es el proceso principal de PostgreSQL. Es el encargado de escuchar por un puerto/socket por conexiones entrantes de clientes. También es el encargado de crear los procesos hijos que se encargaran de autenticar estas peticiones, gestionar las consultas y mandar los resultados a las aplicaciones clientes

Ficheros de configuración: Los 3 ficheros principales de configuración utilizados por PostgreSQL, postgresql.conf.

Procesos hijos postgres: Procesos hijos que se encargan de autenticar a los clientes, de gestionar las consultas y mandar los resultados a las aplicaciones clientes

PostgreSQL share buffer cache: Memoria compartida usada por PostgreSQL para almacenar datos en caché.

Write-Ahead Log (WAL): Componente del sistema encargado de asegurar la integridad de los datos (recuperación de tipo REDO)

Kernel disk buffer cache: Caché de disco del sistema operativo

Disco: Disco físico donde se almacenan los datos y toda la información necesaria para que PostgreSQL funcione

Características del PostgreSQL

Las características las hace una de las bases más potentes y robustas en el mercado, la estabilidad, potencia, robustez, facilidad de administración e implementación de estándares han sido las características que se han tenido en cuenta en su desarrollo, funciona bien con cantidades de datos y concurrencia de usuarios a la vez.

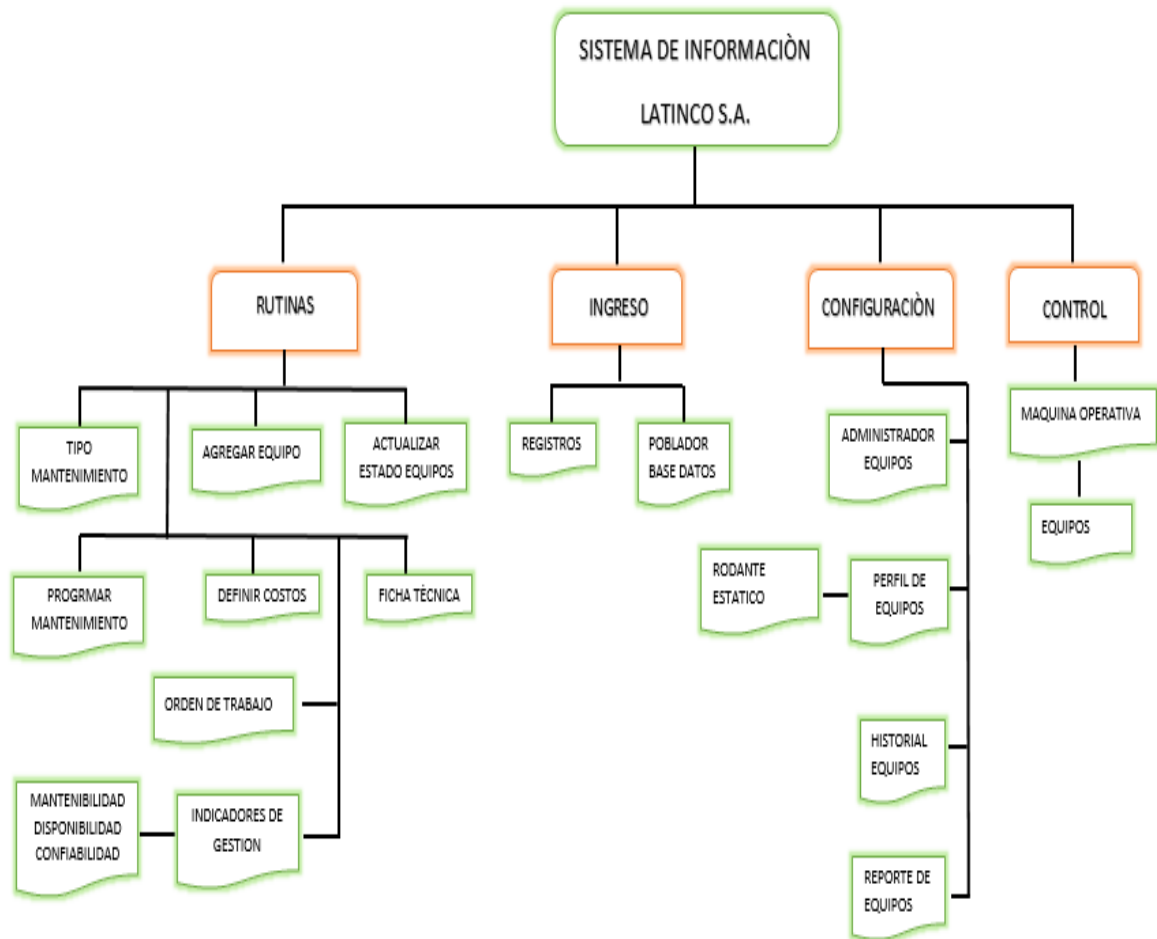
8.1.3 MYSQL. Sistema de administración de base de datos, la información puede ser almacenada de una manera muy fácil, MySQL es un sistema de administración de bases de datos. Una base de datos es una colección estructurada de tablas que contienen datos. Esta puede ser desde una simple lista de compras a una galería de pinturas o el vasto volumen de información en una red corporativa. Para agregar, acceder a y procesar datos guardados en un computador, usted necesita un administrador como MySQL Server. Dado que los computadores son muy buenos manejando grandes cantidades de información, los administradores de bases de

datos juegan un papel central en computación, como aplicaciones independientes o como parte de otras aplicaciones.

Características MYSQL

- Amplio subconjunto del lenguaje SQL. Algunas extensiones son incluidas igualmente.
- Disponibilidad en gran cantidad de plataformas y sistemas.
- Posibilidad de selección de mecanismos de almacenamiento que ofrecen diferentes velocidades de operación, soporte físico, capacidad, distribución geográfica, transacciones
- Transacciones y claves foráneas.
- Conectividad segura.
- Replicación.
- Búsqueda de indexación de campos de texto.

Figura 19. Flujo grama sistema de información



8.2. SISTEMA COMPUTARIZADO PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA LATINOAMERICANA DE CONSTRUCCIONES S.A.

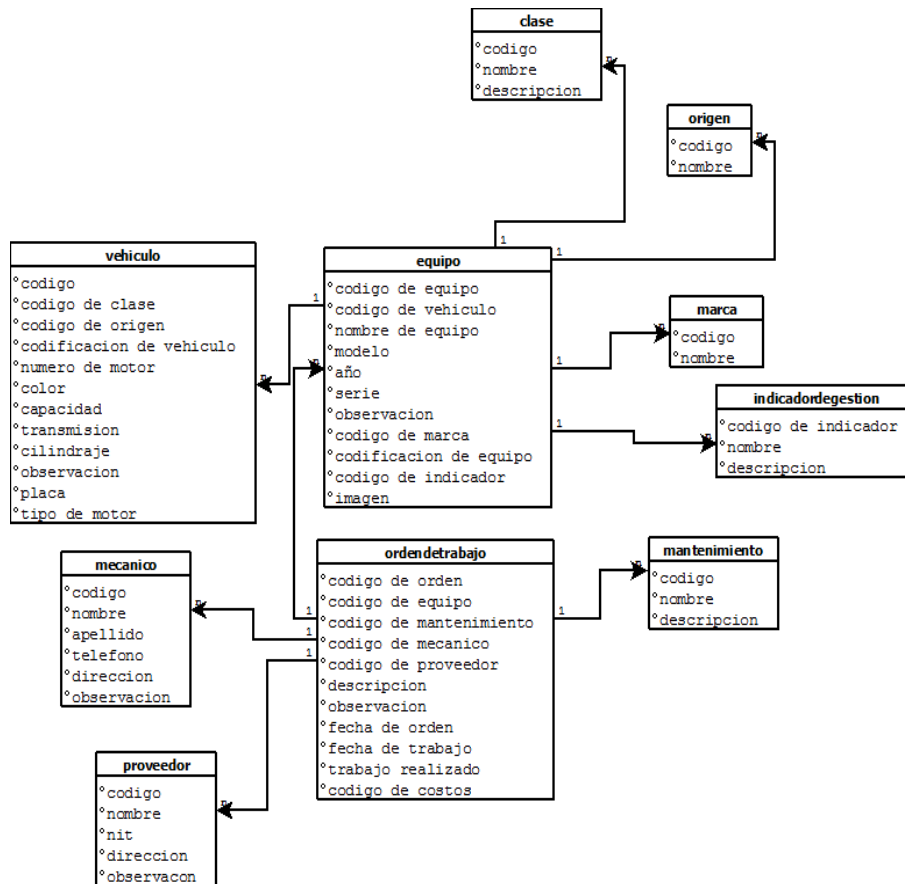
Según los objetivos planteados, se establece desarrollar un sistema de información para el mantenimiento preventivo de la maquinaria de la planta de triturado, basado en lenguaje PHP y base de datos MYSQL el cual se desarrolló en la plataforma web mediante el siguiente link; <http://localhost/esta/login.php>.

Fue estructurado para tener acceso como servidor o plataforma web y con la finalidad de generar rutinas de mantenimiento y realizar seguimientos sobre la funcionalidad de los equipos presentes en el plan de mantenimiento

8.2.1 Diagrama de módulos base datos. En la implementación de funciones en herramientas de programación son necesarios los módulos de información en la programación. Para el sistema implementado en la empresa Latinoamericana De Construcciones LATINCO S.A. sector Curos –Málaga.

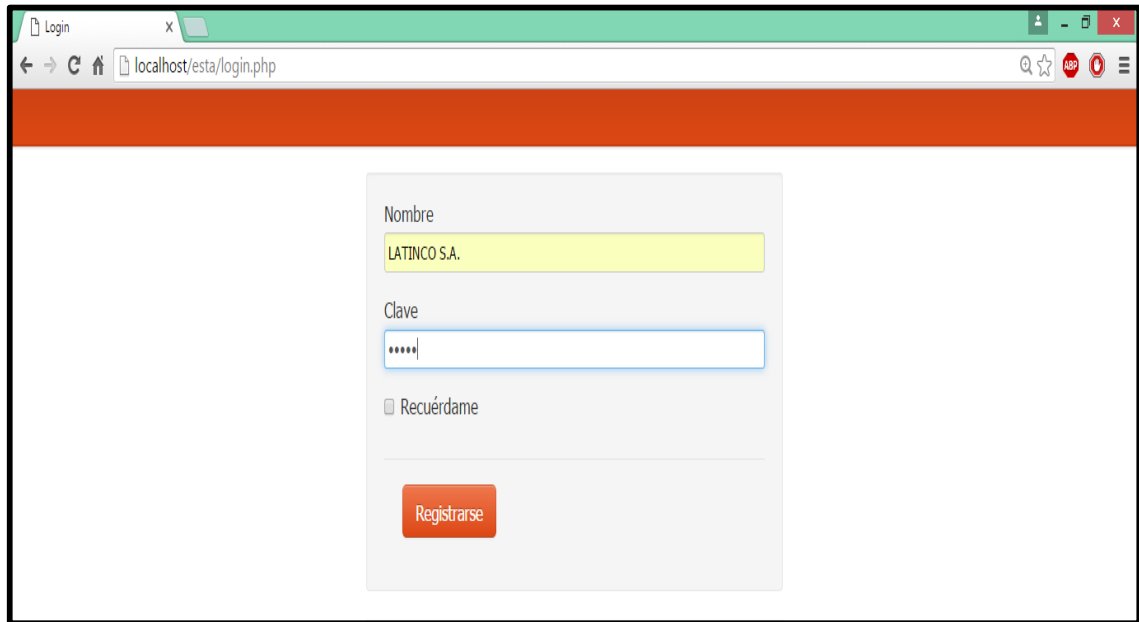
En modulo (ver figura 20) muestra la secuencia general de la diferente documentación del software, para que el programa ejerza su función.

Figura 20. Modelado de la programación



8.2.2 Módulo de la Plataforma. El sistema está definido por una serie de módulos y sus módulos, que permiten al usuario acceder a diferentes funciones para su respectivo manejo. A continuación se muestra la estructura de los diferentes módulos del plataforma web y como se realizan sus principales actividades.

Figura 21. Ingreso a la plataforma web



Como se observa se emplea un usuario y clave personal para tener acceso mediante el link: <http://localhost/esta/login.Com>.

Seguidamente se presenta una pantalla principal del menú, los cuales presentan las funciones que se realizan dentro del software de mantenimiento, en la parte izquierda se puede observar el menú con sus módulos (equipo, clase, origen, etc.) y en la parte derecha muestra respectivo registro para el modulo seleccionado ayudando a obtener los objetivos planteados en el plan de mantenimiento.

Figura 22. Menú principal



Figura 23. Registro de equipos



Seguidamente se puede ingresar en cada menú y encontrar su respectiva descripción donde se genera el registro del equipo.

Figura 24. Registro del equipo agregado

#	Cod Ord	Equipo	Mantenimiento	Mecanico	Proveedor	Descripcion	Observacion	Fecha Ord	Fecha Trabajo	Trabajo Realizado	Costo
1		CARGADOR	PREVENTIVO	MATAN	ELECTRICOS LA 15 BUCARANGA	SELECCION DE LIBRICANTES	REALIZAR SUS RESPECTIVOS AJUSTES Y DIAGNOSTICOS DE LA MAQUINA	2016-01-18	2016-01-27	CAMBIO DE FILTROS Y ACCESOS	25.0000
2		PLANTA DE TRITURACION	PREVENTIVO TPO 1	BLADIMIR	ELECTRICOS LA 15 BUCARANGA	mantenimiento tipo (1 dia) tiempo de mantenimiento 2 horas	utilizar elementos de seguridad, verificar equipos este completamente asepa... más	2016-01-19	2016-01-21	mantenimiento tipo a, verificado, lubricacion de rodamiento y tiempo de ba... más	100.0000

Agregar: cumple con la función de agregar un nuevo equipo

Borrar: elimina el equipo seleccionado

Actualizar: actualiza la página para un nuevo ingreso de equipo y muestra los equipos existentes en el sistema.

Posteriormente agregado el equipo se pueden hacer modificación en el siguiente submenú como son: copiar, eliminar, editar, ver, generando sus respectivos cambios al equipo que se desee, además tiene la opción desplegar la barra en el icono que tiene como símbolo un más y obtener todo el registro que se le ha elaborado al equipo como parte de su historial.

Figura 25. Submenús del sistema

#	Codigo Equipo	Nombre Equipo	Modelo	Año	Serie	Observacion	# Marca	Codificacion Equipo	# Indicador	Imagen	Clase	Lugar de Origen	Vehiculo O No
1	VOZUETA	VOZUELA	7000	2011	JHTW104710031316	BUEN ESTADO	INTERNACIONAL	15-40-02	DISPONIBILIDAD	NULA	KODACITE	CAMPING	
2	ENCUCADORA	3220LUM	2010	10090359	PANORAMICENTRO	CATERPILLAR	12-8V-02	DISPONIBILIDAD	NULA	KODACITE	CATERPILLAR		
3	CARGADOR	931HD	2012	95001370	BUEN ESTADO	CATERPILLAR	12-CA-01	DISPONIBILIDAD	NULA	KODACITE	CATERPILLAR		

El módulo equipo se encuentran los respectivos registrados de las maquinas que hacen parte de la planta de triturado en el cual se aprecia subíndices como: modelo, marca, serie, descripción, también se puede visualizar todo el historial de cada máquina, como son programas de mantenimiento, órdenes de trabajo, actividades de registro y descripción del mantenimiento realizado.

Figura 26. Modulo equipo

The screenshot shows the 'Equipo' module interface. On the left is a sidebar menu with options like 'Indicador Gestion', 'Origen', 'Clase', 'Equipo', 'Mantenimiento', 'Marca', 'Mecanico', 'Orden Trabajo', 'Proveedor', and 'Vehiculo'. The main area displays a table with the following data:

Acciones	Codigo Equipo	Nombre Equipo	Modelo	Año	Serie	Observacion	# Marca	Codificacion Equipo	# Indicador	Imagen	Clase	Lugar de Origen	Vehiculo O No
[Icons]	5	EXCAVADORA	SK350LC	2014	YC11-0524	FUNCIONAMIENTO	KOBELCO	11-EV-01	CONFABILIZADO	NULL	RODANTE	NULL	
[Icons]	1	CARGADOR	959D	2013	W5203350	BUEN ESTADO	CATERPILLAR	12-CA-01	DISPONIBILIZADO	NULL	RODANTE	CATERPILLAR	
[Icons]	4	EXCAVADORA	320DLME	2008	KGF30519	FUNCIONAMIENTO	CATERPILLAR	11-EV-02	DISPONIBILIZADO	NULL	RODANTE	CATERPILLAR	
[Icons]	2	PLANTA DE TRITURACION	362CC	1995	052 85	CONRECTO FUNCIONAMIENTO, UTILIZA GENERADOR DE ENERGIA MOTORES 50HP Y 25HP	ASTRELL-TELESMITH	13-PT-01	DISPONIBILIZADO	NULL	ESTATICO	NEDELIN	✓
[Icons]	3	VOLQUETA DOBLETRUQUE	7600	2013	3HTW4HTF0N2396	BUEN ESTADO	INTERNATIONAL	15-V0-02	DISPONIBILIZADO	NULL	RODANTE	CUMMINS	
[Icons]	6	PLANTA DE CONCRETO	ADCC10-2	2013	201303-140	NULL	ACROSS	14-PC-01	DISPONIBILIZADO	NULL	ESTATICO	NULL	

El modulo operacional se encuentra en la parte del menú vehículo se puede ingresar la ficha técnica y se usa para generar la orden de trabajo y tiene la opción de agregar una nueva ficha técnica cada vez que sea necesario

Figura 27. Modulo operacional

The screenshot shows the 'Vehiculo' module form. The sidebar menu is similar to the previous one, but 'Vehiculo' is selected. The form contains the following fields:

- Cod Veh: 2
- Cod Veh (dropdown): (empty)
- Codificacion Veh: 15-V0-02
- Numero Motor: 253933
- Color: BLANCO
- Capacidad: 300HP
- Transmision: HIDRAULICA
- Cilindrada: 7600
- Observacion: CAPACIDAD VOLVO 13803
- Placa: SHQ-432
- Tipo Motor: DIESEL
- Cod Equ: VOLQUETA DOBLETRUQUE

El módulo de mantenimiento En el menú operacional describe el tipo de mantenimiento a realizar de acuerdo a las horas de trabajo del equipo, siendo uno de los factores más importantes para la asignaciones de tareas de acuerdo al horometro y el registro de la documentación que generan los operarios en cada puesto de trabajo, son almacenados en su respectivo software para llevar historial del equipo y generar tipos de mantenimiento.

Figura 28. Módulo de mantenimiento

Acciones	Cod Man	Nom Man	Desc Man
	1	PREVENTIVO	CAMBIO DE ACEITE
	2	PREVENTIVO TIPO 3	ENGRASES, PERNOS ANCLAJES, FILTROS, REVISIÓN MANGUERAS DE AIRE, PRUEBAS DE ... más
	3	PREVENTIVO TIPO 1	revisión diaria maquina, fugas mangueras, tensión correas, calibre de llant... más

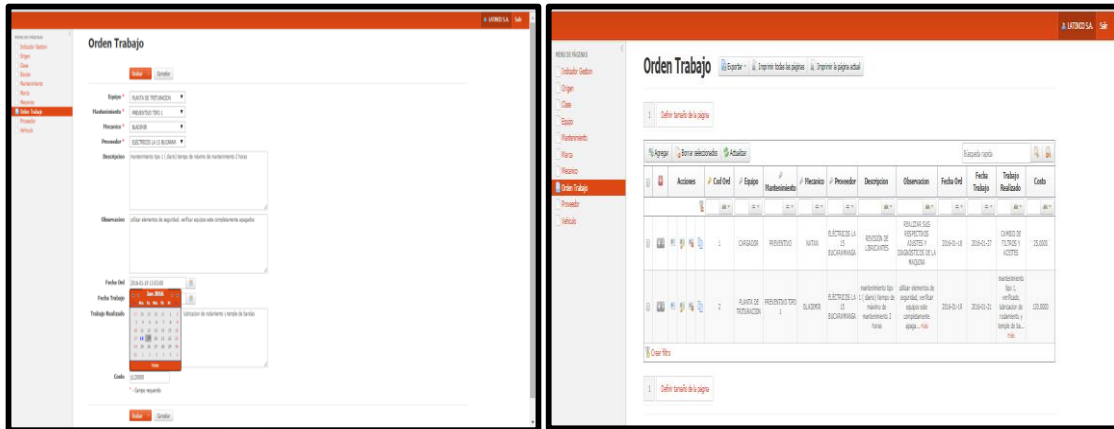
El módulo Orden de trabajo genera la respectiva orden de cada equipo de su respectivo mantenimiento generando el historial, cuenta con ítems como: fecha orden de trabajo, equipo, mantenimiento, proveedor, mecánico, observaciones y costos.

Costos. Son parte importante para el manejo de la empresa, permite cuantificar los gastos en los periodos de tiempo estando como su módulo de la orden de trabajo, este indica el costo total de la maquina por repuestos, mantenimiento y mano de obra los cuales van directamente al historial de la máquina que genera la orden de trabajo.

Figura 29. Modulo orden de trabajo

Acciones	Cod Ord	Equipo	Mantenimiento	Mecanico	Proveedor	Descripción	Observación	Fecha Ord	Fecha Trabajo	Trabajo Realizado	Costo
	1	CARGADOR	PREVENTIVO	NATAN	ELECTRICOS LA 15 BUCARAMANGA	REVISIÓN DE LIBRICANTES	REALIZAR SUS RESPECTIVOS AJUSTES Y DIAGNOSTICOS DE LA MAQUINA	2016-01-18	2016-01-27	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITES	25.0000
	2	PLANTA DE TRITURACION	PREVENTIVO TIPO 1	BLADIMIR	ELECTRICOS LA 15 BUCARAMANGA	mantenimiento tipo 1 (diario) tiempo de maximo de mantenimiento 2 horas	utilizar elementos de seguridad, verificar equipos este completamente apaga... más	2016-01-19	2016-01-21	mantenimiento tipo 1, verificado, lubricación de rodamiento y temple de ba... más	120.0000

Figura 30. Elaboración orden de trabajo



El módulo de proveedor. Contiene la información respecto a los proveedores de repuestos y elementos que se necesitan para procesos de producción, definiendo sus diferentes caracteres como: NIT, ubicación, empresa y propietario.

Figura 31. Modulo proveedor

HERO DE PÁGINAS

- Indicador Gestion
- Origen
- Clase
- Equipo
- Mantenimiento
- Marca
- Mecanico
- Orden Trabajo
- Proveedor
- Vehículo

Proveedor [Exportar] [Imprimir todas las páginas] [Imprimir la página actual]

1 Definir tamaño de la página

Agregar [Borrar seleccionados] Actualizar [Búsqueda rápida]

Acciones	Cod Pro	Nom Pro	Nit	Dir Pro	Obs Pro
[Iconos]	1	ELECTRICOS LA 15 BUCARAMANGA	1084753-4	CRR 15 N 22-34 BARRIO CENTRO	VENTA DE REPUESTOS ELECTRICOS
[Iconos]	2	ALEXANDER NUÑEZ	8512683-2	DUITAMA	SUMINISTRO DE REPUESTOS MAQUINARIA CATERPILLAR.

[Crear filtro]

1 Definir tamaño de la página

8.2.3 Diagrama de flujo.

El diagrama flujo ingreso datos (ver figura 32) presenta el ingreso a la plataforma y las respectivas actividades que se ejecutan como: agregar, actualizar, quitar y ver, siguiendo los pasos existentes en cada módulo registrando y almacenado datos a criterios del usuario, esto genera los respectivos ventanas registrando cambios que el usuario desee, para la modificación de los datos se vasados en la actualización de entrada y salida de información.

Figura 32. Diagrama flujo ingreso de datos

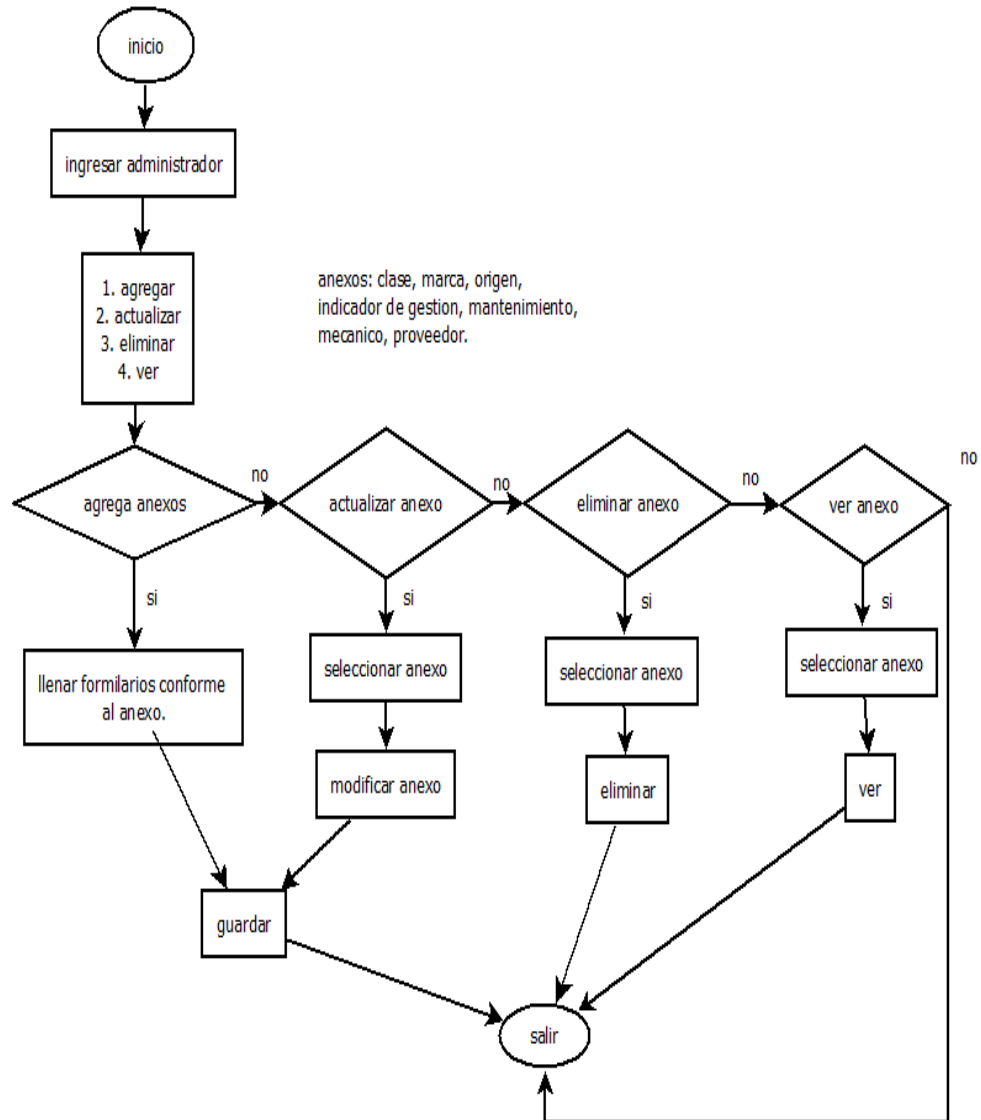
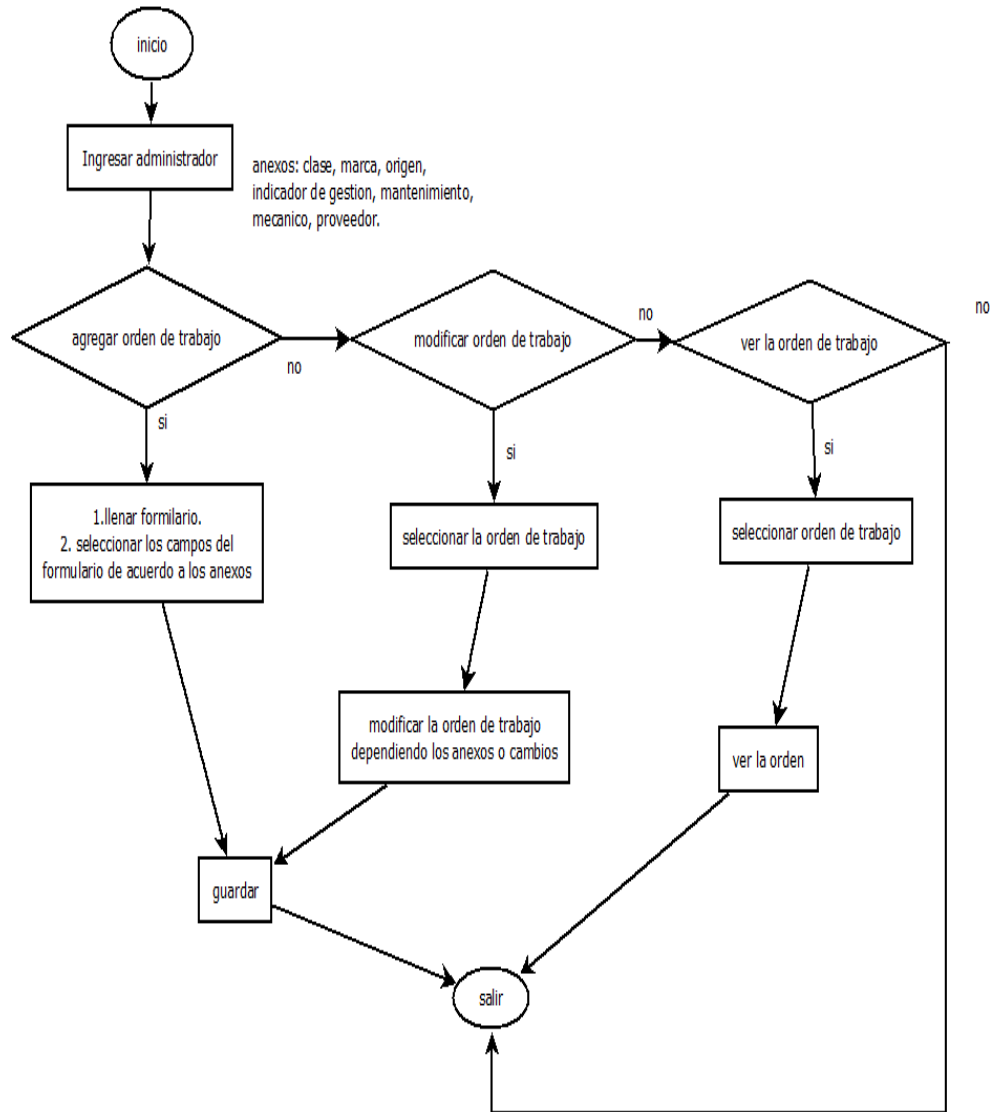


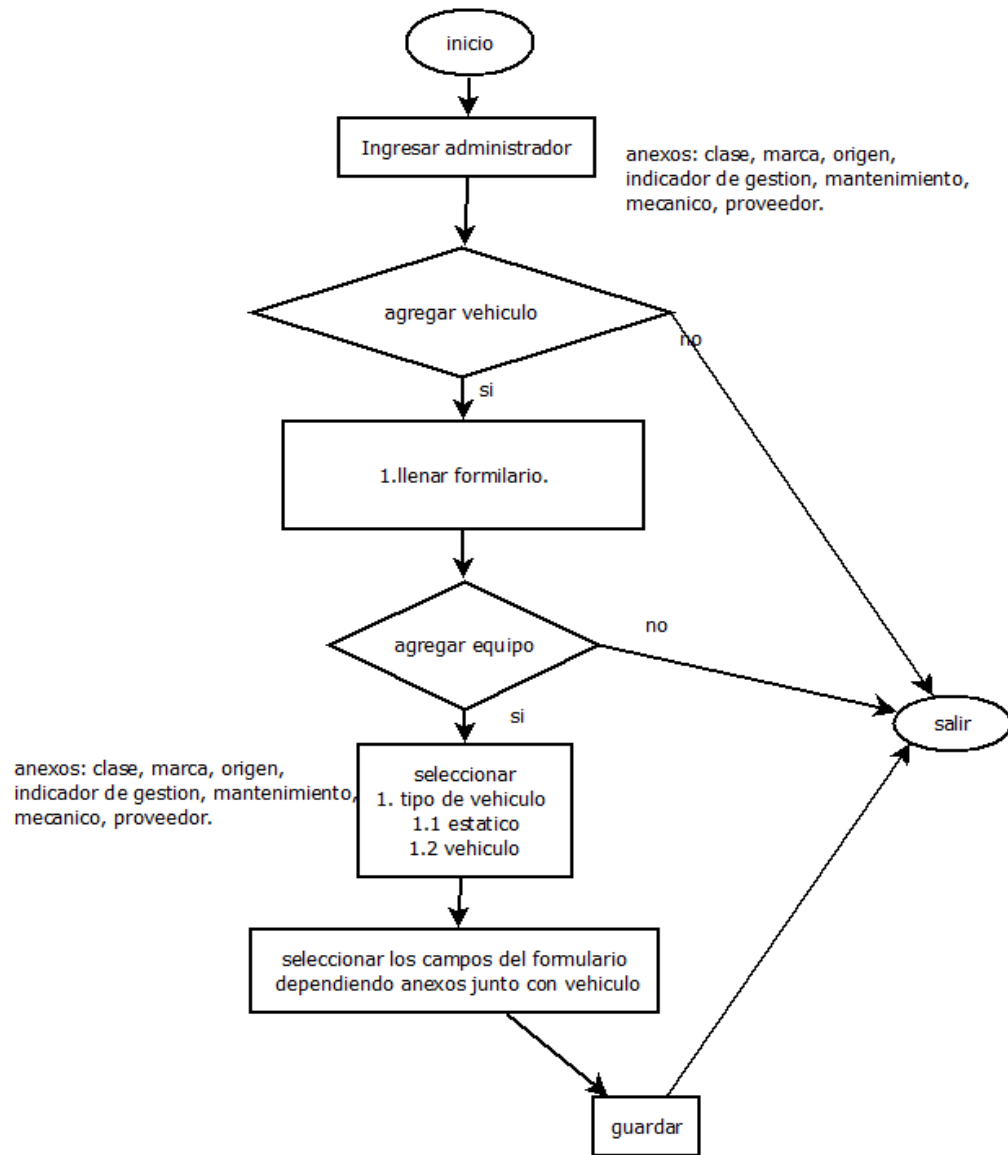
Diagrama de flujo de orden de trabajo generalmente se basa en ingreso a la plataforma seleccionando en menú el modulo respectivo lo cual genera serie de ítems (agregar, actualizar, eliminar, ver), dependiendo que se necesite para el ingreso se da la orden de sus diferentes registros.

Figura 33. Diagrama de flujo modulo orden de trabajo



Flujo grama de equipo. Se genera modelos con sus respectiva ficha técnica en el cual se da la opción de cada ítems, posteriormente se llena su respectivo formulario para agregar el equipo que se quiere emplear si es estático o vehículo y se adjunta sus respectiva información.

Figura 34. Diagrama de flujo modulo equipo



9. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

9.1. PROCESO DE MANTENIMIENTO

La gestión de mantenimiento es orientada a calidad y eficiencia vinculada al mantenimiento de equipos de una empresa, para la aplicación de técnicas de mejoramiento es necesario contar con indicadores que muestren el estado real de los equipos, esto se basa mediante los indicadores de gestión en el manejo y conocimiento referente a costos.

La medición de la gestión de la empresa es determinados por medio del control de los indicadores de gestión en mantenimiento, sirve para comparar un valor o nivel de referencia que son evaluados a través del tiempo. Cuando se lleva un correcto manejo de información se pueden usar estos resultados para gestionar actividades de mejoramiento que conlleve a mejorar la competitividad en la industria.

Esta gestión de mantenimiento puede ser llevado mediante la planeación, análisis de información, registro histórico, control y seguimiento, programa, presupuesto.

Figura 35. Ciclo de gestión de mantenimiento



Fuente: Carlos Ramón González. Mantenimiento Preventivo, 2013

9.2. INDICADORES DE GESTIÓN

El desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa latinoamericana de construcciones busca obtener indicadores de gestión para las actividades de mantenimiento de los equipos.

Es necesario contar con resultados en la gestión para realizar la comparación periódica evaluando la gestión de mantenimiento a través de los factores como son:

- Disponibilidad
- Mantenibilidad
- Confiabilidad

Estos indicadores de gestión deben ser entendibles y calculables y así realizar un análisis rápido para la ayuda de toma de decisiones en el mejoramiento de mantenimiento.

9.2.1 Disponibilidad. Hace referencia al tiempo que un equipo opera en óptimas condiciones sin contratiempos, más el tiempo que está en receso, Al ser uno de los indicadores más importantes debe incluir; tiempo de operación, tiempo inactivo, tiempo de mantenimiento, tiempo administrativo, tiempo de funcionamiento y tiempo de logística, “tener como objetivo una alta disponibilidad, significa reducir al máximo el número de paradas para obtener una operación exitosa, económica y rentable, un mejoramiento de la mantenibilidad y confiabilidad, lleva asociado a una mayor inversión inicial, pero resultará una mayor disponibilidad del equipo a lo largo de su vida útil y como consecuencia, un menor costo neto total del ciclo de vida”¹⁶.

¹⁶ BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de mantenimiento. Material Docente. Colombia, Bucaramanga: Ediciones UIS, 2013.

En término matemático la disponibilidad la calculamos como: disponibilidad de un equipo en horas reales y el número de horas totales en el periodo laborado se puede determinar por la ecuación:

Ecuación 5. Disponibilidad

$$Disponibilidad = \frac{Horas\ totales - Horas\ paradas}{Horas\ totales} \times 100$$

Esta disponibilidad se hace para periodos de tiempo, siendo una disponibilidad ideal cercana al 100%.

Por ejemplo: la disponibilidad para el mes de agosto para la planta de triturado en general fue 70% quiere decir que estuvo un 30% del tiempo del mes en mantenimiento. Fueron evaluados todos los equipos que involucran el trabajo en la plata de triturado de la empresa latinoamericana de construcciones según los criterios de calificación (0-10) durante un periodo de tiempo de 30 días dando los siguientes resultados (ver figura).

Tabla 27. Disponibilidad equipos planta de triturado

DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS MES DE AGOSTO																															DISPONIBILIDAD IDEAL	
	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		
14-BC-01	9	9	9	7	8	9	10	10	8	10	9	8	9	10	10	10	9	9	9	7	10	10	9	9	9	8	8	10	10	10	272	300
12-CA-01	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	7	10	10	10	10	9	10	10	10	10	8	9	10	10	10	10	10	10	291	300	
14-CH-01	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	300	300	
14-BC-01	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	300	300	
11-EX01													10	10	10	10	10	10	0	0	10	10	10	9	7	9	0	10	10	145	180	
11-EX02	10	8	9	9	0	0	0	0	10	10	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	243	300	
15-MC-01	10	10	10	10	10	10	10	10	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	297	300	
15-CN-01	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	278	300	
15-CM-01	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	300	300	
13-PT-01	8	8	5	10	10	8	0	10	8	8	5	8	8	0	10	7	9	8	8	7	10	8	8	8	7	8	8	10	0	221	300	
13-TI-01	10	2	0	0	0	0	0	0	0	2	10	10	0	0	10	10	8	10	10	0	0	6	10	10	10	10	10	10	0	148	300	
11-VA-01	10	8	8	10	10	10	10	0	0	8	7	6	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	265	90	
11-VA-02	10	10	8	10	10	10	10	10	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	10	6	7	0	0	6	9	10	10	10	262	300	
11-VA-03	10	10	10	10	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	298	300	
12-VD-01	10	10	5	10	10	10	10	10	10	7	10	10	10	10	8	8	10	10	10	10	10	10	10	4	5	9	10	10	10	276	300	
15-VD-02	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	260	300	
15-VD-03	10	10	10	10	10	10	10	10	10	6	10	2	10	10	10	10	10	0	0	10	10	0	10	0	10	10	10	10	10	248	300	
15-VD-04	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	247	300	
15-VD-05																														140	300	
15-VD-06	10	10	10	10	0	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	244	300	

INDICADOR GESTION LATINCO	
DISPONIBLE	88,80%
NO DISPONIBLE	11,20%

Figura 36. Disponibilidad equipos



9.2.2 Mantenibilidad. Es la probabilidad que aun equipo se le pueda ejecutar un mantenimiento debidamente planeado, incluyendo el tiempo necesario y la mano de obra buscando que todo sea mínimo. En general “un equipo puede ser puesto en condiciones operacionales en un periodo de tiempo dado, cuando el mantenimiento es efectuado de acuerdo con unos procedimientos preestablecidos, significa que la probabilidad de un equipo que ha fallado, puede ser reparada en un tiempo dado”¹⁷ la mantenibilidad se caracteriza por el tiempo medio para reparar (TMPR).

Ecuación 6. Tiempo medio para reparar TMPR

$$TMPR = \frac{TFS}{NP}$$

TFS: tiempo fuera de servicio por paradas no programadas

NP: número de fallas durante el tiempo observación

¹⁷ Ibid.P.262

9.2.3 Confiabilidad. Se define como “la probabilidad de que un equipo no falle en servicio durante un periodo de tiempo dado, el tiempo promedio entre fallas (TPF) es un indicativo de la confiabilidad, entre más alto sea mayor la confiabilidad, solamente puede hablarse de confiabilidad cuando el equipo opere satisfactoriamente, dentro de un límites dados de funcionamiento y durante un periodo determinado de tiempo”¹⁸. Para este caso la confiabilidad siendo el tiempo promedio entre fallas se puede expresar de la siguiente manera:

Ecuación 7. Tiempo promedio entre fallas

$$TPF = \frac{\text{tiempo del equipo en funcionamiento}}{N^{\circ} \text{ de veces que el equipo estuvo en operación}}$$

9.2.4 Rendimiento Horas-Hombre. Este indicador muestra las horas reales en el rendimiento de los trabajos y estima las horas de trabajo para el desarrollo de mantenimiento en las diferentes partes de los equipos.

Ecuación 8. Tiempo horas/ hombre

$$\text{Horas/Hombre} = \frac{(\text{Horas totales} - \text{Horas de matto})}{\text{Horas totales}}$$

9.3. ANÁLISIS DE COSTOS

Para una empresa es indispensable conocer los gastos realizados por mantenimiento de sus equipos, permiten conocer la cantidad de dinero invertido y

¹⁸ *Ibíd.* P. 264

además facilita la toma de decisiones en cuanto a cambio de equipos y/o reducción de costos.

El plan de mantenimiento juega un papel importante para reducción de costos y el aumento de ganancias para la empresa latinoamericana de construcciones S.A. A continuación se presenta un análisis de costos para las maquinas intervenidas durante los meses junio, julio y agosto del 2015 en la planta de triturado en la vía san Andrés (curos-Málaga). El cual se dividió en los siguientes ítems:

- ❖ Costos generales de equipos
- ❖ costo de mantenimiento de operarios por sistema intervenido

Tabla 28. Costo de mantenimiento de operarios por sistema intervenido junio

SISTEMA	HRS/HOMBRE	VALOR
ACCESORIOS	10	\$ 145.090,00
BASTIDOR Y CARROCERIA	6	\$ 87.054,00
SIST. ADMISION Y ESCAPE	6	\$ 87.054,00
SIST. DIRECCION	14	\$ 203.126,00
SIST. ENFRIAMIENTO	6	\$ 87.054,00
SIST. LUBRICACION	2	\$ 29.018,00
SIST. TRANSMISION	43	\$ 623.887,00
SIST. ELECTRICO Y ARRANQUE	22	\$ 319.198,00
SIST. HIDRAULICO	43	\$ 623.887,00
SUSPENSION	28	\$ 406.252,00
TOTAL	180	\$ 2.611.620,00

Fuente: Latinco S.A.

Tabla 29. Costo de mantenimiento de operarios por sistema intervenido julio

SISTEMA	HRS/HOMBRE	VALOR
ACCESORIOS	25	\$ 362.725,00
BASTIDOR Y CARROCERIA	21	\$ 304.689,00
EQUIPO DE TRABAJO	88	\$ 1.276.792,00
MOTOR	16	\$ 232.144,00
PUESTO DEL OPERADOR	2	\$ 29.018,00
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	7	\$ 101.563,00
SIST. DIRECCION	2	\$ 29.018,00
SIST. ENFRIAMIENTO	2,5	\$ 36.272,50
SIST. FRENOS	45	\$ 652.905,00
SIST. TRANSMISION	110	\$ 1.595.990,00
SIST. ELECTRICO Y ARRANQUE	14	\$ 203.126,00
SIST. HIDRAULICO	72	\$ 1.044.648,00
SUSPENSION	10	\$ 145.090,00
TREN DE FUERZA	20	\$ 290.180,00
TREN DE RODAJE	38	\$ 551.342,00
TOTAL	472,5	\$ 6.855.502,50

Fuente: Latinco S.A.

Tabla 30. Costo de mantenimiento operarios por sistema intervenido agosto

SISTEMA	HRS/HOMBRE	VALOR
ACCESORIOS	10	\$ 145.090,00
BASTIDOR Y CARROCERIA	12	\$ 174.108,00
MOTOR	12	\$ 174.108,00
SISTEMA DE COMBUSTIBLE	7	\$ 101.563,00
SIST. DIRECCION	2	\$ 29.018,00
SIST. ENFRIAMIENTO	1	\$ 14.509,00
SIST. FRENOS	58	\$ 841.522,00
SIST. TRANSMISION	6	\$ 87.054,00
SIST. ELECTRICO Y ARRANQUE	9	\$ 130.581,00
SIST. HIDRAULICO	40	\$ 580.360,00
SUSPENSION	13	\$ 188.617,00
TREN DE FUERZA	5	\$ 72.545,00
TREN DE RODAJE	22	\$ 319.198,00
TOTAL	197	\$ 2.858.273,00

Fuente: Latinco S.A.

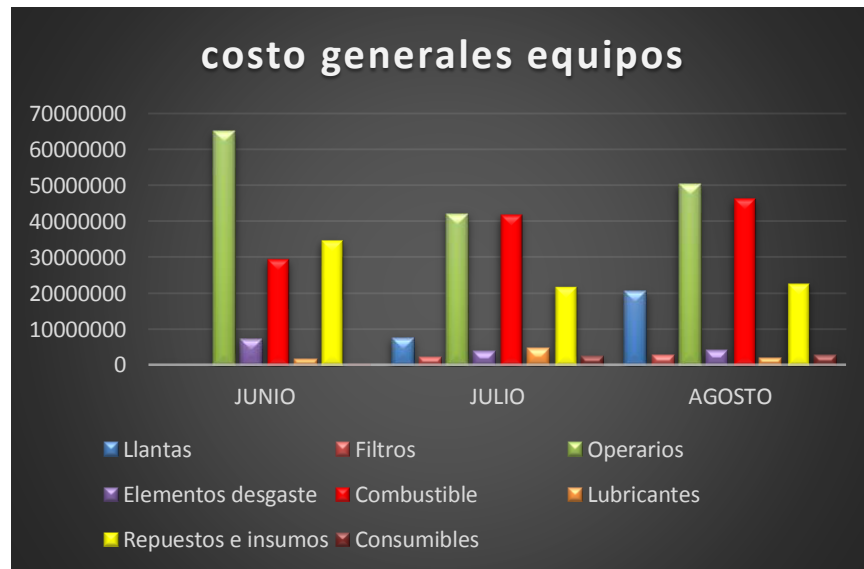
Algunos sistemas analizados presentan un gran consumo de horas hombre, debido a la demora en el cruce de información y el pedido de repuestos, estos generan pérdida de tiempo e ineficiencia y aumento de costo por mantenimiento, afectando la producción en la empresa. Esto llevo a la implementación de un sistema de información independiente para los equipos que actúan en la planta de triturado que conlleve a disminuir el tiempo de cruce de información y disminuyendo las horas laboradas para cada actividad.

Tabla 31. Costos por equipos

DESCRIPCIÓN	JUNIO	JULIO	AGOSTO
Llantas	\$48.79.670	\$7.492.648	\$20.417.045
Filtros	\$18.027.68	\$2.196.806	\$2.847.264
Operarios	\$64.938.000	\$42.056.982	\$50.216.872
Elementos desgaste	\$7.283.409	\$3.789.356	\$4.012.356
Combustible	\$29.417.990	\$41.642.242	\$46.131.182
Lubricantes	\$1.630.438	\$4.593.421	\$1.997.661
Repuestos e insumos	\$34.670.768	\$21.821.635	\$22.697.119
Consumibles	\$284.860	\$2.465.000	\$2.905.036
	\$138.225.465	\$126.058.090	\$151.224.535

Fuente: Latinco S.A.

Figura 37. Comparación de costos generales de los equipos



Como se observa (ver figura 37) los gastos más representativos son los gastos operarios en mantenimiento para los equipos intervenidos, general altos costos por pérdidas de tiempo de mantenibilidad, en el mes de junio se presentó una alza en el costo de operario por demora de suministros y falta de planeación de tareas en los equipos vitales. Se evidencia que cada tres meses hay aumento significativo en

el consumo de llantas como evidencia en el mes de agosto, este incremento puede estar originado por desgaste o mal uso en algunos de los equipos.

Los componentes como filtros, lubricantes evidencian una estabilidad. Los elementos consumibles han presentado incrementos en los meses de julio y agosto, estos costos pueden variar en relación al número de fallas que presenten los equipos en el periodo de tiempo evaluado. Se presenta buen balance de información en los demás sistemas y para la mejora se debe ejecutar actividades de planeación más constante en la planta de triturado.

9.4 IMPLEMENTACIÓN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Para la implementación del plan de mantenimiento es necesario conocer los costos que estos generan, se deben reconocer el valor de los gastos y el tiempo en el cual se recupera la inversión implementada en el programa de mantenimiento planteado para los equipos en la planta de triturado de la empresa latinoamericana de construcciones.

Los valores representados son una ponderación de los equipos existente en la planta, algunos suministrados por el área de mantenimiento y otros asumidos de acuerdo a valores existentes en el mercado de equipos, dentro de la tabla 32 está representado el valor económico con los que cuenta la empresa latinco S.A. en la planta de triturado.

Tabla 32. Valor equipos planta de triturado

EQUIPO	CÓDIGO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
VOLQUETA ARTICULADA	11-VA-01	3	\$510.000.000	\$1.530.000.000
VOLQUETA DOBLE TROQUE	12-VD-01	6	\$180.000.000	\$1.080.000.000
CARGADOR	12-CA-01	1	\$220.000.000	\$220.000.000
EXCAVADORA	11-EX – 01	2	\$340.000.000	\$680.000.000
MINI CARGADOR	15-MC-01	1	\$45.000.000	\$45.000.000
CAMIÓN HORMIGUERO	14-CH-01	1	\$600.000.000	\$600.000.000
BULLDOZER	11-BU-01	1	\$130.000.000	\$130.000.000
BOBA DE CONCRETO	14-BC-01	1	\$105.000.000	\$105.000.000
TORRE DE ILUMINACIÓN	13-TI-01	1	\$13.500.000	\$13.500.000
PLANTA DE TRITURADO	13-PT-01	1	\$700.000.000	\$700.000.000
PLANTA DE CONCRETO	14-PC-01	1	\$120.000.000	\$120.000.000
CARRO TANQUE	15-CT-01	1	\$150.000.000	\$150.000.000
CAMIONETA	15-CN-01	1	\$60.000.000	\$60.000.000
CAMIÓN	15-CM-01	2	\$60.000.000	\$60.000.000
OTROS			\$800.000.000	\$800.000.000
TOTAL				6.293.500.000

Se puede apreciar que la empresa latinoamericana de construcciones posee activos bastante significativos en la parte de producción de la planta de triturado, Para implementar la viabilidad del programa de mantenimiento se realiza un análisis de los costos proyectados a 1 año. Es oportuno conocer el benefició de la empresa para implementar el plan de mantenimiento, se estudia su viabilidad y desarrollo como:¹⁹

- Valor actual neto (VAN)
- Tasa interna de rentabilidad (TIR)
- Plazo de recuperación (PAIBACK)
- Índice de rentabilidad (IR)
- Rendimiento contable(RC)

¹⁹ matemática financiera [En línea]

http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:67156/componente67154.pdf [citado 20 enero 2016]

➤ Valor actual (VA)

Proceso en la Valoración de Inversiones. Para poder realizar un proceso de valoración de un proyecto de inversión es necesario recolectar toda una serie de información técnica y económica sobre el mismo:

- Previsiones de ingresos (ventas) del proyecto.

Previsiones de los costes del proyecto. Incluirá al menos los siguientes puntos:

- Costos del proceso de producción: materias primas, productos intermedios, materias auxiliares, etc.
- Costos de medios de producción: oficinas, fábricas, almacenes, instalaciones y maquinaria asociada al proceso productivo, tecnología
- Personal necesario para la explotación y desarrollo del proyecto
- Servicios exteriores necesarios.

Después de determinar la información técnica y económica del proyecto corresponde realizar el análisis económico-financiero del mismo. Para poder realizar la modelización económico-financiera es necesario tener perfectamente determinados tres parámetros:

- Horizonte temporal, que es el periodo que transcurre desde que tiene lugar el desembolso inicial hasta que se produce el último ingreso o pago.
- El desembolso inicial (-A), revisando que no quede ningún concepto sin incluir, no solo el coste de los equipos fijos sino también los gastos iniciales asociados (todos los de puesta en marcha)
- Los flujos netos de caja positivos o negativos generados por el proyecto en cada periodo de tiempo (Q_t), siendo objetivos y más bien conservadores en la

estimación de las ventas y costes. Hay que tener siempre presente que a medida que nos alejamos del momento 0 (el de la estimación), las estimaciones sobre los flujos netos de caja (también conocidos como cashflow operativos) son más aleatorias.

- Para valorar proyectos de inversión no se tiene en cuenta los posibles gastos derivados de la financiación ajena. La valoración de inversiones trata de calcular la rentabilidad interna de una inversión, con independencia de la fórmula concreta que se aplique para la financiación de los recursos necesarios para la puesta en marcha de dicha inversión, se utilicen recursos propios, recursos ajenos con coste, recursos ajenos sin coste.
- En base a los tres parámetros enunciados anteriormente, es decir el desembolso inicial, el horizonte temporal del proyecto, y los flujos netos de caja generados, los criterios más utilizados suelen englobarse en dos grandes grupos denominados métodos estáticos y métodos dinámicos.
- Los métodos estáticos, también conocidos como métodos aproximados, son aquellos que no toman en consideración la distribución temporal de los flujos monetarios y consiguientemente lleva a cabo una comparación de magnitudes monetarias no homogeneizadas.
- Los métodos dinámicos, que si tienen en cuenta el momento del tiempo en que los flujos monetarios se van generando, compara cantidades homogeneizadas.

9.4.1 Plazo de Recuperación. El plazo de recuperación es el modelo estático más utilizado. Se trata de un modelo que se centra en el periodo de tiempo que media hasta la recuperación de la inversión inicial. El método conocido como plazo de recuperación de la inversión (también conocido como “pay-back” de la inversión) es el modelo de valoración de inversiones estático más utilizado. El plazo de

recuperación se define como el tiempo que tarda en recuperarse (amortizarse) el desembolso inicial A de cualquier proyecto de inversión.

La principal deficiencia del plazo de recuperación es que, al ser un método estático, no considera la distribución temporal de los flujos monetarios, por lo que compara magnitudes monetarias no homogéneas. Esto es especialmente problemático en situaciones de alta inflación y elevados tipos de interés. El plazo de recuperación es un método de valoración de inversiones muy fácil de calcular y que resulta especialmente interesante en proyectos de inversión de alto riesgo para ver si se recupera rápidamente o no el capital inicial invertido.

9.4.2 Valor Actual Neto. El VAN es el valor actual neto de los rendimientos futuros esperados de una inversión. También puede definirse como la diferencia actualizada entre cobros y pagos a los que una inversión da lugar. Su expresión analítica sería la diferencia entre el desembolso inicial (-A) y la suma de las cajas o flujos de caja actualizados (Qt)²⁰:

Ecuación 9. Valor actual neto

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+K_1)} + \frac{Q_2}{(1+K_1)(1+K_2)} + \frac{Q_3}{(1+K_1)(1+K_2)(1+K_3)} + \dots + \frac{Q_n}{(1+K_1)(1+K_2)\dots(1+K_n)} = -A + \sum_{j=1}^n \frac{Q_j}{\prod_{j=1}^t (1+K_j)}$$

Kj = tipo de actualización que aplicamos al periodo anual j. Podemos decir que K representa el tipo de interés (el coste de capital). Como no es lo mismo una unidad monetaria hoy que dentro de X años, el VAN actualiza financieramente todos los flujos netos de caja al momento actual y los compara. La actualización financiera

²⁰ *Ibíd.*, p.25.

consiste en realizar un descuento financiero compuesto de los flujos netos de caja a un determinado tipo de interés.

El VAN aunque tiene una fórmula algo compleja pero puede ser fácilmente calculado usando la correspondiente función de la hoja de cálculo o de la calculadora financiera.

El criterio de decisión y jerarquización en base al VAN es el siguiente:

- Si $VAN > 0$, el proyecto es aceptable.
- Si $VAN < 0$, el proyecto es rechazable.
- Si $VAN = 0$, el proyecto resulta indiferente.

La interpretación económica cuando $VAN > 0$ no es otra que considerar que se está produciendo una adición neta al capital económico de la empresa, es decir, un aumento del valor de la empresa que repercute positivamente en la maximización del valor de la empresa para los accionistas.

9.4.3 Tasa Interna de Retorno. La TIR se define como aquél tipo de actualización o descuento que hace igual a cero el VAN de una inversión.

Se puede decir que la TIR de una inversión es el umbral de rentabilidad de esa inversión.

El criterio de decisión consistirá en comparar la TIR del proyecto con la tasa de interés mínima deseada para el proyecto (i)²¹.

- $TIR = i$, la inversión es indiferente.

²¹ *Ibíd.*, .p.32.

- $TIR > i$, la inversión es aceptable.
- $TIR < i$, la inversión es rechazable.

Ventajas de la TIR:

- Se considera el factor tiempo para su cálculo, por lo que suma cantidades homogéneas.
- Proporciona rentabilidades relativas (proporciona una tasa no un número absoluto), por lo que permite comparar proyectos en términos relativos.

Análisis de costos de inversión. Para saber la inversión y los beneficios que genera la aplicación del mantenimiento es necesario hallar los ítems expuestos anteriormente, se desarrollara por medio de Excel, llevando a conocer el tiempo de recuperación de la inversión y beneficios que trae.

Para conocer el valor VPN se debe tener el valor de la inversión del proyecto, en este caso se ve reflejado en la tabla 33. Con un interés de 2% efectivo mensual y un interés de inflación del 3% e interés de inflación de pagos 1.2%, estos datos son tomados de la inflación actual del país. Si la tasa de rentabilidad (TIR) es mayor que el interés el proyecto es viable.

Tabla 33. Inversión implementada en el plan de mantenimiento

ÍTEMS	COSTO NETO
Sistema de información	\$3.800.000
Capacitación	\$6.300.000
Mano de obra	\$6.500.000
Administración	\$4.000.000
Servicios	\$2500000
Otros	\$3.500.000
Total	\$26.000.000

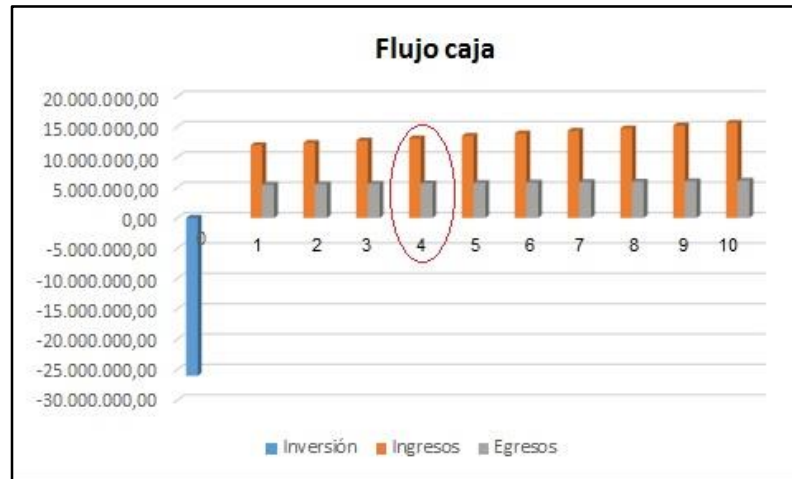
Se inscriben los ítems de costos relacionados al plan de mantenimiento como; implementación, mano de obra, sistema de información, capacitación, además registra costos de imprevistos que pueden generar el 10% de inversión del mantenimiento.

Luego de obtener el valor inicial del proyecto, pasamos a evaluar la implementación del plan de mantenimiento mediante el valor del presente neto mencionado anteriormente. La inversión inicial \$26.600.000 y se planteó que el proyecto está para 1 año como máximo tiempo de recuperación de la inversión con una tasa de interés 2% mensual, en la tabla 34 muestra el resultado obtenidos que son valores tangibles para medir la viabilidad del proyecto y si la empresa recupera la inversión inicial y en cuanto tiempo.

Tabla 34. Resultados VAN, TIR, PAYBACK

DATOS DE LA INVERSIÓN						
Capital :	26.000.000,00			Tasa :		2,00%
Ingresos	12.000.000,00			Inflación cobros:		3,00%
Egresos	5.500.000,00			Inflación pagos:		1,20%
				Meses :		12
Tabla mensual						
Meses	Inversión	Ingresos	Egresos	Flujos Caja	Valor Actual	Acumulado
0	-26.000.000,00			-26.000.000,00	-26.000.000,00	-26.000.000,00
1		12.000.000,00	5.500.000,00	6.500.000,00	6.372.549,02	-19.627.450,98
2		12.360.000,00	5.566.000,00	6.794.000,00	6.530.180,70	-13.097.270,28
3		12.730.800,00	5.632.792,00	7.098.008,00	6.688.611,47	-6.408.658,81
4		13.112.724,00	5.700.385,50	7.412.338,50	6.847.855,02	439.196,20
5		13.506.105,72	5.768.790,13	7.737.315,59	7.007.925,12	7.447.121,32
6		13.911.288,89	5.838.015,61	8.073.273,28	7.168.835,63	7.168.835,63
7		14.328.627,56	5.908.071,80	8.420.555,76	7.330.600,53	14.499.436,16
8		14.758.486,39	5.978.968,66	8.779.517,72	7.493.233,84	21.992.670,00
9		15.201.240,98	6.050.716,28	9.150.524,69	7.656.749,72	29.649.419,72
10		15.657.278,21	6.123.324,88	9.533.953,33	7.821.162,40	37.470.582,12
Análisis de la inversión						
		V.A.N.		37.470.582,12		Valor actual neto
		T.I.R.		25,42%		Tasa interna rentabilidad
		V.A.		70.917.703,44		Valor actual
		I.R.		272,76%		Índice de rentabilidad
		PAYBACK		4		Plazo de recuperación
		R.C.		2,37		Rendimiento contable

Figura 38. Diagrama flujo de caja



En una inversión de capital de \$26.600.000 para conceptos de implementación de mantenimiento se obtiene los siguientes beneficios enunciados:

Según lo analizado en el flujo de caja el valor actual neto VAN >0, la inversión es favorable obteniendo un VAN=\$37.470.582 en lo proyectado.

Según la tasa interna de rentabilidad da como resultado un valor mayor TIR=25,42% comparado con el interés $i=20,2\%$ suministrado por la empresa.

El tiempo de recuperación de la inversión establecido por el payback es de 4 meses corridos a partir de la inversión inicial en el mes cero.

10. CAPACITACIÓN

Con la finalidad de socializar y finalizar a cabalidad el proyecto grado, se realiza una capacitación a los miembros del área de mantenimiento, con tal de concientizar sobre la importancia de la aplicación del correcto manejo que se debe dar a los formatos establecidos para mejorar el mantenimiento dentro de la planta, la socialización se realizó de la siguiente manera:

- ✓ Se expuso el análisis de auditoria y el manejo que se le dio de información dada a los jefes principales, se le hizo entrega del software diseñado brindando la capacidad necesaria.
- ✓ Se dio a conocer las necesidades de las maquinas más críticas, las cuales paran el proceso de producción en la planta de triturado, seguidamente se entregó rutinas de mantenimiento, formatos de inspección, ordenes de trabajo para los controles del mantenimiento preventivo.
- ✓ Se capacita el personal para manejo de software y se compartió conocimiento acerca del licenciamiento de formatos de información para luego ser compartidos en el sistema.
- ✓ Se da a conocer la rutina de mantenimiento diario y se indican la planeación programada para los equipos más críticos como el caso de la trituradora el cual es elemento principal de producción.

11. CONCLUSIONES

- Se realizó un diagnóstico en el área de mantenimiento de la planta de triturado san Andrés (Santander), por medio de una auditoría de mantenimiento teniendo en cuenta factores como: personal de mantenimiento 75%, plan de mantenimiento preventivo 43%, organización y procedimiento del mantenimiento 40%, sistema de información 79%, repuestos 98%. Dando como resultado un factor de conformidad de gestión de mantenimiento en la planta de triturado de 57% con una evaluación aceptable.
- Se realizó un inventario de 102 equipos el cual se evaluaron 23 equipos pertenecientes a la planta de triturado empresa Latinco S.A. realizando nueva codificación, los cuales equivalen al 23% del total de equipos, con el fin de fijar mejores zonas de trabajo, ubicación de los equipos y fácil registros.
- Se diseñaron formatos de mantenimiento necesarios para la implementación como: ficha técnica, órdenes de trabajo, hoja de vida, formato de inspección, formato de planeación y programación de mantenimiento preventivo para los equipos críticos, permitiendo una organización en el sistema de información.
- Se elaboró un diagrama de Pareto de fallas y costos que generan los equipos en no funcionamiento, con el fin de observar el impacto económico sobre la producción dentro de la planta de triturado. Se observó que los equipos (13-PT-01, 12-VD-01, 11-EX -01) están generando el 80% de los costos por inactividad en la producción de la planta de triturado.
- Se llevó a cabo el análisis de criticidad para los 23 equipos que intervienen en la producción de la planta de triturado, dio como resultado un porcentaje de equipos críticos del 21,7% (5), equipos medianamente críticos 34,7% (8) y equipos no críticos 43,4% (10).

- Se desarrolló un sistema de información basado en lenguaje PHP y base de datos MYSQL para la planta de triturado (san Andrés (curos-Málaga), el cual se encargara de controlar la documentación de los mantenimientos en los equipos, esto se desarrolla mediante los módulos siguientes: fichas técnicas, inventario, historial de los equipos, indicadores de gestión y costos.

- Se diseñó un plan de mantenimiento preventivo para los equipos críticos de la planta de triturado empresa Latinoamérica de construcciones S.A. en base a la necesidad de la empresa para minimizar costos que están generando en la producción, entre los cuales se encuentra planta de triturado, las (2) excavadora , cargador, volqueta doble troque, un total de (5) máquinas.

- La inversión en el plan de mantenimiento es viable en términos que genera una recuperación del capital a corto plazo 4 meses, una tasa interna de rentabilidad de 25,42% y valor actual neto \$37.470.582.

- se redactó un manual de usuario para el sistema de información Latinco S.A. planta de trituración, muestra detalladamente los ítems a seguir para que cualquier usuario que acceda al sistema pueda familiarizarse con los módulos y submódulos que contiene.

12. RECOMENDACIONES

Para la puesta en marcha del plan de mantenimiento preventivo se hacen las siguientes recomendaciones:

- ✓ Es necesario las mejoras continuas de organización en la planta de triturado para una mejor administración e implantación de la metodología, es necesario que todas las personas se relacionen con este departamento de mantenimiento apropiándose del rol y sean responsables con las tareas asignadas.
- ✓ Realizar una capacitación anual que permita mejorar las capacidades del personal técnico, operativo y de mantenimiento para lograr un correcto manejo de los equipos y su buen manejo de mantenimiento.
- ✓ Es necesario que el personal nuevo se capacite en los procesos que se está generando y logre una visión colectiva de la empresa.
- ✓ El sistema de información debe actualizarse con datos reales para una mayor confiabilidad de los procesos que se están realizando.
- ✓ Tener presente que los resultados son a largo plazo

BIBLIOGRAFÍA

ALBA, Diego. BAEZ, Diego. Plan de mantenimiento para la maquinaria pesada, maquinaria agrícola y vehículos de transporte de la alcaldía del municipio de Belén Boyacá. Trabajo de Grado para optar el título de ingeniero mecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de ingeniería mecánica, 2013.

BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de mantenimiento. Material Docente. Colombia, Bucaramanga: Ediciones UIS, 2013.

DE LA OSSA G., Carlos; GÓMEZ G., Julián. Desarrollo de un programa para el cálculo de la confiabilidad operacional de activos basado en distribuciones estadísticas Weibull. Tesis de grado para obtener el título de ingeniero mecánico. Bucaramanga, 2013. Universidad industrial de Santander. Escuela de ingeniería Mecánica.

FUENTES, David A. Sistemas de Información en Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2013.

GARCÍA GARRIDO, Santiago. Organización y Gestión Integral de Mantenimiento, Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A., 2003. P. 7-17

GONZALES FERNÁNDEZ, Francisco Javier. Auditoria del mantenimiento e indicadores de gestión. Madrid, 2004. P. 20-170

GONZÁLEZ, Carlos Ramón. Ingeniería de mantenimiento. Bucaramanga 2009. Publicaciones universidad industrial de Santander. Escuela de ingeniería mecánica.
MONCADA DELGADO, Davian Augusto, *et al.* Seminario de investigación en metodologías de análisis de fallas. Trabajo de grado ingeniero mecánico.

Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de ingeniería Mecánica, 2009. P130-300.

MUÑOZ MARCIALES, Oscar. Diseño e implementación de una herramienta software que apoye la ejecución de procedimientos para la verificación de la integridad estructural del campo escuela colorado. Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero de sistemas. Bucaramanga, 2014. Universidad Industrial de Santander. Escuela ingeniería de sistemas. P. 30.

MUÑOZ, Belén; Mantenimiento industrial; Universidad Carlos III de Madrid; Área de Ingeniería Mecánica; Cap. II. Pp. 3


OSORIO T, Oscar, MARTINEZ F, Cesar A. Plan de mantenimiento preventivo para la planta principal de la empresa productos alimenticios la victoria. Bucaramanga, 2013. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

PLATA, Vianey. Diagnóstico de maquinaria pesada, Equipo menor y vehículos de transporte para el desarrollo para el desarrollo de un plan de mantenimiento en la constructora vc Ltda. Trabajo de grado. Uis. 2009. 215p.

ANEXOS


ANEXO A. Encuesta auditoria de mantenimiento

Auditoria medios técnicos empleados por el mantenimiento

		AUDITORIA DE GESTION DE MANTENIMIENTO			
Nº	CRITERIO	0	1	2	3
29	¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita?			x	
30	¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita?			x	
31	¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación se corresponden con lo que se necesita?			x	
32	¿Las herramientas para el mantenimiento predictivo se corresponden con lo que se necesita?		x		
33	¿Las herramientas de taller se corresponden con lo que se necesita?			x	
34	¿Los equipos de medida están calibrados?			x	
35	¿Existe un inventario de herramientas?				x
36	¿Se comprueba periódicamente el inventario de herramientas?			x	
37	¿El taller está situado en el lugar apropiado?		x		
38	¿Está limpio y ordenado su interior?			x	
39	¿Mantenimiento dispone de los medios de comunicación interna que se necesitan?		x		
40	¿Mantenimiento dispone de los medios de comunicación con el exterior que se necesitan?				x
41	¿Se dispone de los medios de transporte que se necesitan?				x
42	¿Se dispone de los medios de elevación que se necesitan (carretillas elevadoras, carretillas manuales, polipastos, puentes grúa, diferenciales, etc)				x


Fuente: Renovetec

Auditoria plan de mantenimiento

		AUDITORIA DE GESTION DE MANTENIMIENTO			
Nº	CRITERIO	0	1	2	3
43	¿Existe un plan de mantenimiento que afecte a todas las áreas y equipos significativos de la planta?		x		
44	¿Hay una programación de las tareas que incluye el plan de mantenimiento (está claro quien y cuando se realiza cada tarea)?		x		
45	¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?			x	
46	¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?		x		
47	¿Se han analizado los fallos críticos de la planta?		x		
48	¿El Plan está orientado a evitar esos fallos críticos de la planta y/o a reducir sus consecuencias?	x			
49	¿El plan de mantenimiento se realiza?			x	


Fuente: Renovetec

Tabla 6. Auditoria de mantenimiento correctivo

 AUDITORIA DE GESTION DE MANTENIMIENTO					
Nº	CRITERIO	0	1	2	3
50	¿La proporción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada?			x	
51	¿El número de averías repetitivas es bajo?	x			
52	¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?		x		
53	¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades?			x	
54	¿Este sistema se utiliza correctamente?			x	
55	¿El número de averías con el máximo nivel de prioridad (o averías urgentes) es bajo?			x	
56	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?		x		
57	¿La razón por la que las averías están pendientes está justificada?				x
58	¿Se realiza un análisis de los fallos que afectan a los resultados de la planta?		x		
59	¿Las conclusiones de estos análisis se llevan a la práctica?		x		


Fuente: Renovetec

Auditoria para procedimiento de mantenimiento

 AUDITORIA DE GESTION DE MANTENIMIENTO					
Nº	CRITERIO	0	1	2	3
60	¿Todas las tareas habituales de mantenimiento están recogidas en procedimientos?		x		
61	¿Los procedimientos son claros y perfectamente entendibles?			x	
62	¿Los procedimientos contienen toda la información que se necesita para realizar cada tarea?	x			
63	¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se producen cambios?		x		
64	¿El proceso de implantación de un nuevo procedimiento es el adecuado?			x	
65	¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?		x		
66	¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?	x			


Fuente: Renovetec

Auditoria sistema de información

		AUDITORIA DE GESTION DE MANTENIMIENTO			
Nº	CRITERIO	0	1	2	3
67	¿Todos los trabajos que se realizan se reflejan en una orden de trabajo?			x	
68	¿El formato de esta orden de trabajo es adecuado?		x		
69	¿Los operarios complementan correctamente estas órdenes?		x		
70	¿Las órdenes de trabajo se introducen en el sistema informático?				x
71	¿El sistema informático de mantenimiento resulta adecuado?			x	
72	¿El sistema informático supone una carga burocrática excesiva?			x	
73	¿El sistema informático aporta información fiable?			x	
74	¿El sistema informático aporta información útil?				x
75	¿Los mandos de mantenimiento consultan la información contenida en el sistema informático?			x	
76	¿El personal de mantenimiento consulta la información contenida en el sistema informático?		x		
77	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del departamento de mantenimiento?			x	
78	¿El informe aporta información útil para la toma de decisiones?			x	


Fuente: Renovetec

Auditoria de stock de repuestos

		AUDITORIA DE GESTION DE MANTENIMIENTO			
Nº	CRITERIO	0	1	2	3
79	¿Se ha elaborado una lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock?			x	
80	¿Los criterios empleados para elaborar esa lista son válidos?			x	
81	¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock?			x	
82	¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente?				x
83	¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?				x
84	¿Los movimientos del almacén se registran de alguna forma (sistema informático, hoja de cálculo, libro, etc.)?			x	
85	¿Coincide lo que se cree que se tiene (según los inventarios y el sistema informático) con lo que se tiene realmente?			x	
86	¿El almacén está limpio y ordenado?				x
87	¿El almacén está situado en el lugar adecuado?			x	
88	¿Es fácil localizar cualquier pieza?				x
89	¿Se realizan comprobaciones de material cuando se recibe?				x
90	¿Las condiciones de almacenamiento son correctas?		x		

Fuente: Renovetec

Auditoria resultado de mantenimiento

		AUDITORIA DE GESTION DE MANTENIMIENTO			
Nº	CRITERIO	0	1	2	3
91	¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada?			x	
92	¿La disponibilidad media de la planta es la adecuada?			x	
93	¿La evolución de la disponibilidad es positiva (está aumentado la disponibilidad)?			x	
94	¿El tiempo medio entre fallos en equipos significativos es el adecuado?	x			
95	¿La evolución del tiempo medio entre fallos en equipos significativos es positiva?		x		
96	¿El número de OT de emergencia es bajo?		x		
97	¿El número de OT de emergencia está descendiendo?		x		
98	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos es bajo?		x		
99	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos está descendiendo?		x		
100	¿El número de averías repetitivas es bajo?		x		
101	¿El número de averías repetitivas está descendiendo?	x			
102	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento es el adecuado?	x			
103	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento está descendiendo?		x		
104	¿El gasto en repuestos es el adecuado?			x	
105	¿El gasto en repuestos está descendiendo?			x	

Fuente: Renovetec


ANEXO B. Formato de inspección

 LATINCO S.A. <small>LATINOAMERICANA DE CONSTRUCCIONES S.A.</small>		INFORME INSPECCION DE MAQUINARIA						<small>CÓDIGO:</small>					
								<small>VERSIÓN:</small>					
								<small>FECHA VIGENCIA:</small>					
TRITURADORA													
FECHA SALIDA:					FECHA LLEGADA:								
OBRA : SAN ANRES(MALAGA-CUROS)					CODIGO : 13-PT-01								
EQUIPO : PLANTA TRITURADO			MARCA: ASTENIA-TELESMITH			MODELO: 1995							
SERIE:052-95					HOROMETRO :								
MOTOR													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Base con filtro del aceite	x						Inyectores	x					
Bomba de agua	x						Purificador con filtro	x					
Bomba de inyección	x						Radiador	x					
Sensor de temperatura	x						Silenciador con exosto	x					
Correas del ventilador	x						Tanque del combustible	x					
Defensa del radiador	x						Tapa del radiador	x					
Carter	x						Tapa del tanque de combustible	x					
Desfogue de motor	x						Tapa llenado del aceite	x					
Enfriador de aceite	x						Varilla medidora del aceite	x					
Múltiple de escape	x						Ventilador	x					
Guardas del ventilador	x						Sensor presión de aceite	x					
Mangueras combustible	x						Drenaje radiador	x					
Tapa válvulas	x						Mangueras de agua	x					
Tubos de inyección	x						Múltiple de admisión	x					
Base y filtro de combustible	x						Varilla de acelerador	x					
Bomba de transferencia	x						Dirrección hidráulica	x					
MOTORES AUXILIARES													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Motor de Primarias:	x						Motor de Secundarias:	x					
Inducido	x						Inducido	x					
Embobinado	x						Embobinado	x					
SISTEMA ELÉCTRICO													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Alternador	x						Tablero principal:	x					
Arranque	x						Sw iche de encendido con llave	x					
Batería	x						Indicador de presión del aceite de motor		x				
Horómetro	x						Indicador de temperatura del motor			x			
Regulador	x						Indicador de carga de la batería	x					
Cableado general	x						Control Capacidad de Carga (por peso)	x					
Cableado del motor	x						Control de Amperaje	x					
							Control de Voltaje	x					
							Chasis de tablero	x					
SISTEMA DE ALIMENTACION													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Banda de Tolva a Banda Principal							Tolvas Alimentadoras						
Banda de Tolva a Clasificadora							Cono						
Banda de Salida de gresos							Manto fijo						
Banda de salida de finos							Manto Movil						
Banda de Salida de Retornos							Sistema de Poleas						
Estructura Soporte Bandas							Sistemas de Correas						
Convellos							Chasis de Banda Transportadora						
TREN DE MOVIMIENTO													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Chasis		x					Resortería	x					
Vigas	x						Troques	x					
Puentes y Soportes	x												
OTROS ACCESORIOS													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Zarandas							Malla de Clasificacion						
Columnas de tolva principal							Vigas de Tolva Principal						
B : Bueno M : Malo R : Roto F : Falta N : No usa G : Golpeado													
INFORMACIÓN													
Catálogo de partes	SI	___	NO	___	Próximo mantenimiento tipo :					___			
Hoja de vida	SI	___	NO	___	Horómetro llegada :					___			
Manual de servicios	SI	___	NO	___									
OBSERVACIONES													
DESPACHO					RECEPCIÓN								
_____ OPERADOR(Firma)					_____ JEFE MTO(Firma)								

		INFORME INSPECCION DE MAQUINARIA						CÓDIGO:					
								VERSIÓN:					
								FECHA VIGENCIA:					
EXCAVADORAS							CARGADOR						
FECHA SALIDA:							FECHA LLEGADA:						
OBRA : SAN ANDRES(S.S)							CODIGO: 11-EX - 01						
MARCA : KOBELCO							MODELO: 2014						
SERIE: YC11-05824							HOROMETRO :						
MOTOR													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Base y filtro del aceite	X						Inyectores	X					
Base y filtro del aire primario	X						Mangueras del combustible	X					
Base y filtro del aire secundario	X						Mangueras del agua	X					
Base y filtro del combustible primario	X						Múltiple de admisión	X					
Base y filtro del combustible secundario	X						Múltiple de escape	X					
Bomba del agua	X						Precleaner	X					
Bomba de inyección	X						Radiador con tapa	X					
Bomba de transferencia	X						Silenciador con extensión	X					
Carter	X						Soportes del motor	X					
Correas del ventilador	X						Tanque del combustible con tapa	X					
Defensa del radiador	X						Tapa de llenado del aceite	X					
Desfogue del motor	X						Tapa válvulas	X					
Drenaje del radiador	X						Tubos de inyección	X					
Enfriador del aceite	X						Turboalimentador	X					
Filtro separador	X						Varilla medidora del aceite	X					
Guardas del ventilador	X						Ventilador	X					
Guaya del acelerador	X						Indicador de servicio	X					
SISTEMA ELÉCTRICO													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Alarma de reversa	X						Luz de cabina			X			
Alternador	X						Lámparas delanteras				X		
Arranque	X						Lámparas intermedias				X		
Baterías	X						Lámparas traseras				X		
Caja fusibles	X						Limpia brisas				X		
Direccionales	X						Luz Ind. Fallas sistema eléctrico	X					
Horómetro	X						Pito	X					
Indicador del nivel del combustible	X						Stop					X	
Indicador de presión del aceite	X						Sw itche de encendido con llave	X					
Indicador de temperatura del convertidor	X						Sw itche de luces	X					
Indicador de temperatura hidráulico	X						Sw itche master con llave	X					
Indicador de temperatura del motor	X						Tablero principal	X					
							Sw itche direccionales					X	
EQUIPO													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Balde		X					Cucharón					X	
Dientes con bases del balde			X				Bases del cucharón					X	
Esquineros del balde	X						Esquineros del cucharón				X		
Bastidor levante del equipo	X						Extensión brazo de arrastre	X					
Boom	X						Contrapesa	X					
Stick	X						Dientes con bases cucharón	X					
CABINA													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Palanca de cambios	X						Retrovisores exteriores	X					
Palanca de emergencia	X						Silla	X					
Mandos del equipo trasero	X						Tapicería	X					
Mandos del equipo delantero	X						Timón	X					
Pedales	X						Vidrios completos	X					
Retrovisores de cabina	X												
LATONERÍA Y PINTURA													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Pintura	X						Persiana frontal	X					
Latas laterales de motor	X						Capote	X					
SISTEMA DE HIDRÁULICO													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Bomba de la servo transmisión	X						Gato de volteo del balde	X					
Bomba hidráulica	X						Gatos de levante del balde	X					
Convertidor y servo transmisión	X						Gatos de dirección	X					
Cuerpo de válvulas	X												
Enfriador	X						Mangueras y tubos	X					
Gatos alce del boom	X												
Gato de arrastre del stick	X						Tanque del hidráulico con tapa	X					
Gato de extensión del stick	X						Varilla medidora del aceite del motor	X					
Gato del cucharón					X								
SISTEMA DE TRACCIÓN													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Bastidores	X						Llantas					X	
Cardanes y crucetas	X				X		Mandos finales	X					
Diferenciales	X						Reductores	X					
Ejes	X						Rueda guía	X					
SISTEMA DE FRENOS													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Válvulas	X						Cilindros	X					
Bombas	X												
B : Bueno M : Malo R : Roto F : Falta N : No usa G : Golpeado													
INFORMACIÓN													
Catálogo de partes	SI	_____	NO	_____			Próximo mantenimiento tipo :	_____					
Hoja de vida	SI	_____	NO	_____			Horómetro llegada :	_____					
Manual de servicios	SI	_____	NO	_____									
OBSERVACIONES													
DESPACHO						RECEPCION							
ENVÍA (Firma)						OPERADOR (Firma)				RECIBE (Firma)			



		INFORME INSPECCION DE MAQUINARIA					CÓDIGO:						
							VERSIÓN:						
							FECHA VIGENCIA:						
EXCAVADORAS <input type="checkbox"/>						CARGADOR <input checked="" type="checkbox"/>							
FECHA SALIDA:						FECHA LLEGADA:							
OBRA : SAN ANDRES(S.S)						CODIGO: 12- CA-01							
MARCA : CATERPILLAR						MODELO: 2012							
SERIE: M1GO3305						HOROMETRO :							
MOTOR													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Base y filtro del aceite	X						Inyectores	X					
Base y filtro del aire primario	X						Mangueras del combustible	X					
Base y filtro del aire secundario	X						Mangueras del agua	X					
Base y filtro del combustible primario	X						Múltiple de admisión	X					
Base y filtro del combustible secundario	X						Múltiple de escape	X					
Bomba del agua	X						Precleaner	X					
Bomba de inyección	X						Radiador con tapa	X					
Bomba de transferencia	X						Silenciador con extensión	X					
Carter	X						Soportes del motor	X					
Correas del ventilador	X						Tanque del combustible con tapa	X					
Defensa del radiador	X						Tapa de llenado del aceite	X					
Desfogue del motor	X						Tapa válvulas	X					
Drenaje del radiador	X						Tubos de inyección	X					
Enfriador del aceite	X						Turboalimentador	X					
Filtro separador	X						Varilla medidora del aceite	X					
Guardas del ventilador	X						Ventilador	X					
Guaya del acelerador	X						Indicador de servicio	X					
SISTEMA ELÉCTRICO													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Alarma de reversa	X						Luz de cabina	X					
Alternador	X						Lámparas delanteras	X					
Arranque	X						Lámparas intermedias	X					
Baterías	X						Lámparas traseras	X					
Caja fusibles	X						Limpia brisas			X			
Direccionales	X						Luz Ind. Fallas sistema eléctrico		X				
Horómetro	X						Pto	X					
Indicador del nivel del combustible	X						Stop	X					
Indicador de presión del aceite	X						Sw itche de encendido con llave	X					
Indicador de temperatura del convertidor	X						Sw itche de luces	X					
Indicador de temperatura hidráulico	X						Sw itche master con llave	X					
Indicador de temperatura del motor	X						Tablero principal	X					
							Sw itche direccionales	X					
EQUIPO													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Balde					X		Cucharón	X					
Dientes con bases del balde					X		Bases del cucharón	X					
Esquineros del balde					X		Esquineros del cucharón			X			
Bastidor levante del equipo	X						Extensión brazo de arrastre	X					
							Contrapesa	X					
							Dientes con bases cucharón			X			
CABINA													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Palanca de cambios	X						Retrovisores exteriores	X					
Palanca de emergencia	X						Silla			X			
Mandos del equipo trasero	X						Tapicería			X			
Mandos del equipo delantero	X						Timón			X			
Pedales	X						Vidrios completos	X					
Retrovisores de cabina	X												
LATONERÍA Y PINTURA													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Pintura			X				Persiana frontal			X			
Latas laterales de motor	X						Capote	X					
SISTEMA DE HIDRÁULICO													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Bomba de la servo transmisión	X						Gato de volteo del balde	X					
Bomba hidráulica	X						Gatos de levante del balde	X					
Convertidor y servo transmisión	X						Gatos de dirección	X					
Cuerpo de válvulas	X												
Enfriador	X						Mangueras y tubos	X					
Gatos alce del boom	X												
Gato de arrastre del stick	X						Tanque del hidráulico con tapa	X					
Gato de extensión del stick	X						Varilla medidora del aceite del motor	X					
Gato del cucharón	X												
SISTEMA DE TRACCIÓN													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Bastidores	X						Llantas	X					
Cardanes y crucetas	X						Mandos finales	X					
Diferenciales	X						Reductores	X					
Ejes	X						Rueda guía					X	
SISTEMA DE FREOS													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Válvulas	X						Cilindros	X					
Bombas	X												
B : Bueno M : Malo R : Roto F : Falta N : No usa G : Golpeado													
INFORMACIÓN													
Catálogo de partes	SI	_____	NO	_____	Próximo mantenimiento tipo :							_____	
Hoja de vida	SI	_____	NO	_____	Horómetro llegada :							_____	
Manual de servicios	SI	_____	NO	_____								_____	
OBSERVACIONES													
DESPACHO						RECEPCION							
ENVÍA (Firma)				OPERADOR(Firma)				RECIBE(Firma)					

		INFORME INSPECCION DE MAQUINARIA										CÓDIGO:	
												VERSION:	
												FECHA VIGENCIA:	
CAMION HORMIGUERO													
FECHA SALIDA:						FECHA LLEGADA:							
OBRA : SAN ANDRES(S.S)						CODIGO : 14-CH-01							
MARCA : INTERNACIONAL						MODELO : 2012							
SERIE : 3HTWYAT6CN114039						HOROMETRO :							
MOTOR													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Base y filtro del aceite	x						Mangueras para combustible	x					
Base y filtro del combustible primario	x						Mangueras del agua	x					
Base y filtro del combustible secundario	x						Múltiple de admisión	x					
Bomba de agua	x						Múltiple de escape	x					
Bomba de inyección	x						Purificador con filtro húmedo	x					
Bomba de transferencia	x						Purificador con filtro seco	x					
Bomba de la dirección hidráulica	x						Radiador	x					
Carter	x						Silenciador	x					
Caja de cambios	x						Soportes del motor	x					
Correas del ventilador	x						Tapa tanque del agua auxiliar	x					
Defensa del radiador	x						Tapa tanque del combustible	x					
Desfogue del motor	x						Tapa de llenado del aceite	x					
Drenaje del radiador	x						Tapa del radiador	x					
Enfriador del aceite	x						Tapa válvulas	x					
Exosto	x						Tubos de inyección	x					
Guardas del ventilador	x						Turboalimentador	x					
Indicador de presión del aceite	x						Varilla medidora del aceite	x					
Indicador de temperatura	x						Ventilador	x					
Inyectores	x												
SISTEMA ELECTRICO													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Baterias	x						Bastidor	x					
Cables y bornes	x						Pernos	x					
Arranque t switch	x						Chumaceras	x					
Luces, faros	x						Cardanes	x					
Freno de motor	x						Crucetas	x					
Chasis	x												
SISNTEMA EMBRAGUE, INYECCION, REFRIGERACION, SUSPENSIÓN													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Pedal	x						Tapa deposito	x					
Embrague	x						Ventilador	x					
Filtro combustible		x					Resortes	x					
Tuberías y conecciones	x						Barras de torsion	x					
Bomba de inyeccion	x						Cuchos	x					
Tapa de radiador	x												
CABINA													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Agarraderas	x						Retrovisores de cabina		x				
Empaques de vidrios	x						Silla	x					
Freno de mano	x						Tapasol	x					
Maniguetas para puerta	x						Tapicería	x					
Maniguetas para ventanilla	x						Timón	x					
Palancas de mando	x						Válvula de parqueo	x					
Pedales	x						Vidrios	x					
TROMPO MEZCLADOR													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Motor hidráulico	x						Chumacera central	x					
Bomba hidráulica	x						Guayas	x					
Cardan	x						Canal, embudos	x					
Filtros	x						Gato canal	x					
Reductor	x						Pintura	x					
Manguera, tubos	x						Espesor de lamina	x					
Cuna del mezclador	x						Velocidad de giro	x					
Rodillos	x						Tanque de agua	x					
SISTEMA DE FRENOS													
PARTE	B	M	R	F	N	G	PARTE	B	M	R	F	N	G
Bomba del freno	x						Tarro del freno de parqueo	x					
Mangueras	x						Compresor	x					
Pastilla del freno de parqueo	x						Válvulas	x					
Rache	x						Discos		x				
Tanques de aire	x												
INFORMACIÓN													
Catálogo de partes	SI	_____	NO	_____			Próximo mantenimiento tipo :						
Hoja de vida	SI	_____	NO	_____			Horómetro llegada :						
Manual de servicios	SI	_____	NO	_____									
OBSERVACIONES													
ENVÍA (Firma)				OPERADOR(Firma)				RECIBE(Firma)					



	INFORME INSPECCION DE MAQUINARIA										CÓDIGO:				
											VERSIÓN:				
											FECHA VIGENCIA:				
CONCRETO															
FECHA SALIDA:						FECHA LLEGADA:									
OBRA : SAN ANDRES(MALAGA-CUROS)						CODIGO : 4-PC-01									
EQUIPO : PLANTA DE CONCRETO				MARCA: ACROSS		MODELO: 2013				HOROMETRO :					
SERIE: 2013-03-14D															
COMPRESOR															
PARTE		B	M	R	F	N	G	PARTE		B	M	R	F	N	G
Filtro de aire				x				Conexion electrica		x					
Retencio del filtro				x				Bases y soportes del compresor		x					
partes internas		x								5	3		2		
TRANSPORTADORES															
PARTE		B	M	R	F	N	G	PARTE		B	M	R	F	N	G
Bandas		x						Rodillos		x					
Guayas de seguridad		x						Motor		x					
Cadena y piñones		x						chumaceras		x					
Estructura		x								7	7				
SISTEMA ELÉCTRICO Y NEUMÁTICO															
PARTE		B	M	R	F	N	G	PARTE		B	M	R	F	N	G
drenaje del agua		x						Tablero		x					
Vasos del sistema lubricacion		x						Motores y bombas		x					
										4	4				
DISTRIBUIDOR DE AGREGADOS															
PARTE		B	M	R	F	N	G	PARTE		B	M	R	F	N	G
Motor		x						Chumaceras y rodamientos		x					
Pasador pivote de compuertas		x						Biela		x					
Valvulas		x						Mangueras		x					
Láminas del distribuidor		x						Gatos y válvulas		x					
Perfiles, Bases, Anclajes		x						Pintura		x					
										10	10				
TOLVA															
PARTE		B	M	R	F	N	G	PARTE		B	M	R	F	N	G
Compuerta		x						Láminas de la tolva		x					
chumaceras y rodamientos		x						Romana de cemento		x					
Bomba fuller		x						Tolva de cemento		x					
Elevador de cemento		x						Sistema de agua		x					
sopladores		x								9	9				
B : Bueno M : Malo R : Roto F : Falta N : No usa G : Golpeado															
INFORMACIÓN															
Catálogo de partes		SI			NO			Próximo mantenimiento tipo :							
Hoja de vida		SI			NO			Horómetro llegada :							
Manual de servicios		SI			NO										
OBSERVACIONES															
DESPACHO												RECEPCIÓN			
ENVÍA (Firma)				OPERADOR (Firma)				RESIDENTE DE OBRA (Firma)							

ANEXO C. Fichas técnicas


		FICHA TÉCNICA	
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO LATINCO S.A.	 N° FICHA: VERSION: 1
EQUIPO: CARGADOR		CODIGO: 12-CA-01	
ESPECIFICACIONES			
CLASIFICACION *	MP <input checked="" type="checkbox"/>	MF <input type="checkbox"/>	VT <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>
MARCA: CATERPILLAR	TIPO DE FRENOS: HIDRAULICO		
MODELO: 950H	COLOR: AMARILLO		
AÑO: 2012	N° DE MOTOR: KHX046067		
N° DE PLACA: NA	ORIGEN: CATERPILLAR		
N° DE SERIE: M1G03305	CAPACIDAD: 146kw		
COMBUSTIBLE: ACPM	TRANSMISION: AUTOMATICA		
TIPO DE MOTOR: DIESEL	UBICACIÓN: SAN ANDRES(S/DER)		
CARACTERISTICAS			
POTENCIA NETA CONSTANTE	CCAPACIDAD DEL CUCHARON 2,5 a 3,5 m3		
CONTROL DE AMORTIGUACIÓN			
SISTEMA HIDRÁULICO CON DETECCIÓN DE CARGA			
OBSERVACIONES			
ESTADO GENERAL ACEPTABLE, CONTROL Y MANDOS EN FUNCIONAMIENTO			
EMPRESA	OPERADOR	UBICACIÓN	
LATINCO S.A		SAN ANDRES (MALAGA-CUROS)	
* MP: MAQUINARIA PESADA MF: MAQUINARIA FIJA VT: VEHICULOS DE TRASPORTE			


		FICHA TÉCNICA	
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO LATINCO S.A.	
EQUIPO: EXCAVADORA		CODIGO: 11-EX - 01	
ESPECIFICACIONES			
CLASIFICACION *	MP <input checked="" type="checkbox"/>	MF <input type="checkbox"/>	VT <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>
MARCA: CATERPILLAR	TIPO DE FRENOS: HIDRAULICO		
MODELO: 324DL	COLOR: AMARILLO		
AÑO: 2011	N° DE MOTOR: CAT0324DCDDFP00770		
N° DE PLACA: NA	ORIGEN: CATERPILLAR		
N° DE SERIE: DFP00770	CAPACIDAD: 138HP		
COMBUSTIBLE: ACPM	TRANSMISION: AUTOMATICA		
TIPO DE MOTOR: DIESEL	UBICACIÓN: SAN ANDRES(S/DER)		
CARACTERISTICAS			
POTENCIA NETA CONSTANTE	CAPACIDAD DEL CUCHARON 2,5 a 3,5 m3		
SISTEMA HIDRÁULICO DE DETECCIÓN CRUZADA	VÁLVULA HIDRÁULICA AUXILIAR		
CUCHARONES DE SERVICIO PESADO	TREN DE RODAJE RESISTENTE		
CIRCUITO DE REGENERACIÓN DE LA PLUMA Y DEL BRAZO	AMORTIGUADORES DE CILINDRO HIDRÁULICOS		
OBSERVACIONES			
ESTADO GENERAL ACEPTABLE, CONTROL Y MANDOS EN FUNCIONAMIENTO			
EMPRESA	OPERADOR	UBICACIÓN	
LATINCO S.A	JESUS EMILIO	SAN ANDRES (MALAGA-CUROS)	
* MP: MAQUINARIA PESADA MF: MAQUINARIA FUJA VT: VEHICULOS DE TRANSPORTE			


		FICHA TÉCNICA	
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO LATINCO S.A	 N° FICHA: VERSION: 1
EQUIPO: PLANTA DE TRITURADO		CODIGO: 13-PT-01	
ESPECIFICACIONES			
CLASIFICACION *	MP <input type="checkbox"/>	MF <input checked="" type="checkbox"/>	VT <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>
MARCA: ASTENIA TELESMITH	TIPO DE FRENOS: HIDRAULICO		
MODELO: 36JGCC	COLOR: GRIS		
AÑO: 1955	N° DE MOTOR: (8) MOTORES ELECTRICOS 3 FASES		
N° DE PLACA: NA	ORIGEN: CATERPILLAR		
N° DE SERIE: 052/95	CAPACIDAD: 100 m3/h		
COMBUSTIBLE: N/A	TRANSMISION: CORREA Y CADENA		
TIPO DE MOTOR: ELECTRICO	UBICACIÓN: SAN ANDRES(S/DER)		
CARACTERISTICAS			
TRANSMISION POR CORREAS	MOTOR DE BANDAS 30 HP (5)		
TRANSMISION POR CORONA Y PIÑON	VÁLVULA HIDRÁULICA AUXILIAR		
TOLVA DE ALIMENTACION	RODILLOS DE CARGA E IMPACTO		
MOTOR 100HP 200RPM MOLINO EN ALIMENTACION	MARTILLOOR 1040		
MOTOR DE MOLINO 75HP (3)	AMORTIGUADORES DE CILINDRO HIDRÁULICOS		
OBSERVACIONES			
USA GENERADOR DE ENERGIA, MANDIBULA SUPERIOR CON DESGASTE, BANDAS TRANSPORTADORAS CON DESGASTE			
EMPRESA	OPERADOR	UBICACIÓN	
LATINCO S.A	LUIS PEÑA	SAN ANDRES (MALAGA-CUROS)	
* MP:MAQUINARIA PESADA MF:MAQUINARIA FIJA VT:VEHICULOS DE TRASPORTE			


	FICHA TÉCNICA	
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO LATINCO S.A	 N° FICHA: VERSION: 1
EQUIPO: VOLQUETA DOBLE TROQUE		CODIGO: 12-VD-01
ESPECIFICACIONES		
CLASIFICACION *	MP <input checked="" type="checkbox"/>	MF <input type="checkbox"/> VT <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>
MARCA: INTERNATIONAL	TIPO DE FRENOS: BOMBONA DE AIRE	
MODELO: 7600	COLOR: BLANCA	
AÑO: 2011	N° DE MOTOR: 35280169	
N° DE PLACA: SNQ 632	ORIGEN: INTERNATIONAL MOTORS	
N° DE SERIE: 3HTWYAHT8CN534871	CAPACIDAD: 300HP	
COMBUSTIBLE: ACPM	TRANSMISION: MECANICA	
TIPO DE MOTOR: DIESEL	UBICACIÓN: SAN ANDRES(S/DER)	
CARACTERISTICAS		
CAPACIDAD DE CARGA EN VOLCO 14 M3	TRANSMISION FULLER	
Motor Cummins ISM-350V-EPA 98 (Electrónico)	SISTEMA INTEGRADO DE VOLCO	
SISTEMA ELÉCTRICO Sistema MULTIPLEXADO 12 Volt, 3 baterias		
OBSERVACIONES		
DISPONIBLE, EN FUNCIONAMIENTO. VOLCO CON INDICES DE FATIGA POR CAIDA DE ROCA		
EMPRESA	OPERADOR	UBICACIÓN
LATINCO S.A	HUMBERTO PEÑA	SAN ANDRES (MALAGA-CUROS)
* MP: MAQUINARIA PESADA MF: MAQUINARIA FUJA VT: VEHICULOS DE TRASPORTE		


		FICHA TECNICA	
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO LATINCO S.A	 N° FICHA: VERSION: 1
EQUIPO: PLANTA DE CONCRETO		CODIGO: 14-PC-01	
ESPECIFICACIONES			
CLASIFICACION *	MP <input type="checkbox"/>	MF <input checked="" type="checkbox"/>	VT <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>
MARCA: ACROSS	TIPO DE FRENOS: HIDRAULICO		
MODELO: ADC-III-40-2	COLOR: BLANCO		
AÑO: 2013	N° DE MOTOR: NA		
N° DE PLACA: NA	ORIGEN: CATERPILLAR		
N° DE SERIE: 2013-03-14D	CAPACIDAD: NA		
COMBUSTIBLE: NA	TRANSMISION: BANDAS		
TIPO DE MOTOR: ELECTRICO	UBICACIÓN: SAN ANDRES(S/DER)		
CARACTERISTICAS			
ROMANA DE AGREGADOS	TRASPORTADORES		
TOLVA DE CEMENTO	BOMBA FULLER		
COMPRESOR	SISTEMA DE AGUA		
OBSERVACIONES			
ENGRASAR RODAMIENTOS Y CHUMACERA DE DE LA VALVUA ROTATIVA			
EMPRESA	OPERADOR		UBICACIÓN
LATINCO S.A			SAN ANDRES (MALAGA-CUROS)
* MP: MAQUINARIA PESADA MF: MAQUINARIA FIJA VT: VEHICULOS DE TRASPORTE			

	ORDEN DE TRABAJO		N° HOJA : 1
	CIUDAD:		VERSION: 1
	INTERNA <input checked="" type="checkbox"/>	EXTERNA <input type="checkbox"/>	FECHA: 25 / 11 / 15 /
EQUIPO: PLANTA DE TRITURADO			CODIGO: 13-PT-01
PROVEEDOR: Eléctricos la 15/bucaramanga			FACTURA N°: 1
ESPECIFICACIONES			
* CLASIFICACION: MP <input type="checkbox"/> MF <input checked="" type="checkbox"/> VT <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>			
TIPO DE MANTENIMIENTO: PREVENTIVO			
DESCRIPCION DEL PROBLEMA			
REALIZAR SU RESPECTIVO MANTENIMIENTO TIPO 1			
TRABAJO REALIZADO			
SE REALIZO INSPECCION CONJUNTO PRIMARIO MANDIBULA,TRASPORTADORAS, CONJUNTO SECUNDARIO CONO.			
CANTIDAD	REPUESTOS Y MATERIALES		VALOR
HTR*:2			\$120000
			TOTAL \$120000
OBSERVACIONES:			
INSPECCION DETALLADA, PIEZAS EN BUEN ESTADO			
_____		_____	
EJECUTO D / M / A /		RECIBE Y APRUEBA D / M / A /	
* MP : MAQUINARIA PESADA MF :MAQUINARIA FIJA VT :VEHICULOS DE TRASPORTE HTR : HORAS DE TRABAJO REALIZADAS			



	ORDEN DE TRABAJO		N° HOJA : 1
	CIUDAD: SAN ANDRES (SANTANDER)		VERSION: 1
	INTERNA <input checked="" type="checkbox"/>	EXTERNA <input type="checkbox"/>	FECHA: 25 / 11 / 15 /
EQUIPO: PLANTA DE CONCRETO		CODIGO: 14-PC-01	
PROVEEDOR: Eléctricos la 15/bucaramanga		FACTURA N°: 1	
ESPECIFICACIONES			
* CLASIFICACION: MP <input type="checkbox"/> MF <input checked="" type="checkbox"/> VT <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>			
TIPO DE MANTENIMIENTO: PREVENTIVO			
DESCRIPCION DEL PROBLEMA			
REALIZAR SU RESPECTIVO MANTENIMIENTO TOLVA DE AGREGADOS			
TRABAJO REALIZADO			
SE REALIZO INSPECCION ESTABLECIDA, ENGRASE SEGMENTOS DE LA COMPUERTA,PASADOR PIVOTE, ENGRASE CHUMACERAS, VERIFICACION DE GATOS Y MANGUERAS			
CANTIDAD	REPUESTOS Y MATERIALES		VALOR
	MANTENIMIENTO		\$200000
HTR*: 2			\$40000
			TOTAL \$240000
OBSERVACIONES:			
SE REALIZO INSPECCION DE LA TOLAVA Y RESPECTIVO ENGRASE			
<hr/> EJECUTO D / M / A /		<hr/> RECIBE Y APRUEBA D / M / A /	
* MP : MAQUINARIA PESADA MF :MAQUINARIA FIJA VT :VEHICULOS DE TRASPORTE HTR : HORAS DE TRABAJO REALIZADAS			

	ORDEN DE TRABAJO		N° HOJA : 1
	CIUDAD: SAN ANDRES (SANTANDER)		VERSION: 1
	INTERNA <input checked="" type="checkbox"/>	EXTERNA <input checked="" type="checkbox"/>	FECHA: 25 / 11 / 15 /
EQUIPO: EXCAVADORA		CODIGO: 11-EX -01	
PROVEEDOR: CATERPILLAR		FACTURA N°: 1	
ESPECIFICACIONES			
* CLASIFICACION: MP <input checked="" type="checkbox"/> MF <input type="checkbox"/> VT <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>			
TIPO DE MANTENIMIENTO: PREVENTIVO			
DESCRIPCION DEL PROBLEMA			
REVISAR ACEITE			
TRABAJO REALIZADO			
SE REVISO EL ACITE DEL MOTOR Y ACEITE HIDRÀULICO DE LA EXCAVADORA			
CANTIDAD	REPUESTOS Y MATERIALES		VALOR
	MANTENIMIENTO		\$80000
HTR*: 2			TOTAL \$80000
OBSERVACIONES:			
SE REVISÒ ACEITE MOTOR DESPUES DE APAGADO EL MOTOR			
_____ EJECUTO D / M / A /		_____ RECIBE Y APRUEBA D / M / A /	
* MP : MAQUINARIA PESADA MF :MAQUINARIA FIJA VT :VEHICULOS DE TRASPORTE HTR : HORAS DE TRABAJO REALIZADAS			

	ORDEN DE TRABAJO		N° HOJA : 1
	CIUDAD: SAN ANDRES (SANTANDER)		VERSION: 1
	INTERNA <input checked="" type="checkbox"/>	EXTERNA <input checked="" type="checkbox"/>	FECHA: 25 / 11 / 15 /
EQUIPO: VOLQUETA DOBLE TROQUE		CODIGO: 12-VD-01	
PROVEEDOR: CATERPILLAR		FACTURA N°: 1	
ESPECIFICACIONES			
* CLASIFICACION: MP <input checked="" type="checkbox"/> MF <input type="checkbox"/> VT <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>			
TIPO DE MANTENIMIENTO: CORRECTIVO			
DESCRIPCION DEL PROBLEMA			
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO, FUGAS DE AGUA			
TRABAJO REALIZADO			
CAMBIO DEPOSITO DE AGUA, REPARACION MANGUERA HIDRAULICA,			
CANTIDAD	REPUESTOS Y MATERIALES		VALOR
	MANTENIMIENTO		\$300000
HTR*: 8			\$120000
			TOTAL \$420000
OBSERVACIONES:			
REPARACION E MANGUERA HIDRAULICA Y CAMBIO DESPOSITO DE AGUA			
_____ EJECUTO D / M / A /		_____ RECIBE Y APRUEBA D / M / A /	
* MP : MAQUINARIA PESADA MF : MAQUINARIA FIJA VT : VEHICULOS DE TRASPORTE HTR : HORAS DE TRABAJO REALIZADAS			

	ORDEN DE TRABAJO		N° HOJA : 1
	CIUDAD: SAN ANDRES (SANTANDER)		VERSION: 1
	INTERNA <input checked="" type="checkbox"/>	EXTERNA <input type="checkbox"/>	FECHA: 25 / 11 / 15 /
EQUIPO: CARGADOR		CODIGO: 12-CA-01	
PROVEEDOR: CATERPILLAR		FACTURA N°: 1	
ESPECIFICACIONES			
* CLASIFICACION: MP <input checked="" type="checkbox"/> MF <input type="checkbox"/> VT <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>			
TIPO DE MANTENIMIENTO: PREVENTIVO			
DESCRIPCION DEL PROBLEMA			
REVISION DEL ACEITE Y FILTROS			
TRABAJO REALIZADO			
CAMBIO DE ACEITE HIDRAULICO Y FILTROS			
CANTIDAD	REPUESTOS Y MATERIALES		VALOR
	LUBRICANTES		\$300000
	FILTROS		\$350000
HTR*:6			\$120000
			TOTAL \$780000
OBSERVACIONES:			
CAMBIO DE FILTROS Y LUBRICANTES			
<hr/> EJECUTO D / M / A /		<hr/> RECIBE Y APRUEBA D / M / A /	
* MP : MAQUINARIA PESADA MF : MAQUINARIA FIJA VT : VEHICULOS DE TRASPORTE HTR : HORAS DE TRABAJO REALIZADAS			

ANEXO D. Plan de mantenimiento preventivo

 LATINCO S.A. <small>CONSTRUCCIONES Y DE CONSTRUCCIONES S.R.L.</small>		RUTINAS DE MANTENIMIENTO PLANTA DE CONCRETO		CODIGO: VERSION: FECHA:	
					
Diario	Compresor	desalojar el condensado purgar			
	Transportadores	Bandas alineadas verificar estado guayas de seguridad			
	Sistemas neumáticos	Purga vasos drenaje y verificación niveles aceite			
	Sistemas eléctricos	Limpieza de los tableros evaluar fijación de los motores y bombas			
	Limpieza	Limpieza de las cintas			
		Limpieza patillos y plataformas			
verificar las jaibas de la tolvas y romana de agregados Revisar romana cemento y tuberías					
Cada 15 días	Compresor	Nivel de aceite Limpiar filtro de aire			
	Transportadores	Operación guayas de seguridad			
		Fijación de los rodillos			
		Alineación de bandas			
		Limpiar y lubricar chumaceras de los rodillos			
	Distribuidor agregados	Lubricar rodillos			
		Engrasar cadena de piños corona			
		Verificar aceite reductor			
	Tolva agregados	Verificar elementos sueltos			
		Engrasar cadena motriz			
		Engrasar segmentos de la compuerta			
		Engrasar pasador pivote			
	Romana agregados	Engrasar chumaceras y rolineras			
		Engrasar la biela			
		Verificar gatos, válvulas, mangueras			
		Engrasar chumaceras y rolineras			
	Sistema cemento	Engrasar biela			
		Engrasar elemento de la compuerta			
		Lubricación de la línea			
		Engrasar pasador pivote de compuerta			
		Limpieza celdas y piezas de la romana			
	Bomba	Verificar movimiento romana			
		Engrasar válvulas de la compuerta			
		Limpiar los aireadores			
	Elevador cemento	Drenar trampas			
		Engrasar sellos			
		Engrasar rodamientos			
		Engrasar tornillos sin fin			
Sopladores	Lubricar sellos				
	Engrasar piñón y corona, cadena				
	Engrasar chumaceras estación tensora				
Tolva de cemento	Engrasar chumacera estación motriz				
	Verificar temperaturas anormales				
	Verificar votes de cemento y conexiones				
Romana cemento	Engrasar cadena acople motor-soplador				
	Engrasar segmentos compuerta				
	Engrasar pasador pivote				
	Engrasar chumaceras y rolineras				
	Engrasar biela				
Sistema agua	Engrasar chumaceras y rolinera				
	Engrasar segmento compuerta				
	Lubricación de la línea				
	Limpiar celdas y de más partes de la romana				
	Drenar trampas de agua				
Sistema neumático	Lubricar sellos				
	Engrasar rodamientos de los motores				
	Engrasar tornillo sin fin				
	Evaluar fugas				
	Lubricar cojinetes de la bomba-motor				
	Limpiar aireadores				
	Nivel de aceite				

Cada 30 días	Compresor	Limpieza general
		Realizar ajustes y correcciones
		Chequear temperaturas
	Transportadoras	Cambiar rodillos de retorno
		Evaluar desgaste
		Evaluar rodamientos de la chumacera
		Evaluar acoplamientos(cadena, piñones, poleas)
		Evaluar ruidos
		Evaluar bandas
		Evaluar estructura
	Evaluar conexión eléctrica	
	Distribuidor agregados	Evaluar estado de lámina de distribuidos
		Evaluar elementos de distribuidor
		Evaluar desgaste de los elementos
		Realizar ajustes y correcciones menores
	Tolva agregados	Medir espesores de la tolva
Realizar ajustes y correcciones menores		
Romana agregados	Medir espesores de la romana	
	Realizar ajustes y correcciones menores	
Sistema cemento		
Bomba	Limpieza general de la bomba	
	Medir diámetro de las toberas	
	Realizar ajustes y correcciones menores	
	Chequear temperaturas anormales	
Sopladores	Realizar limpieza general del soplador	
	Revisar elemento filtrante	
	Realizar ajustes y correcciones menores(conexión eléctrica)	
Romana cemento	Medir espesores en la romana	
	Realizar ajustes(laminas, soportes, gatos, válvulas)	
Sistema agua	Inspeccionar gatos neumáticos	
	Inspeccionar bomba de agua	
	Estructura bomba, válvulas y tuberías	
	Inspeccionar motores de la bomba	
Cada 6 meses	Compresor	Lavar el compresor
		Cambiar filtros y aceite
	Transportadores	Cambiar aceites y filtros
		Evaluar banda
		Evaluar estructura
		Evaluar protecciones seguridad
	Distribuidor agregados	Realizar reparaciones necesarias
		Medir espesores de la tolva
	Tolva agregados	Realizar reparaciones necesarias (laminas, soportes, válvulas)
		Medir espesores en la tolva
	Romana agregado	Realizar reparaciones necesarias (laminas, soportes, válvulas)
		Medir espesores en la romana
	Sistema cemento	Realizar reparaciones necesarias (laminas, soportes, válvulas)
	Silos	Cambiar filtros
		Realizar reparaciones necesarias (laminas, soportes, válvulas)
Bomba	Medir desgaste tornillo sin fin	
	Realizar operaciones necesarias	
Elevador cemento	Medir desgaste de la cadena	
	Medir desgaste en cangilones	
	Medir desgaste en la rueda	
	Realizar reparaciones necesarias (laminas, soportes, válvulas)	
Sopladores	Lavar el compresor	
	Cambiar filtros y aceites	
Tolva de cemento	Realizar reparaciones necesarias (laminas, soportes, válvulas)	
Romana cemento	Realizar reparaciones necesarias (laminas, soportes, válvulas)	
Sistema agua	Realizar reparaciones(fugas de agua, tubería, válvulas, conexiones)	

Anualmente	Compresor	Reparar y cambiar(bases y soportes, pistones, anillos, camisas, válvulas, filtros d aceite y aire, tuberías, fugas de aire, radiador, conexiones eléctrica)
	Trasportadores	Repara y cambiar(estructura y soportes, rodillos, chumaceras, rodamientos, ejes, empalmes de banda, cambio de aceite a los reductores, filtros porosos, elementos sueltos)
	Reductor	Reparar y cambiar(fugas de aceite, sellos, sistema anti retorno)
		Cambiar aceite, elementos filtrantes, filtros porosos
		Evaluar estructura metálica
	Tolva agregados	Reparar o cambiar bases y soportes de la tolva, válvulas, laminas, perfiles
		Evaluar bases, anclajes, soportes, corrosión, vibradores
	Tolva y Romana	Reparar o cambiar bases y soportes de la tolva, fisuras, cambio de láminas, perfiles, válvulas
		Evaluar bases, anclajes, soportes, corrosión, vibradores
	Silos	Reparar o cambiar bases y soportes de la tolva, válvulas, laminas, perfiles
Evaluar bases, anclajes, soportes, corrosión, vibradores		
Bomba	Reparar o cambiar base y soporte de la bomba, rodamientos	
	Chequear ductos de succión y fugas	
Sopladores	Reparar o cambiar bases y soporte del compresor, elementos sueltos, pistones, anillos, camisas, válvulas, filtros, tubería, fugas, radiador, sistema eléctrico	
ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ



Cada 10 horas O Diariamente	Compartimiento del motor	Limpiar	Limpieza del compartimiento del motor y de las zonas adyacentes en las máquinas, usadas en condiciones de polvo y de riesgo.	
	Fugas de aceite	Revisar	Después de la limpieza, compruebe si hay fugas . Cierre todas las tapas y cubiertas.	
	Control exterior sistema	Revisar	Compruebe que la máquina no presenta daños externos.specialmente en los neumáticos, las	
	Lubricación	Revisar	Compruebe pegatinas de advertencia, daños externos, fugas, bombillas y luces, instrumentos,	
	Dispositivos protección	Revisar	Puntos de lubricación	
	Articulaciones	Revisar	Protectores, escudos, cinturón, bocina	
	Aceite de motor	Engrasar	Limpiar, para luego utilizar engrasadora	
	Aceite hidráulico	Revisar	Después de apagado el motor	
	Decantador	Drenar	Maquina debe estar superficie plana	
Puntos de pivote	Engrasar	Debe estar el depósito lleno		
Cada 50 horas O Semanalmente	Filtro	Revisar	Filtro de aire en baño de aceite, control del depósito de aceite (equipo)	
	Árbol de transmisión	Revisar	Sistema hidráulico	
	Instalación eléctrica	Revisar	Sistema de tracción	
	Balde	Revisar	Mandos finales	
	Filtro de aire baño aceite	Revisar	Aceite en el depósito, calidad del aceite	
	Reductores	Revisar	Aceite transmisión	
	Sistema de frenos	revisar	Freno de oscilación del bastidor, control del líquido de frenos	
Cada 250 horas o mensualmente	Motor, pre-limpiador de aire	Limpiar	Limpie el prefiltro. Si es necesario limpiar o cambiar el filtro primario cada 1000 horas de acuerdo a las condiciones de trabajo	
	Filtro del aceite	Cambiar	Filtro de aire en baño de aceite, 9,1 litros en cada filtro	
	Aceite hidráulico	Revisar	verificar niveles.	
	control de fugas	Revisar	Efectúe el control de fugas Caja de reenvío.	
	Ejes	Revisar	Efectúe el control de fugas, comprobación del nivel de aceite	
	Engrase	Engrasar	Articulaciones de dirección y cilindros de dirección, cojinete trasero, Cojinete de cilindro de elevación. Cojinete de articulación de basculamiento, Portón trasero en voladizo.	
	Prefiltro de combustible	cambiar	Filtros primario y secundario, Cambie el cartucho de filtro.	
Cada 500 horas O trimestralmente	Aceite del motor	Cambiar	Aceite motor, aprox. 36 litros	
	Filtros transmision	Cambiar	Filtros de combustible primario y secundario,	
	Manguera toma aire	Engrase	Árbol de transmisión entre caja de reenvío y eje delantero, juntas y pliegues	
	Radiador y enfriadores,	Revisar		
	Batería	Limpiar	Limpie el radiador, use aire comprimido.	
	Ruedas	Revisar	Compruebe el nivel del electrolito	
	Freno de servicio.	Revisar	Compruebe la presión de inflado	
		Revisar	Revisar desgaste de los forros de freno, El espesor mínimo 3 mm	
Cada 1000 horas O Semestralmente	Tensor	Revisar	control del tensor de correa.	
	Transmisión	Cambiar	Filtros de aceite (principal y lubricación)	
	Aceite ejes	Cambiar	Filtro de aceite de la transmisión,	
	filtros	Cambiar	Cambie siempre ambos filtros al mismo tiempo.	
	Árbol de transmisión	Revisar	Compruebe los árboles de transmisión	
	Filtro del respiradero	Cambiar	Filtro aceite transmisión	
	Fijaciones	Revisar	Fijaciones del motor, fijaciones de la caja de reenvío, control	
	Bastidor	Revisar	Compruebe las fijaciones del motor y de la caja de reenvío	
	Depósito de combustible	Revisar	vaciado de lodos	
	Árbol de transmisión	Engrase	Árbol de transmisión entre caja de reenvío y articulación del bastidor	
	Depósito de aceite	Cambiar	vaciado de lodos, cambio del filtro de ventilación	
	Forros del freno	Revisar	Revisar desgaste forros de freno, espesor mínimo es 5 mm	

Cada 2000 horas	Filtro de aire	Limpiar	Filtro de aire en baño de aceite	
	Filtro de aire del motor	Cambiar	Cambie el filtro de aire	
	Sistema de frenos	Cambiar	filtro de aceite de presión	
	Depósito de combustible,	cambiar	Cambie el filtro de ventilación	
	Transmisión	Cambiar	aceite y el filtro de aceite,cambio: aprox. 40 litros	
	Caja de cambios.	Cambiar	filtro de ventilación.	
	Caja de transferencia	Cambiar	Cambie el filtro de ventilación	
	Filtros de respiración	Cambiar	Cambie los tres filtros de ventilación de los ejes	
	Sistema de aire	Cambiar	Cambie el cartucho desecante del secador de aire	
	Cilindro de la suspensión	Revisar	Compruebe el funcionamiento de los cilindros	
	Cilindro de suspensión	Revisar	Compruebe los casquillos de goma.	
	Articulación del bastidor	Revisar	Compruebe y ajuste el juego del cojinete de articulación	
	Colador de aspiración	Limpiar	Aspiración de toma de fuerza	
Cada 4000 horas	Bomba de aire	Revisar	Compruebe el nivel del aceite, inspeccionar	
	Caja de reenvío,	Cambiar	Cambie el aceite,aprox 9 litros	
	Ejes	Cambiar	Aceite; Eje delantero, unidad motriz: 38 litros, Primer eje del bogie: 40 litros.	
	Cilindro de suspensión	Cambiar	Cambie el aceite de los cilindros	
	Filtro de partículas	Limpiar	Limpie el filtro de partículas diesel	
Cada 6000 horas o 2 años	filtro de aire	cambiar	filtro secundario, o cada tres cambios del filtro primario	Cambiar
	Cables de encendido.	Cambiar	Cables de encendido de alta tensión	
	Refrigerante.	Cambiar	Aproximadamente 70 litros.	
ELABORÓ				
REVISÓ				
APROBÓ				



RUTINAS DE MANTENIMIENTO EXCAVADORA

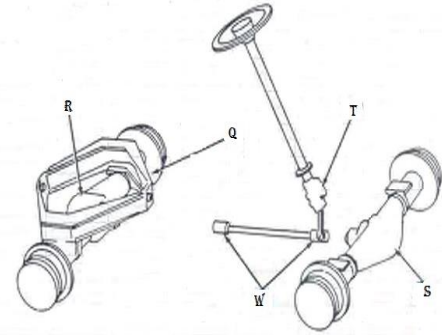
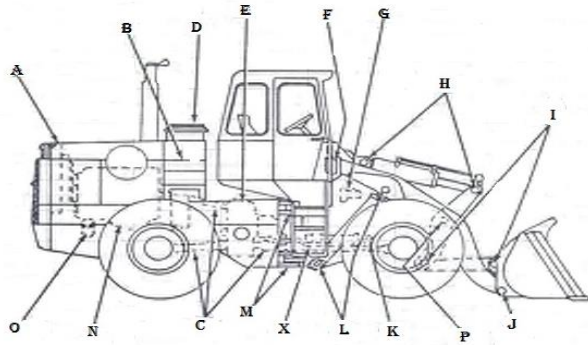
CODIGO:
VERSION:
FECHA:



Cada 10 horas o Diariamente	Pasadores pivote	Revisar	Lubricación en general	
	Nivel de aceite	Revisar	Del motor	
	Cabina	Revisar	Pedales, mandos de control	
	Sistema eléctrico	Revisar	Alambres desgastados, conexiones	
	Sistema hidráulico	Revisar	Fugas, abrazaderas faltantes, mangueras	
	Lubricación	Revisar	Puntos de lubricación	
	Dispositivos protección neumáticos	Revisar	Protectores, escudos, cinturón, bocina	
	Filtro de aire			
	Puesto operación			
	Articulaciones	Engrasar	Limpiar, para luego utilizar engrasadora	
	Líquido refrigerante	Revisar	Con el motor frío	
	Aceite de motor	Revisar	Después de apagado el motor	
	Aceite hidráulico	Revisar	Maquina debe estar superficie plana	
Decantador	Drenar	Debe estar el depósito lleno		
Puntos de pivote	Engrasar			
Cada 50 horas o Semanalmente	Radiador	Revisar	Bomba hidráulica	Revisar
	Sistemas de frenos	Revisar	Cuerpo de válvulas	Revisar
	Árbol de trasmisión	Revisar	Sistema hidráulico	Revisar
	Instalación eléctrica	Revisar	Sistema de tracción	Revisar
	Balde	Revisar	Mandos finales	Revisar
	Cabina	Revisar	Rueda guía	Revisar
	Reductores	Revisar	Aceite trasmisión	Revisar
	Sistema de frenos	revisar	Adaptadores, acoples	Engrasar
Cada 250 horas o mensualmente	Aceite de motor	Cambiar	Baterías	Revisar
	Filtro del aceite	Cambiar	Bornes de la batería	Revisar
	Aceite hidráulico	Revisar	Correa del ventilador	Revisar
	Radiadores	Limpiar	Rueda guía	Revisar
Cada 500 horas o trimestralmente	Aceite del motor	Cambiar	Filtro aceite motor	Cambiar
	Filtro descarga aceite	Cambiar	Filtro combustible	Cambiar
	Tanque combustible	Drenar	Acondicionador refrigerante	Revisar
	Manguera toma aire	Revisar	pernos	Ajustar
Cada 1000 horas o Semestralmente	Aceite trasmisión	Cambiar	Válvula del motor	Revisar
	Aceite ejes	Cambiar	Cojinetes	Engrase
	filtros	Cambiar	Rueda motriz	Engrase
	Velocidad motor	Revisar	Carter	Revisar
	Filtro del respiradero	Cambiar	Filtro aceite trasmisión	Cambiar
Cada 2000 horas o Anualmente	Filtro aire	Cambiar		
	Aceite hidráulico	Cambiar	Líquido refrigerante	Cambiar
	Filtro de aspiración	Limpiar	Aceite frenos	Cambiar
	Alternador	Revisar	Ajuste válvulas motor	Revisar
Si es necesario	Motor de arranque	Revisar	Aceite caja planetarios	Cambiar
	Filtro aire motor	Revisar	Circuito refrigeración	Limpiar
	Instalación frenos	Purgar	Pedales	Revisar
	Estabilizadores	Revisar	Holguras	Revisar
	Decantador	Limpiar		
ELABORÓ		REVISÓ		APROBÓ



Diario	Dumper	Revisar	No presente daños en la estructura, ni fuga de líquidos	
	Neumáticos	Revisar	Presión de los neumáticos y que no exista corte de rodadura en la superficie	
	Combustible	Revisar		
	Aceite	Revisar	Aceite hidráulico, aceite de motor y líquido refrigerante sean los adecuados	
	Luces	Revisar	Correcto funcionamiento	
	Cabina	Revisar	Seguridad del puesto de conducción, estribos, asideros limpios y libre de aceite	
	Caja de cambios	Revisar	Funcionamiento	
	Parabrisas	Revisar	limpio	
	Sistema eléctrico	Revisar	Alambre desgastado, conexiones regulares	
Sistema hidráulico	Revisar	Mangueras con fugas, abrazaderas		
Cada 100km	Neumáticos	Revisar	Suspensión	Revisar
	Frenos	Revisar	Refrigerante	Revisar
	Volante, caja dirección	Revisar	Aceite motor	Revisar
Cada 5000km O 3 meses	Aceite motor	Cambiar	Batería	Revisar
	Filtro motor	Cambiar	Filtro de aire	Revisar
	Frenos	Revisar	Válvulas	Revisar
	Pivotes de dirección	Engrasar	Unión de cardanes	Revisar
	Árbol de cadenas	Engrasar	Juego de cabrilla	Revisar
	Hojas de muelle	Revisar	Pernos	Revisar
Cada 10000 km O 6 meses	Correas	Revisar	Luces, bocinas	Revisar
	Refrigerante de motor	Revisar	Limpiaparabrisas	Revisar
	Sistema de encendido	Revisar	Pernos	Ajustar
	Filtro de combustible	Cambiar	Tuercas	Ajustar
	Bandas de freno	Revisar	Mangueras de combustible	Revisar
	Tambores del freno	Revisar	Líquido embrague	Revisar
	Aceite diferencial	Revisar	Lubricación de troques	Revisar
	Amortiguadores	Revisar	Caja dirección	Revisar
	Rodamientos	Revisar	Hojas de muelles	Revisar
llantas	Revisar	Líquido batería	Revisar	
Cada 20000 km O Anualmente	Correas	Revisar	Grasa de cojinete de rueda	Cambiar
	Filtro de aire	Cambiar	Filtro de combustible	Cambiar
	Pedal de embrague	Revisar	Guayas de cambio	Revisar
	Aceite diferencial	Cambiar	Cardan delantero	Lubricar
	Tubería de escape	Revisar	Líquido embrague	Cambiar
	articulaciones	Revisar	Aceite hidráulico	Cambiar
Cada 40000 km O 2 años	Correas	cambiar	Refrigerante motor	Cambiar
	Tapas deposito	Revisar	Carrocería	Revisar
	Líneas combustible	Revisar	Compresor	cambiar
	Chasis	Revisar	Alineación de ruedas	Revisar
	Sistema hidráulico conexiones	Revisar	Tuberías	Revisar
	Cardan trasero	Revisar	Refrigerante	cambiar
		Revisar	Soporte de cabina	Revisar
ELABORÓ		REVISÓ		APROBÓ



			Observacion
Diario o Cada 10 horas de trabajo	A	Refrigerante del Radiador	Revisar No abrir cuando está caliente
	D	Aceite del tanque hidráulico	Revisar No encender sin aceite
	E	Aceite de la transmisión	Revisar Dejar funcionar 5 min. Antes
	I	Articulaciones de la pala	Engrasar Lubricar hasta que salga grasa alrededor de los sellos
	J	Pivotes de la pala	Engrasar Lubricar hasta que salga grasa alrededor de los sellos
	N	Aceite del cárter del motor	Revisar Chequear con la maquina fría
	O	Tanque del combustible	Revisar Si no sirve el medidor llenar hasta el nivel superior
	M	Pivotes articulados	Engrasar Lubricar cada punto
		Freno de emergencia	Revisar Al accionar la maquina debe detenerse dentro de una distancia igual a su longitud
		Drenaje tanque de aire	Drenar Apagar la maquina
		Presión de aire de cauchos	Revisar
		Luces en general	Revisar
Semanal o Cada 50 horas de trabajo		Filtro de aire	Limpiar
	B	Baterías	Revisar Verificar niveles de acido
	F	Pivotes de aguilón	Engrasar Lubricar hasta que salga grasa alrededor de los sellos
	H	Cilindro hidráulico de la pala	Engrasar Lubricar hasta que salga grasa alrededor de los sellos
	K	Cilindros de la dirección	Engrasar Lubricar hasta que salga grasa alrededor de los sellos
	L	Cilindros del aguilón	Engrasar Lubricar hasta que salga grasa alrededor de los sellos
	P	Pivotes de la palanca acodada	Engrasar Lubricar hasta que salga grasa alrededor de los sellos
	Q	Cuña del eje	Engrasar Lubricar hasta que salga grasa alrededor de los sellos
W	Articulación de la dirección	Engrasar Lubricar hasta que salga grasa alrededor de los sellos	
	frenos	Revisar Pisa los pedales por separado y acelera, la maquina no debería moverse	
Cada 15 días o Cada 100 horas de trabajo	C	Arboles trasmisores	Engrasar
	G	Frenos de servicio	Revisar Mirar fugas o fallas
	R	Ejes	Revisar
	X	Trasmisión intermedia	Revisar
	Correa del alternador	Revisar Verificar tensión de la correa y estado	
Mensual o Cada 200 horas de trabajo	N	Aceite y filtro del motor	Cambiar Chequear numeración del filtro y cantidad
	S	Mecanismo de dirección	Revisar
		Estado de los cauchos	Desgaste
		Cuchilla	desgaste
Cada 5 meses o Cada 1000 horas de trabajo	A	Refrigerante del radiador	Cambiar
	D	Aceite del tanque hidráulico	Cambiar
	E	Aceite de la transmisión	Cambiar
	R	Ejes	Cambiar
	X	Bloque trasmisión intermedia	Cambiar
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ

ANEXO E. Manual de usuario

MANUAL DE USUARIO SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA PLANTA DE TRITURADO EMPRESA LATINOAMERICANA DE CONSTRUCCIONES S.A.

El sistema de información permite al usuario complementar la base de documentación de las maquinas que intervienen en la planta de triturado y departamento de producción de la empresa, dicha documentación está contenida en la plataforma, para ayudar al jefe de mantenimiento y a los directos vinculados en el área de mantenimiento de la empresa a desarrollar labores optimas y eficientes, que permitan el flujo de producción constante, evitando con la implementación de un programa de mantenimiento preventivo, las paradas de producción innecesarias y en el momento menos oportuno.

La plataforma que sostiene el sistema de información, corrobora su funcionamiento en el programa de mantenimiento dicha plataforma está conformada por 8 módulos que a su vez contienen varios su módulos y que serán explicados de manera individual, para mayor entendimiento por parte del usuario

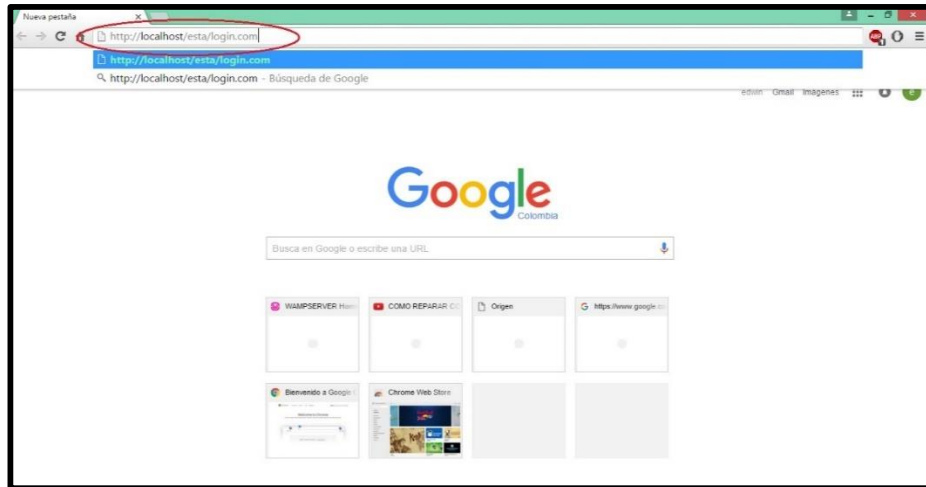
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA PLATAFORMA

La plataforma desarrollada para plan de mantenimiento preventivo, está basada en lenguaje de programación PHP y soporta su información mediante una base de datos en MYSQL, elementos de programación muy prácticos y utilizados en variados sectores industriales, educativo, recreativo, etc., en su gran mayoría para el desarrollo de diferentes sistemas de información.

INGRESO AL SISTEMA

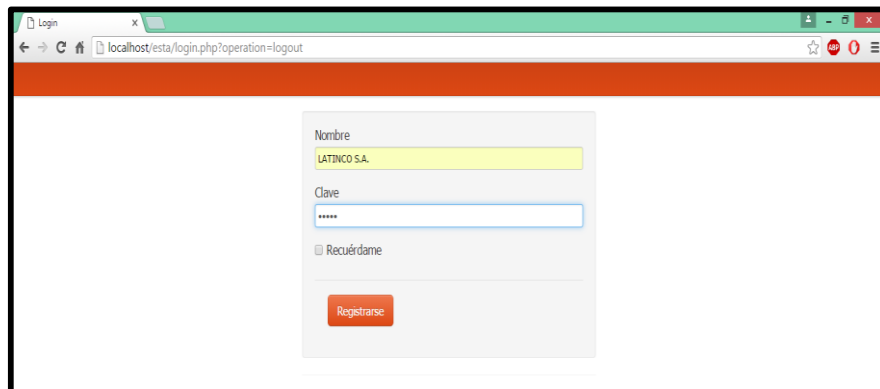
Para iniciar la plataforma, ingrese a su navegador web, ubicando el cursor sobre el icono correspondiente al navegador y seleccione, dando doble clic sobre este, a continuación diríjase a la barra de tareas y escriba en la barra de dirección:

`http://localhost/esta/login.com`

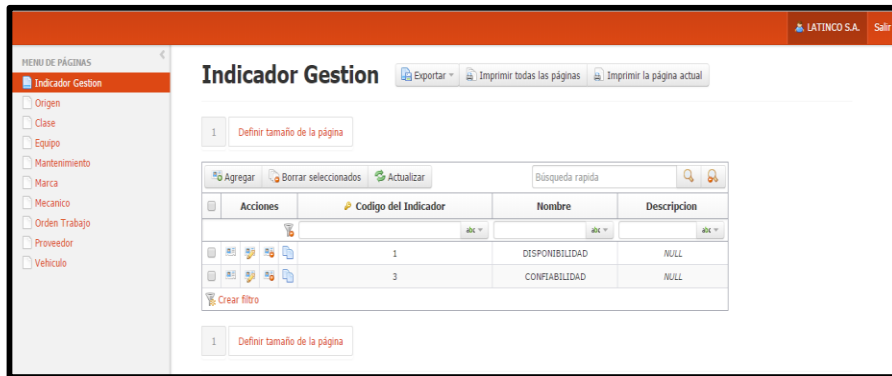


INICIAR SESIÓN

La plataforma le solicitara un seudónimo, generado previamente por un administrador y su respectiva contraseña, debe ingresar dichos datos en las respectivas casillas y luego presionar el botón REGISTRARSE.



La plataforma lo direccionara a una nueva pantalla, que es la pantalla principal de la plataforma, donde encontrara acceso a los diferentes módulos y sub módulos de la plataforma respectivamente.



MÓDULOS DEL SISTEMA

El sistema posee una serie de módulos, a su vez estos módulos están divididos en sub módulos, con varias funciones, además de permitirle al usuario definir múltiples criterios y actividades de mantenimiento. Dichos módulos se encuentran ubicados a la izquierda de la pantalla principal.

Los módulos se encuentran en orden descendente, en ese orden de ideas serán explicados para el usuario, así como sus funciones.



INGRESO DE INFORMACIÓN AL SISTEMA

En general los ingresos para cada módulo son similares, Se evidencia un ingreso de información en el primero modulo, se hace su respectivo procedimiento y se establecen cada carácter de los sub módulos.



1. AGREGAR: Digitar los campos correspondientes al indicado.

Indicador Gestion

Grabar Cancelar

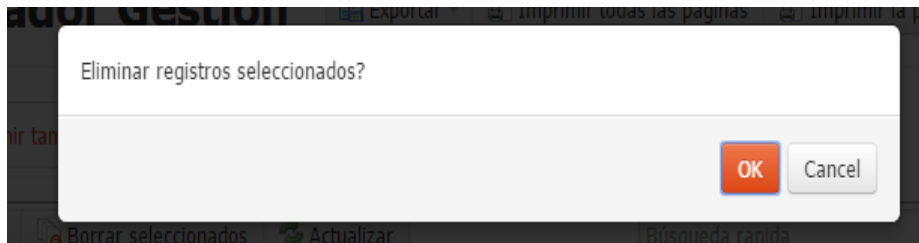
Nombre *

Descripcion

* - Campo requerido

Grabar Cancelar

2. Borrar seleccionados: eliminar los archivos seleccionados en el listado.



3. Ver: muestra los datos correspondientes a cada indicador de gestión, los botones regresar vuelve a la página principal de los indicadores e imprimir registró, lo imprime.



The form displays the details for an indicator. It has a title "Indicador Gestion" and a horizontal line below it. The data is presented in a table-like format:

Codigo del Indicador	1
Nombre	mantenibilidad
Descripcion	esta en reparacion

At the bottom, there are two buttons: "Regresar" (orange) and "Imprimir registro" (gray with a printer icon).

4. Editar: nos muestra el indicador a editar o actualizar.

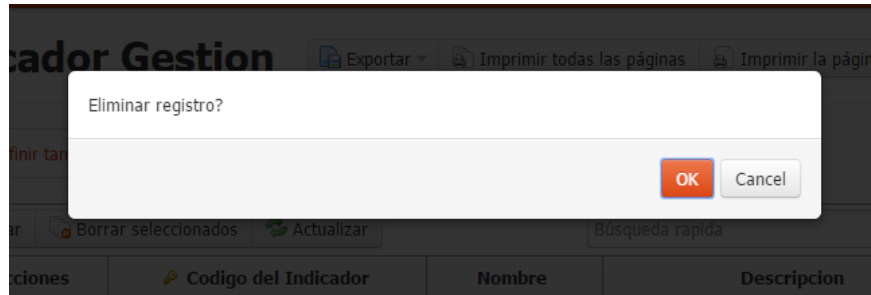


The form is titled "Indicador Gestion" and has a "Grabar" button with a dropdown arrow and a "Cancelar" button at the top. Below this, there are two input fields:

- Nombre ***: A text input field containing "mantenibilidad".
- Descripcion**: A text area containing "esta en reparacion".

At the bottom, there is a note: "* - Campo requerido". Below the note, there are two buttons: "Grabar" (orange with a dropdown arrow) and "Cancelar" (gray).

5. Eliminar: Elimina el registro no sin antes confirmar que está siendo eliminado.



6. Copia. Saca una copia del que ya está con la posibilidad de hacer cambios.

A screenshot of the 'Indicador Gestion' form. The form has a white background and a black border. At the top, there are two buttons: a red 'Grabar' button and a grey 'Cancelar' button. Below these, there are two input fields: 'Nombre *' with the value 'mantenibilidad' and 'Descripcion' with the value 'esta en reparacion'. At the bottom, there are two buttons: a red 'Grabar' button and a grey 'Cancelar' button. A small note at the bottom says '* - Campo requerido'.

7. La barra de búsqueda: nos da la opción de buscar lo que se digite y le da en la lupa para confirmar búsqueda.

Acciones	Codigo del Indicador	Nombre	Descripcion
1		mantenibilidad	esta en reparacion

The screenshot shows the 'Indicador Gestion' interface. At the top, there are buttons for 'Exportar', 'Imprimir todas las páginas', and 'Imprimir la página actual'. Below these, there is a search bar with the text 'mantenibilidad' and a search icon. The table below has columns for 'Acciones', 'Codigo del Indicador', 'Nombre', and 'Descripcion'. The 'Nombre' column contains the value 'mantenibilidad' in yellow. There are also some navigation buttons like 'Agregar', 'Borrar seleccionados', and 'Actualizar' at the top left.

8. Definir tamaño de la página: nos da la opción de definir cuantos ítems sale por página.

Cambiar el numero de registros por página

Número total de registros: 1.

Registros por página	Total de páginas
<input type="radio"/> 10	1
<input type="radio"/> 20	1
<input type="radio"/> 50	1
<input type="radio"/> 100	1
<input type="radio"/> ALL	1
<input checked="" type="radio"/> Usar valor personalizado	1
<input type="text" value="20"/>	

Cancelar Guardar cambios

Nota: origen, clase, mantenimiento, marca, mecánico, proveedor, vehículo estas páginas de ingreso son similares a la de indicadores de gestión, las de orden de trabajo y equipo son tablas principales o maestras donde van agregadas las ordenes y los vehículos en los cuales se hacen mantenimiento.

Ya teniendo las tablas anteriores llenas procedemos a ver equipo.

Equipo Exportar Imprimir todas las páginas Imprimir la página actual

1 Definir tamaño de la página

Agregar Borrar seleccionados Actualizar

Búsqueda rápida

Acciones	Codigo Equipo	Nombre Equipo	Modelo	Año	Serie	Observacion	Marca	Codificacion Equipo	Indicador	Imagen	Clase	Lugar de Origen	Vehículo 0 No
	3	planta	NULL	NULL	NULL	NULL	caterpillar	NULL	mantenibilidad	imagen	caterpillar	bucaramanga	✓
	1	volqueta	2011	2015	895dsv	en buen estado	caterpillar	87-vd-98	mantenibilidad	imagen	caterpillar	bucaramanga	✓
	2	pt	2013	2015	3	planta triburado	toyota	pt-03	confiabilidad	imagen	caterpillar	medellin	

Crear filtro

1 Definir tamaño de la página

Donde podemos ver las propiedades de cada uno procedemos a ver agregar.

Equipo

Nombre Equipo *
Modelo
Año
Serie
Observacion

Marca
Codificacion Equipo
Indicador
Imagen

Clase
Lugar de Origen
Vehiculo O No

- Nuevo valor agregado

Equipo [Exportar](#) [Imprimir todas las páginas](#) [Imprimir la página actual](#)

1 Definir tamaño de la página

Búsqueda rápida

	Acciones	Codigo Equipo	Nombre Equipo	Modelo	Año	Serie	Observacion	Marca	Codificacion Equipo	Indicador	Imagen	Clase	Lugar de Origen	Vehiculo O No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	3	planta	NEEL	2011	NEEL	NEEL	caterpillar	NEEL	mantenibilidad		caterpillar	bucaramanga	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1	volqueta	2011	2015	8950sw	en buen estado	caterpillar	87-v0-98	mantenibilidad		caterpillar	bucaramanga	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	2	pt	2013	2015	3	planta trituradora	toyota	pt-03	confiabilidad		caterpillar	medellin	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	4	PLANTA DE TATUACION	36GCC	1995	052-95	CORRECTO FUNCIONAMIENTO UTILIZA GENERADOR DE ENERGIA, VICTORES 50 Y 35 HP	ASTENGA - TELESMITH	13-PT-01	confiabilidad	NEEL	caterpillar	medellin	<input type="checkbox"/>

1 Definir tamaño de la página

Para el módulo de información que genera la orden de trabajo se tiene como generalidad que estén digitados los módulos anteriores para poder establecerla, se tiene los siguientes datos debidamente ya diligenciados.

Acciones	Cod Ord	Equipo	Mantenimiento	Mecanico	Proveedor	Descripcion	Observacion	Fecha Ord	Fecha Trabajo	Trabajo Realizado	Costo
	3	EXCAVADORA	PREVENTIVO	NATAN	ALEXANDER NUÑEZ	cambio de aceite	aceite sucio	2016-01-20	2016-01-22	se le cambio el aceite, se engraso, cambio filtros	300.000.0000
	1	CARGADOR	PREVENTIVO	NATAN	ELECTRICOS LA 15 BUCARAMANGA	REVISION DE LIBRICANTES	REALIZAR SUS RESPECTIVOS AJUSTES Y DIAGNOSTICOS DE LA MAQUINA	2016-01-18	2016-01-27	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITES	25.0000
	2	PLANTA DE TRITURACION	PREVENTIVO TIPO 1	BLADNR	ELECTRICOS LA 15 BUCARAMANGA	mantenimiento tipo 1 (diario) tiempo de maximo de mantenimiento 2 horas	utilizar elementos de seguridad, verificar equipo este completamente asepa... más	2016-01-19	2016-01-21	mantenimiento tipo 1, verificado, lubricacion de rodamiento y temple de ba... más	120.0000

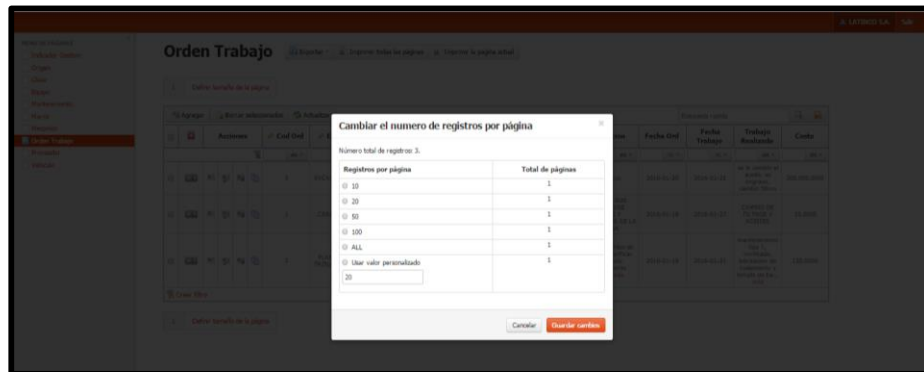
Exportar ubicada en la pestaña derecha parte superior, genera una serie de opciones en la cuales se puede generar los datos ya sea en Word, Excel o pdf según lo requerido, para mirar el estado de la maquina en físico.

Acciones	Cod Ord	Equipo	Mantenimiento	Mecanico	Proveedor	Descripcion	Observacion	Fecha Ord	Fecha Trabajo	Trabajo Realizado	Costo
	3	EXCAVADORA	PREVENTIVO	NATAN	ALEXANDER NUÑEZ	cambio de aceite	aceite sucio	2016-01-20	2016-01-22	se le cambio el aceite, se engraso, cambio filtros	300.000.0000
	1	CARGADOR	PREVENTIVO	NATAN	ELECTRICOS LA 15 BUCARAMANGA	REVISION DE LIBRICANTES	REALIZAR SUS RESPECTIVOS AJUSTES Y DIAGNOSTICOS DE LA MAQUINA	2016-01-18	2016-01-27	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITES	25.0000
	2	PLANTA DE TRITURACION	PREVENTIVO TIPO 1	BLADNR	ELECTRICOS LA 15 BUCARAMANGA	mantenimiento tipo 1 (diario) tiempo de maximo de mantenimiento 2 horas	utilizar elementos de seguridad, verificar equipo este completamente asepa... más	2016-01-19	2016-01-21	mantenimiento tipo 1, verificado, lubricacion de rodamiento y temple de ba... más	120.0000

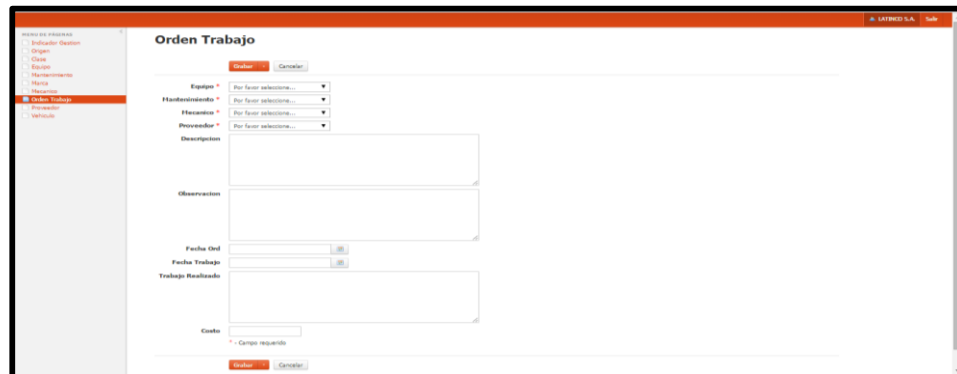
Imprimir: según lo que requiera, genera impresión del contenido en físico teniendo en cuenta que puede imprimir la página actual o todas la páginas si es necesario.

Cod Ord	Equipo	Mantenimiento	Mecanico	Proveedor	Desc Ord	Obs Ord	Fecha Ord	Fecha Trabajo	Trabajo Realizado	Costo
3	EXCAVADORA	PREVENTIVO	NATAN	ALEXANDER NUÑEZ	cambio de aceite	aceite sucio	2016-01-20	2016-01-22	se le cambio el aceite, se engraso, cambio filtros	300.000.0000
1	CARGADOR	PREVENTIVO	NATAN	ELECTRICOS LA 15 BUCARAMANGA	REVISION DE LIBRICANTES	REALIZAR SUS RESPECTIVOS AJUSTES Y DIAGNOSTICOS DE LA MAQUINA	2016-01-18	2016-01-27	CAMBIO DE FILTROS Y ACEITES	25.0000
2	PLANTA DE TRITURACION	PREVENTIVO TIPO 1	BLADNR	ELECTRICOS LA 15 BUCARAMANGA	mantenimiento tipo 1 (diario) tiempo de maximo de mantenimiento 2 horas	utilizar elementos de seguridad, verificar equipo este completamente asepa...	2016-01-19	2016-01-21	mantenimiento tipo 1, verificado, lubricacion de rodamiento y temple de bandas	120.0000

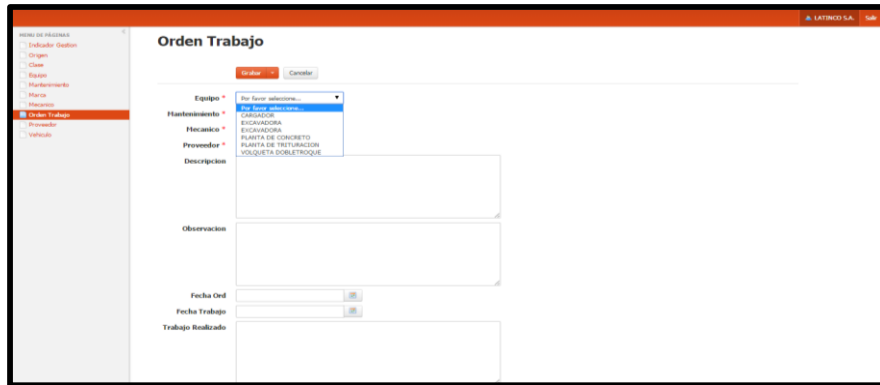
Registro: genera la contabilidad de las páginas, se puede establecer cuantos registros de cada página se desea o número total.



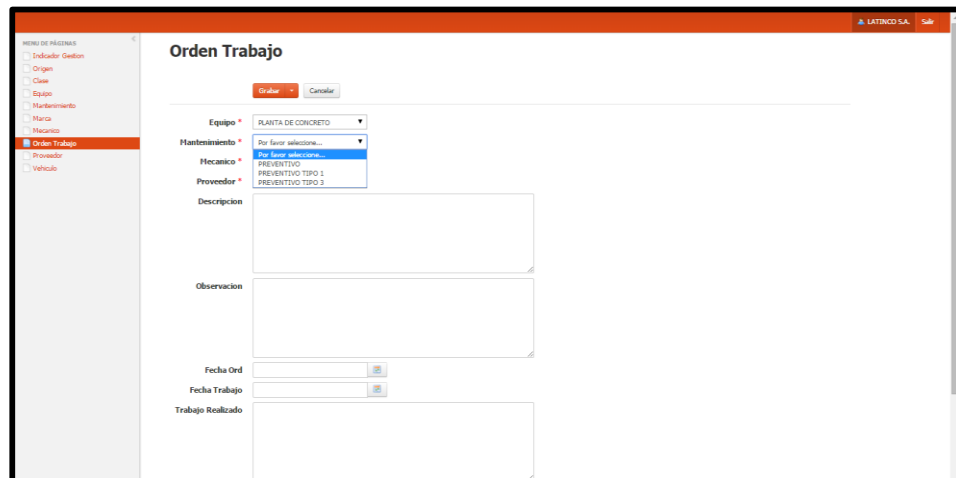
Agregar: se genera una nueva ventana, para su respectivo llenado de información.



Se diligencia el respectivo llenado de información para que genere la orden de trabajo, está basado en los datos de los módulos anteriores y posee la opción de escoger su respectivo registro establecido. Dando clic en cada flechita de sus respectivos ítems (equipo, mantenimiento, mecánico, proveedor) se despliega una ventana la cual se generó del llenado de los demás módulos y nos da la opción de escoger el equipo que necesitamos.



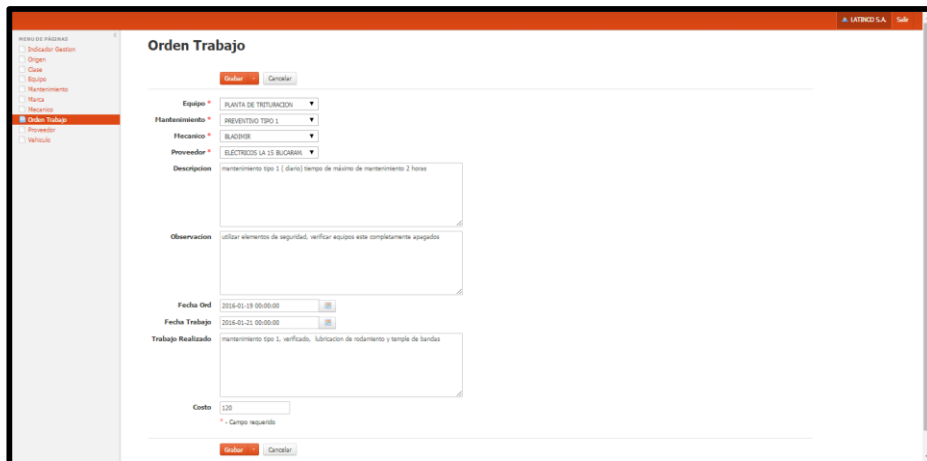
Posteriormente se diligencia la descripción del equipos, de su respectivo mantenimiento y se describe detalladamente lo que se realizó, esto genera el historial respectivo, en este proceso se establece la fecha de la orden y la fecha que se ejecutó los respectivos mantenimientos que se ordenaron, también se diligencia su costo establecido como: mantenimiento, repuestos, mano de obra y todo lo general.



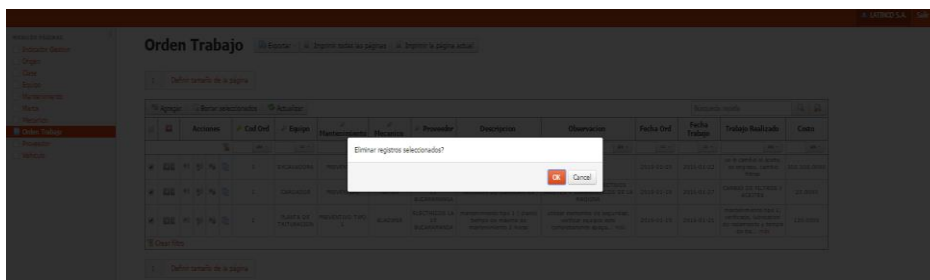
Se escoge su respectivo proveedor

Se llena la descripción del mantenimiento a realizar y sus respectivas observaciones, se escoge la fecha de cada orden.

Llenado el registro de los ítems establecidos por la orden se le da clic en grabar, quedando registrada la orden y volviendo a la página principal.



Borrar: ejecuta la opción de eliminar de cualquier orden seleccionada establecidas en cada módulo.



Barra +: está en la parte inferior de agregar, estos ítems de símbolo (+) despliega una ventana del equipo con el tipo de mantenimiento, marca y clase de vehículo y podemos observar su respectivo historial de la máquina.

