



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**MINIMIZACIÓN DE PAROS NO PROGRAMADOS EN EL DEPARTAMENTO DE
PRODUCCIÓN, OCASIONADOS POR AVERÍAS DE MAQUINARIA, MEDIANTE UN
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA LÍNEA PRODUCTORA DE BLOCK**

Ingrid Elizabeth Muralles Vega

Asesorado por el Ing. José Manuel Prado Abularach

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MINIMIZACIÓN DE PAROS NO PROGRAMADOS EN EL DEPARTAMENTO DE
PRODUCCIÓN, OCASIONADOS POR AVERÍAS DE MAQUINARIA, MEDIANTE UN
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA LÍNEA PRODUCTORA DE BLOCK**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

INGRID ELIZABETH MURALLES VEGA

ASESORADO POR EL ING. JOSÉ MANUEL PRADO ABULARACH

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA MECÁNICA INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

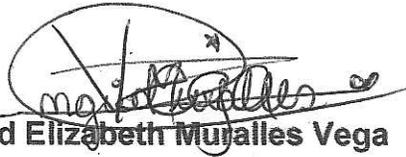
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MINIMIZACIÓN DE PAROS NO PROGRAMADOS EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN, OCASIONADOS POR AVERÍAS DE MAQUINARIA, MEDIANTE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA LÍNEA PRODUCTORA DE BLOCK

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 28 de enero de 2014.


Ingrid Elizabeth Mujalles Vega

Guatemala, Agosto de 2014

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director de Escuela
Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Le deseo éxitos en sus actividades cotidianas.

Por este medio atentamente le informo que como asesor de la estudiante universitaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, **INGRID ELIZABETH MURALLES VEGA**, con carné: 200914955, procedí a revisar el trabajo de graduación titulado **“MINIMIZACIÓN DE PAROS NO PROGRAMADOS EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN, OCASIONADOS POR AVERÍAS DE MAQUINARIA, MEDIANTE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA LÍNEA PRODUCTORA DE BLOCK”**.

Habiéndole dado el respectivo seguimiento y considero que el mismo cumple con sus objetivos, beneficiando a la empresa en donde se llevó a cabo el proyecto. Por lo tanto, lo doy por aprobado. Solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,



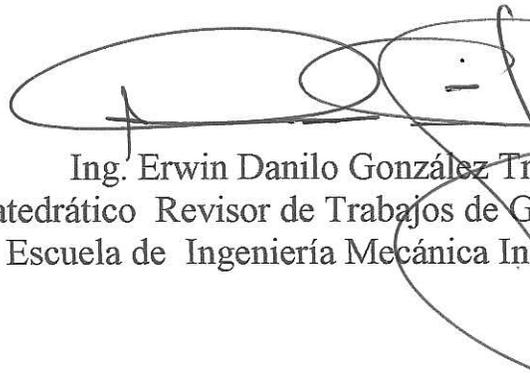
Ing. José Manuel Prado Abularach
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 867





Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MINIMIZACIÓN DE PAROS NO PROGRAMADOS EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN, OCASIONADOS POR AVERÍAS DE MAQUINARIA, MEDIANTE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA LÍNEA PRODUCTORA DE BLOCK**, presentado por la estudiante universitaria **Ingrid Elizabeth Muralles Vega**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Danilo González Trejo
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO ACTIVO 6182

Ing. Erwin Danilo González Trejo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2014.

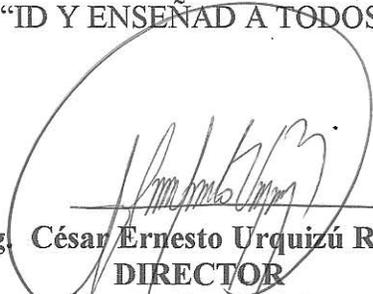
/mgp



REF.DIR.EMI.236.014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **MINIMIZACIÓN DE PAROS NO PROGRAMADOS EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN, OCASIONADOS POR AVERÍAS DE MAQUINARIA, MEDIANTE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA LÍNEA PRODUCTORA DE BLOCK**, presentado por la estudiante universitaria **Ingrid Elizabeth Muralles Vega**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2014.

/mgp



DTG. 677.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **MINIMIZACIÓN DE PAROS NO PROGRAMADOS EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN, OCASIONADOS POR AVERÍAS DE MAQUINARIA, MEDIANTE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA LÍNEA PRODUCTORA DE BLOCK**, presentado por la estudiante universitaria **Ingrid Elizabeth Muralles Vega**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 20 de noviembre de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por regalarme la vida, fuerza y sabiduría para lograr terminar este proyecto.
Mi madre	Por apoyarme siempre en la búsqueda de mis metas, por su paciencia y amor incondicional durante todos estos años.
Mi hermana	Por su ayuda, paciencia, apoyo y su confianza en mí.
Mis tíos	Betty, Rony y Víctor Vega Ruiz, gracias por el apoyo brindado.

AGRADECIMIENTOS A:

**La Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Mi querida alma máter; por abrirme las puertas hacia el aprendizaje y a la vez convertirse en mi segundo hogar.

Facultad de Ingeniería

Por brindarme los conocimientos necesarios para ser una profesional de éxito.

**Mis amigos de la
Facultad**

Mis queridos amigos, gracias a todos por haberme brindado su cariño y apoyo incondicional, haciendo que mi estadía en la Universidad fuera una aventura inolvidable.

**Ing. José Manuel Prado
Abularach**

Por su paciencia y disposición para la elaboración de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Servicios Industriales Misceláneos S. A. (SINDUMSA)	1
1.1.1. Ubicación	1
1.1.2. Historia	2
1.1.3. Misión	3
1.1.4. Visión.....	4
1.1.5. Valores	6
1.1.6. Organización.....	7
1.1.6.1. Organigrama.....	8
1.1.7. Recurso humano	9
1.1.8. Mercado.....	10
1.1.9. Sostenibilidad de la empresa.....	12
1.2. Departamento de mantenimiento	13
1.2.1. Ubicación	14
1.2.2. Organigrama.....	14
1.2.3. Perfil de puestos	15
1.3. Mantenimiento	37
1.3.1. Definición	38
1.3.2. Objetivo	38

1.3.3.	Funciones.....	39
1.3.4.	Tipos	40
1.3.4.1.	Preventivo	40
1.3.4.2.	Correctivo	41
1.3.4.3.	Predictivo	41
1.3.4.4.	Proactivo	42
1.4.	Minimización de paros.....	42
1.4.1.	Minimización.....	43
1.4.2.	Paro programado	43
1.4.3.	Paro no programado	44
1.5.	Averías en el mantenimiento industrial.....	44
1.5.1.	Definición.....	44
1.5.2.	Tipos	44
1.5.2.1.	Parcial	46
1.5.2.2.	Intermitente	46
1.5.2.3.	Total	47
1.6.	Programa de mantenimiento	47
1.6.1.	Documentación técnica de control	51
1.6.2.	Inspecciones y rutinas	52
2.	SITUACIÓN ACTUAL	55
2.1.	Departamento de mantenimiento	55
2.2.	Recurso humano	57
2.3.	Maquinaria y equipo	58
2.3.1.	Máquina semiautomática productora de block	58
2.3.1.1.	Descripción	59
2.3.1.2.	Características técnicas	60
2.3.1.3.	Capacidad de producción.....	61
2.3.2.	Mezcladora Suzuki	61

2.3.3.	Transportador de banda	63
2.4.	Programa de mantenimiento actual.....	64
2.5.	Actividades para mantenimiento.....	66
2.5.1.	Limpieza	67
2.5.2.	Lubricación	68
2.5.3.	Verificación del correcto funcionamiento	70
2.5.4.	Inspección visual	71
2.5.5.	Ajuste de maquinaria	72
3.	PROPUESTA PARA MINIMIZAR LOS PAROS NO PROGRAMADOS .	73
3.1.	Área de equipos	73
3.1.1.	Evaluación del funcionamiento de los equipos	74
3.1.2.	Detección de piezas en mal estado	74
3.1.3.	Reparación o cambio de piezas.....	75
3.1.4.	Detección de piezas faltantes.....	75
3.1.5.	Reposición de piezas faltantes	76
3.1.5.1.	Inventario de repuestos en stock.....	76
3.1.5.2.	Control y planeación de inventarios	76
3.2.	Procedimiento para el mantenimiento	77
3.2.1.	Mantenimiento preventivo.....	83
3.2.1.1.	Preventivo menor (200 horas)	84
3.2.1.2.	Preventivo mayor (800 horas)	85
3.2.2.	Mantenimiento correctivo.....	86
3.3.	Estadísticas e información.....	87
3.3.1.	Reportes de mantenimiento.....	87
3.3.1.1.	Mantenimientos preventivos	88
3.3.1.2.	Mantenimientos correctivos	88
3.4.	Monitoreo y control	91

3.4.1.	Software de mantenimiento MP	91
3.4.1.1.	Registro y control de mantenimiento.....	91
3.4.1.1.1.	Preventivo	92
3.4.1.1.2.	Correctivo.....	92
3.4.2.	Bitácora de fallas.....	92
3.4.3.	Bitácora de reparaciones.....	93
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	95
4.1.	Planeación del mantenimiento preventivo en los equipos.....	95
4.1.1.	Personal encargado del mantenimiento	95
4.1.1.1.	Perfil de puestos.....	96
4.1.2.	Diseño de indicadores	102
4.1.3.	Acciones a tomar.....	109
4.2.	Programa de mantenimiento preventivo.....	110
4.2.1.	Equipos	111
4.2.1.1.	Máquina semiautomática productora de block.....	111
4.2.1.2.	Mezcladora Suzuki	113
4.2.1.3.	Transportador.....	114
4.2.2.	Herramienta.....	115
4.3.	Ejecución de actividades.....	116
4.3.1.	Flujo de operaciones para ejecutar el mantenimiento preventivo	116
4.3.2.	Flujo de operaciones para analizar la información.....	118
4.3.3.	Medición de indicadores.....	119
4.4.	Control del mantenimiento preventivo	120
4.4.1.	Orden de trabajo	121

4.4.2.	Reporte de las intervenciones	121
4.5.	Costos	123
4.5.1.	Costos del mantenimiento	124
4.5.1.1.	Lubricantes	124
4.5.1.2.	Repuestos	125
4.5.1.3.	Insumos	126
4.5.2.	Mano de obra.....	126
4.6.	Salud y seguridad industrial.....	127
4.7.	Capacitación del personal con el nuevo plan de mantenimiento preventivo.....	128
4.7.1.	Pasos para la transmisión de conocimientos.....	128
4.7.2.	Capacitación al personal sobre el nuevo programa de mantenimiento preventivo	129
4.7.3.	Capacitación al personal de mantenimiento en valores y virtudes.....	130
5.	MEJORA CONTINUA Y SEGUIMIENTO	133
5.1.	Resultados.....	133
5.1.1.	Interpretación de resultados	134
5.1.2.	Alcance	135
5.1.3.	Análisis de indicadores	136
5.2.	Beneficio/costo	143
5.2.1.	Antes de implementar el programa de mantenimiento	143
5.2.2.	Después de implementar el programa de mantenimiento	145
5.3.	Auditorías	147
5.3.1.	Internas.....	147
5.4.	Capacitación y seguimiento.....	148

5.4.1.	Programa de capacitación en valores de la empresa	148
5.5.	Ejecución y seguimiento diario	151
5.6.	Inspecciones	152
5.7.	Herramientas de mejora continua	152
5.7.1.	Hojas de chequeo	153
5.7.2.	Diagrama de Pareto	153
5.7.3.	Diagrama causa y efecto	155
5.8.	Responsabilidad social empresarial	155
5.8.1.	Buenas prácticas ambientales.....	156
CONCLUSIONES.....		159
RECOMENDACIONES		161
BIBLIOGRAFÍA.....		163

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama	9
2.	Organigrama del departamento de mantenimiento	15
3.	Máquina semiautomática de block	60
4.	Mezcladora Suzuki	62
5.	Transportador de banda	63
6.	Sistema de inventario SAP	77
7.	Guía rápida de referencia	79
8.	Diagrama de procedimiento del mantenimiento preventivo	81
9.	<i>Check list</i> para reporte de mantenimiento preventivo	89
10.	Orden de mantenimiento correctivo	90
11.	Interpretación gráfica de los índices TPPR y TPEF	107
12.	Flujo de operaciones para ejecutar el mantenimiento preventivo	117
13.	Flujo de operaciones para analizar la información	119
14.	Orden de trabajo	122
15.	Reporte de intervenciones	123
16.	Disponibilidad de la máquina semiautomática productora de block ...	137
17.	Disponibilidad de la máquina mezcladora	138
18.	Disponibilidad del transportador	138
19.	Horas paro de la máquina semiautomática productora de block	139
20.	Horas paro de la máquina mezcladora	140
21.	Horas paro del transportador	140
22.	Tasa de realización de la máquina semiautomática productora de block	141

23.	Tasa de realización de la máquina mezcladora	142
24.	Tasa de realización del transportador	142
25.	Hoja de chequeo	154

TABLAS

I.	Perfil gerente de asistencia y planificación	18
II.	Perfil jefe del Departamento de Compras	22
III.	Perfil gerente de operaciones	24
IV.	Perfil jefe del área de bodega	27
V.	Perfil jefe de producción	30
VI.	Perfil asistente de soldadura.....	32
VII.	Perfil asistente de albañilería	34
VIII.	Perfil técnico en mecánica	36
IX.	Diferencias entre los tipos de averías	45
X.	Características de los lubricantes	69
XI.	Verificación del procedimiento	78
XII.	Validación del procedimiento	78
XIII.	Registro de versiones	79
XIV.	Lista de involucrados	80
XV.	Programa de mantenimiento preventivo de la máquina semiautomática productora de block	112
XVI.	Programa de mantenimiento preventivo para la mezcladora	114
XVII.	Programa de mantenimiento preventivo para el transportador	115
XVIII.	Programa de mantenimiento preventivo de la herramienta	116
XIX.	Costo mensual de lubricantes.....	124
XX.	Costo de repuestos.....	125
XXI.	Costo mensual de insumos.....	126
XXII.	Costo mensual de mano de obra.....	126

XXIII.	Datos recolectados de diciembre de 2013 a junio de 2014 de la máquina semiautomática	133
XXIV.	Datos recolectados de diciembre de 2013 a junio de 2014 de la mezcladora Suzuki.....	133
XXV.	Datos recolectados de diciembre de 2013 a junio de 2014 del transportador.....	134
XXVI.	Costos y beneficios mensuales de producción de block y mantenimiento antes del programa.....	144
XXVII.	Costos y beneficios mensuales de producción de block y mantenimiento después del programa	146

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Hp	Caballo de potencia
cm	Centímetro
USD	Dólar estadounidense
°	Grados
kg	Kilogramo
lb	Libra
l	Litro
m	Metro
%	Porcentaje
Q	Quetzales
u	Unidades

RESUMEN

El mantenimiento es la serie de trabajos que se ejecutan en algún equipo o planta para conservarlo y d  el servicio para lo que fue diseñado. Sus objetivos son minimizar el tiempo que la maquinaria o equipo no est  disponible para la producción, prolongar su vida útil y reducir los paros por fallas mecánicas durante la producción.

El presente trabajo de graduación presenta las actividades que permiten el monitoreo y control de los equipos, así como la recolección y análisis de la información que ayude a aumentar la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria y al mismo tiempo disminuir los paros ocasionados por averías en la maquinaria.

El programa de mantenimiento preventivo est  basado en desarrollar rutinas e inspecciones de mantenimiento, haciendo uso de órdenes y reportes de trabajo para crear un historial de fallas e intervenciones por cada máquina de la línea de producción, esto con la finalidad de proporcionar información importante para su análisis y solución a problemas de paros de maquinaria.

Adicional a ello, se crea un conjunto de indicadores que permiten medir las condiciones en las que opera la maquinaria y luego de realizar su respectivo análisis, se pueden encontrar la o las causas que originan las averías en la maquinaria.

El programa también contempla dar capacitaciones al personal, orientadas al ámbito personal, moral y laboral.

OBJETIVOS

General

Minimizar paros no programados en el Departamento de Producción, ocasionados por averías de maquinaria, mediante un programa de mantenimiento preventivo en la línea productora de block.

Específicos

1. Reducir las paradas no programadas, tiempos de reparación de maquinaria y costos por mantenimientos correctivos.
2. Mejorar el programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria de la empresa.
3. Evaluar la maquinaria y con ello determinar las condiciones operacionales de la misma.
4. Disminuir los daños ocasionados a la maquinaria, por la falta de mantenimiento.
5. Reducir averías de la maquinaria para incrementar la disponibilidad y fiabilidad de la misma.
6. Optimizar las horas de vida útil de la maquinaria.

7. Mejorar rutinas y actividades de mantenimiento preventivo para la maquinaria de la empresa.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la empresa Servicios Industriales Misceláneos S. A. se dedica a la construcción de naves industriales y a la fabricación de blocks de concreto para construcciones diversas, dándolos en el mercado a un bajo costo. Muchas veces los blocks son utilizados en las construcciones que realiza la empresa, en un caso el cliente así lo desee y contrate el servicio de levantamiento de naves industriales.

Cabe destacar que durante la producción se necesita disminuir el error humano, de maquinaria y de los equipos utilizados para la fabricación de blocks de concreto, optimizando los recursos disponibles para mejorar la eficiencia y productividad de la empresa.

Muchas veces no se toman en cuenta algunos factores que podrían afectar la producción, tales como: aspecto humano, recursos naturales, la tecnología, la economía actual, el manejo de materiales e inventario, entre otros.

Uno de los factores que comúnmente suele presentarse en las líneas de producción son los paros no programados ocasionados por averías de maquinaria, a los cuales se enfrenta el departamento de producción, conllevando con ello a que se produzcan pérdidas de producción e incurriendo en gastos innecesarios para la empresa.

Un estricto programa de mantenimiento preventivo pretende conservar la maquinaria bajo control y en óptimas condiciones de funcionamiento, para

poder así garantizar una mejor productividad en el Departamento de Producción.

Los departamentos de mantenimiento y producción, deben trabajar conjuntamente para planificar de forma correcta cada mantenimiento preventivo, sin que este interrumpa el volumen de producción y sin que pase mucho tiempo entre los mantenimientos preventivos planificados, para evitar con ello que la máquina presente alguna avería.

El presente trabajo de graduación contiene un programa de mantenimiento preventivo, el cual se basa en prevenir antes que en corregir cualquier problema que pudiera presentarse debido a: desgaste de maquinaria ocasionado por falta de lubricación, rotura de fajas, rotura de piezas en movimiento o inmóviles, entre otros, que conlleven al paro inesperado de la máquina y por ende al paro de la producción de block, traducándose a fin de cuentas en gastos y tiempo perdido de producción.

1. ANTECEDENTES

1.1. Servicios Industriales Misceláneos S. A. (SINDUMSA)

SINDUMSA es una empresa que se dedica a la asesoría industrial, realización de piezas para maquinaria, estructuras metálicas y fabricación de block liviano.

Se asegura de ofrecer una excelente calidad en los bienes y servicios que presta, mediante estándares establecidos a nivel organizacional, teniendo cuidado de que estos se cumplan y se mantengan en mejora continua, haciendo que el resultado del trabajo realizado sea satisfactorio para los clientes.

Cuenta con una amplia gama de productos que pueden ofrecer tales como: transportadores, puertas, balcones, polipastos, caminamientos, entre otros, siendo especialistas en naves industriales y estructuras metálicas.

1.1.1. Ubicación

En Guatemala existen muchas empresas productoras de blocks ubicadas en varios puntos de la ciudad capital y sus alrededores. Geográficamente la empresa Servicios Industriales Misceláneos S. A. (SINDUMSA) se encuentra ubicada en la 23 Avenida "A" 42 – 05 Zona 12, Plaza Comercial Tzul, local 2E Guatemala, Centro América. Colinda al norte con la ciudad de Guatemala, al sur con el municipio de San Miguel Petapa, al este y oeste se encuentra entre la Calle Real Petapa y la Calzada Atanasio Tzul.

1.1.2. Historia

La empresa SINDUMSA inició sus operaciones en Guatemala en el 2010; se dedica al diseño, manufactura y montaje de estructuras metálicas, transportadores de banda, trabajos de herrería industrial, cálculo y diseño de puentes grúa y montaje de maquinaria industrial.

En el 2011 empezaron con el proyecto de fabricar blocks en dimensiones de 20 X 20 X 40 cm y 15 X 20 X 40 cm, expandiendo con ello su entrada al mercado de la construcción y fabricación de naves industriales, debido a que bajan sus costos de fabricación al momento de emplear sus propios blocks fabricados en las instalaciones de la blockera a cargo del área de proyectos.

Todos los trabajos son elaborados bajo los más altos estándares de calidad y seguridad industrial, brindando a los clientes la asesoría y compromiso de un trabajo excelente.

Productos que fabrican:

- Transportadores
- Reductores
- Acoples
- Estructuras metálicas
- Rodillos
- Parrillas para pisos
- Plantas trituradoras
- Rótulos publicitarios
- Puertas y balcones
- Niplería

- Estanterías
- Sujeción de tubería

Además cuentan con fabricación y asesoría de:

- Torres para subestación
- Paneles eléctricos
- Cilindros neumáticos
- Cilindros hidráulicos
- Naves
- Grúas
- Polipastos
- Maquinados de aceros especiales

1.1.3. Misión

La misión de una empresa es su propósito general, define su razón de ser, condiciona sus actividades presentes y futuras, proporciona unidad, sentido de dirección, además sirve de guía o marco de referencia para la toma de decisiones enlazando lo deseado con lo posible.

Se pueden identificar dos tipos de misión:

- Misiones muy amplias: permiten dejar unos márgenes de actuación muy flexibles a la empresa, lo que puede ocasionar confusión, porque los miembros de la empresa no tienen muy claro la visión de la organización.

- Misiones muy estrechas: restringen considerablemente el ámbito de desarrollo futuro de la organización. Tienen como ventaja de que no fomentan distracción alguna respecto del estado al que se quiere llegar.

La misión debe de reunir ciertas características para que pueda justificar la existencia de la empresa. Dentro de estas se tiene:

- Describir el trabajo de la organización de forma clara, concisa y concreta
- Es relevante y de fácil entendimiento para toda la empresa
- Debe de enfocarse en los bienes y servicios
- Suministra la dirección y el propósito de la organización
- Remarca lo que ya se ha realizado y plantea hacia dónde va la empresa
- Debe de actualizarse periódicamente. Cuando menos, una vez al año
- Debe comunicar la ética y los valores de la empresa a los cuales los colaboradores deben adherirse y practicar

La misión debe de ir de la mano con la visión y los valores de la organización, para que el trabajo sea bajo principios y reglas que regulen la gestión de la misma. Por lo que, la misión de SINDUMSA es:

“Ser reconocidos por fabricar productos de la más alta calidad y brindarles asesoría a nuestros clientes solventando sus necesidades”. (SINDUMSA, 2010)

1.1.4. Visión

Es una imagen ideal de la empresa, poniéndola por escrito, con el fin de crear un sueño de lo que debe ser en el futuro la empresa.

Su importancia radica en que es la fuente de inspiración de la empresa, representa la esencia que guía la iniciativa, ayudando al personal a trabajar por un motivo y en la misma dirección. Las ventajas de establecer una visión son:

- Fomentar el entusiasmo y el compromiso de todas las partes que integran la organización.
- Incentiva a todo el personal de la empresa a que realicen acciones conforme a lo que indica la visión.
- Plantea metas ambiciosas que llevarán a la empresa al éxito total.

Características de la visión:

- Concreta
- Motivadora
- Posible
- Debe de ser limitada en el tiempo
- Implica un desafío
- Motivadora
- Debe mostrar el resultado final
- Es de gran beneficio para todos

SINDUMSA posee la siguiente visión:

“En el 2015 nos vemos desarrollando productos acordes a las necesidades del mercado, convirtiéndonos en una importante opción para los clientes por la calidad, velocidad de respuesta y precios competitivos.” (SINDUMSA, 2010).

1.1.5. Valores

Los valores son principios que ayudan a orientar la vida del ser humano y su comportamiento. Son creencias fundamentales que ayudan a preferir, apreciar y a elegir entre lo bueno y lo malo, motivando y definiendo así las decisiones de las personas.

En una organización, los valores se convierten en el marco del comportamiento que deben tener sus integrantes; además los valores dependen de la naturaleza de la organización, del propósito por el cual fue creada y de su proyección hacia el futuro.

Por lo tanto, SINDUMSA cuenta con los siguientes valores que se viven día a día en la organización:

- “Nos comportamos con integridad
- Asumimos la obligación de responder por lo que hacemos o dejamos de hacer
- Evitamos los prejuicios
- No dejamos pasar las oportunidades de mejora
- No insultamos ni maltratamos
- El éxito de la organización lo construimos juntos
- El mejor resultado es el producto de trabajar en equipo
- Somos condescendientes
- Los retos nos inspiran
- Nos expresamos con libertad
- Ofrecemos lo que podemos cumplir
- Nos esmeramos en lograr nuestras metas
- Actuamos con exactitud y puntualidad

- Respetamos la verdad
- La responsabilidad es un compromiso esencial
- Creemos en la veracidad como base para poder construir confianza
- Tratamos a los demás con franqueza
- Respetamos a nuestros grupos de interés
- Damos a cada quien lo que merece, siendo prudentes al hacerlo
- Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar
- Fomentamos el compañerismo”. (SINDUMSA, 2010).

1.1.6. Organización

La organización de SINDUMSA es en su mayoría de tipo vertical, cuenta con la ayuda de 61 colaboradores empleados en 6 diferentes departamentos, los cuales se detallan a continuación:

- Departamento de Compras: se encarga de obtener los insumos y recursos materiales necesarios para la realización de bienes y servicios.
- Departamento de Ventas: se encarga de definir estrategias, funciones y objetivos para la fuerza de ventas, creando planes de ventas e implantándolos en el departamento, tiene la responsabilidad de seleccionar las personas que forman parte del equipo, además de controlar y adoptar medidas necesarias para la consecución de los objetivos, tanto del departamento como de la organización.
- Departamento de Recursos Humanos: este departamento, además de administrar el recurso humano de toda la organización, tiene a su cargo el área de mensajería, la cual coordina las funciones que esta área debe llevar a cabo.

- Supervisión de proyectos: este departamento tiene a su cargo el recurso humano técnico necesario para realizar las actividades y completar los proyectos con éxito. SINDUMSA cuenta con:
 - 2 encargados de bodega
 - 2 encargados de torno
 - 20 encargados de soldadura
 - 3 maestros de obra
 - 3 técnicos en mecánica
 - 12 operarios ayudantes
 - 13 asistentes de albañilería

- Departamento de logística: se encarga de la distribución de los bienes de la empresa hacia los clientes, de los planes de compras y suministro de materiales para la producción.

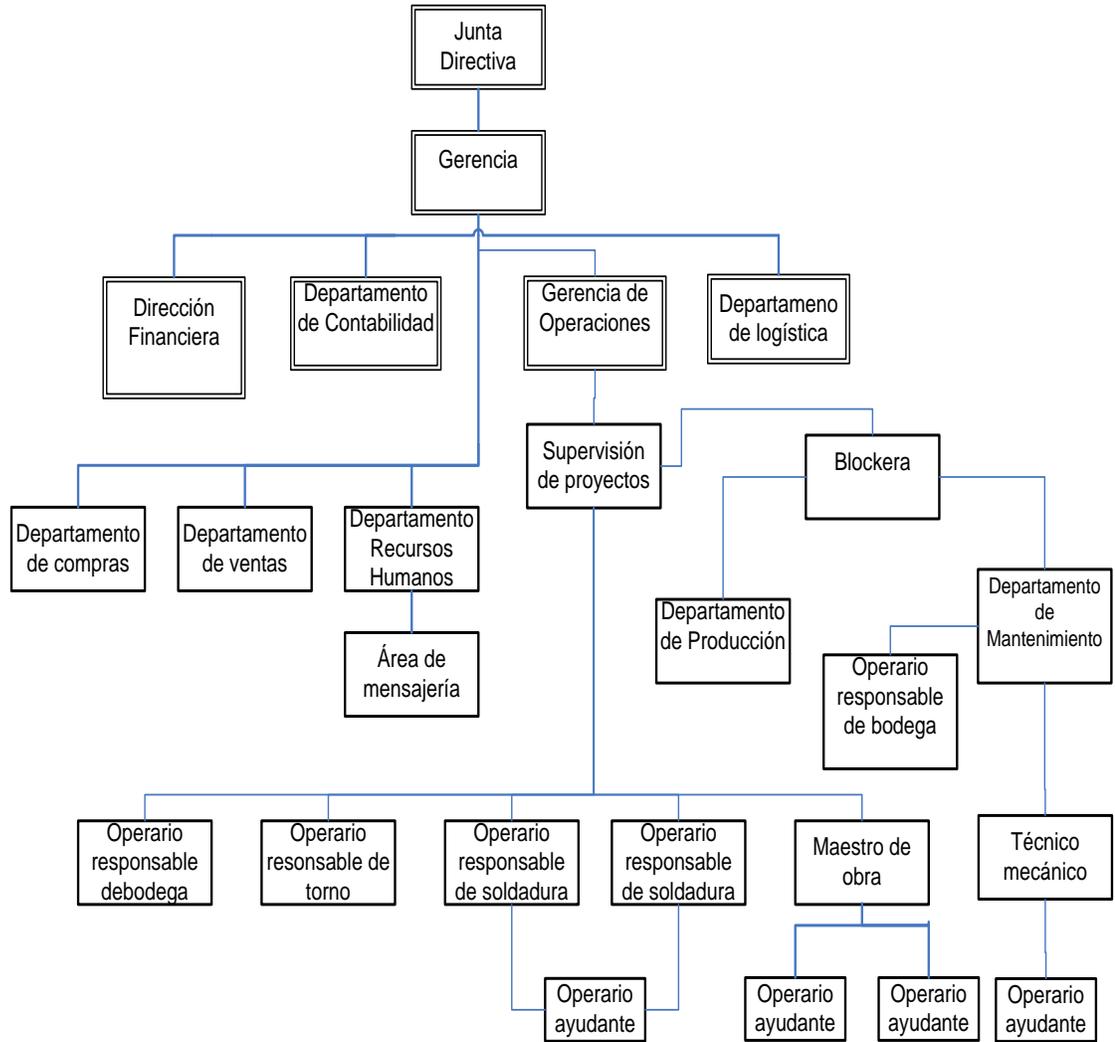
- Departamento de contabilidad: se encarga del área financiera de la empresa, del pago de los impuestos, la preparación de planillas y pago de prestaciones a los trabajadores.

1.1.6.1. Organigrama

El organigrama de la organización presenta una estructura tanto vertical como horizontal.

Presenta unidades ramificadas de arriba abajo a partir del titular y de izquierda a derecha cuando el titular está en la misma línea jerárquica, desagregando así los diferentes niveles jerárquicos en forma escalonada y en columnas.

Figura 1. Organigrama



Fuente: SINDUMSA.

1.1.7. Recurso humano

Es el personal administrativo y técnico de la organización para el control y la ejecución de las actividades necesarias.

Todo el personal de la organización está bajo el control del Departamento de Recursos Humanos, que es el que se encarga de realizar el procedimiento de reclutamiento, selección y contratación del personal; así como de analizar los puestos y realizar los perfiles de cada uno de ellos para poder contratar al personal idóneo.

Además de ello se encarga del pago de planillas, de crear una cultura organizacional basada en valores que estén alineados con el objetivo de la organización, capacitar al personal, desarrollar las habilidades de los empleados, diagnosticar y mejorar problemas de comportamiento, brindar asesoría y evitar la alta rotación de personal.

1.1.8. Mercado

El mercado está formado por todos los consumidores o compradores actuales y potenciales de un determinado producto, donde todos sus integrantes reúnen tres características: deseo, renta y posibilidad de acceder a los productos.

Por ello, el mercado se encuentra estrechamente relacionado con la gestión profesional del *marketing* a través de las siguientes etapas:

- Conocimiento: investigar y analizar un mercado supone considerar los diferentes nichos y segmentos de mercado que, una vez agrupados, forman el mercado global; un conocimiento profundo de ellos contribuirá a que se tenga éxito.
- Elección de las estrategias: una vez segmentado el mercado, se deben poner en marcha las diferentes estrategias posibles, de cara a alcanzar

los objetivos marcados, adecuándolos a la demanda y mantenerlos en una posición estratégica. Para ello se debe desarrollar una política de *marketing* acorde a las posibilidades y objetivos.

- Implementación: para alcanzar los objetivos que se han marcado se debe pasar a la acción; para ello se utilizan las diferentes variables o herramientas de *marketing*. En este punto se tiene que considerar la existencia en el mercado de una serie de variables incontrolables (competencia, *management*, cultura, leyes, entorno, entre otras) y otras controlables (canales elegidos, vendedores, promoción, precios, marca, entre otras) que pueden desvirtuar los resultados.
- Control: al encontrarse en un mercado muy dinámico, cualquier cambio que se produzca en una o varias variables puede modificarlo, por lo que el responsable del *marketing* deberá permanecer atento y efectuar los ajustes necesarios para alcanzar los objetivos planeados.

Ante la globalización, la actividad de las compañías se ve afectada, presentando cambios tanto en el entorno y los clientes y como afirma Jack Welch (2013) en su obra: El ejecutivo del siglo XXI: “Si el índice de cambio dentro de la empresa es menor que el índice de cambio de su entorno, su final es próximo”.

En SINDUMSA, el mercado está segmentado de la siguiente manera: tiene como mercado meta, empresas grandes (entre las que se pueden mencionar: Aceros Suarez S. A., Cementos Progreso, Apoyo Industrial, CORPACAM, Industrial La Popular, Ingenio Chumbagua, entre otras) que requieren de fabricación de naves industriales, naves de trefilación y de

almacenamiento, transportadores y puentes grúa, que son los productos en los cuales son especialistas.

Además de ello, se tiene un nicho de mercado que son los compradores de block por menudeo o mayoreo, los cuales muchas veces forman parte del mercado meta, debido a que los blocks son utilizados en las mismas construcciones de naves industriales.

1.1.9. Sostenibilidad de la empresa

Una empresa sostenible es aquella que crea valor económico, medioambiental y social a corto y largo plazo, contribuyendo al aumento del bienestar y al progreso de las generaciones presentes y futuras, en su entorno general.

Para poder alcanzar la sostenibilidad sin perder la competitividad en los nuevos escenarios globales, las empresas deben aplicar las siguientes 7 reglas:

- Planificar en función de lo inesperado: la flexibilidad en las cadenas de valor, las plataformas tecnológicas y las políticas laborales son los nuevos factores de eficacia.
- Encontrar el verdadero sur: no subestimar la importancia de las economías emergentes. Hay regiones donde el desarrollo se propaga hoy a un ritmo vertiginoso.
- No esperar que “los grandes” tomen la iniciativa: en la actualidad hasta los más poderosos están expuestos a escándalos o crisis. Lo decisivo es la capacidad de crear valor sostenible.

- Contribuir a fortalecer el sistema inmunológico de la tierra: aportar inteligencia y creatividad a la búsqueda de soluciones para las crisis ambientales y sociales.
- Pensar en términos de oportunidades e innovación: cambiar el enfoque de las cuestiones ambientales y sociales: no considerarlas riesgos sino grandes oportunidades para los negocios de la empresa.
- Superarse día a día: la magnitud de los desafíos es muy grande y exige un cambio radical de actitud. Los líderes deben salir en busca de nuevos aliados, modelos y soluciones que permitan hacer crecer el mercado de la empresa.
- Hacer política: es necesario involucrarse y tomar posición en los conflictos funcionales, los cuales, si se manejan bien, pueden contribuir con el funcionamiento y desarrollo de la organización.

La sostenibilidad se identifica como una fuente de reducción de costes y aumento de ingresos. Además, muchas compañías consideran la sostenibilidad como un factor clave para fomentar el crecimiento en nuevos mercados, con la vista puesta en la recuperación económica.

1.2. Departamento de mantenimiento

Es el encargado de realizar todas aquellas actividades curativas, preventivas y correctivas sobre los equipos y/o maquinaria, para que se asegure el máximo servicio de los mismos, evitando paros imprevistos que disminuyan la capacidad productiva de la empresa.

Los objetivos principales del departamento de mantenimiento son:

- Mantener en operación continua, confiable y segura la totalidad de equipos de los que dispone la empresa para el suministro de productos y servicios.
- Velar por la adecuada conservación de maquinaria, instalaciones y equipos para obtener de ellos los máximos beneficios.

1.2.1. Ubicación

El departamento de mantenimiento de la empresa SINDUMSA se encuentra en la 0 avenida 6 – 32, colonia Los Álamos, San Miguel Petapa, municipio ubicado al sur de la ciudad capital.

1.2.2. Organigrama

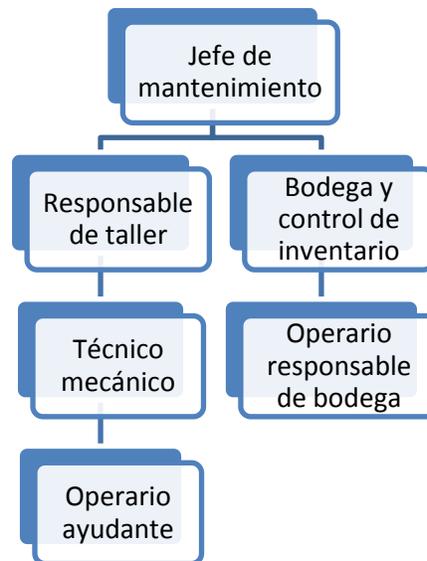
El organigrama del departamento de mantenimiento tiene una estructura vertical, presentando unidades ramificadas de arriba hacia abajo a partir del titular, desagregando así los diferentes niveles jerárquicos en forma de columnas.

Como se puede observar en la figura 2, el Departamento de Mantenimiento está compuesto por:

- Jefe de mantenimiento
- Responsable de taller
- Técnicos en mecánica
- Técnicos electromecánicos

- Operarios ayudantes

Figura 2. **Organigrama del departamento de mantenimiento**



Fuente: archivos de SINDUMSA.

1.2.3. Perfil de puestos

- Área administrativa
 - Gerente de asistencia y planificación: se encarga de la planificación y asistencia de toda la gestión de operaciones de la empresa.
 - Título del cargo: Asistencia y planificación
 - Ubicación: Oficinas, taller y obras
 - Cargo al que reporta: Gerencia general

- Funciones o atribuciones:
 - ✓ Clasificación de los reportes de trabajo
 - ✓ Generación de código para cada proyecto
 - ✓ Cuantificación y cotización de proyectos
 - ✓ Emitir la orden de facturación a la entrega de cada proyecto o los cobros proporcionales según avance
 - ✓ Validación y cuadro de horas en planillas
 - ✓ Supervisión de trabajos, apoyo a gerencia de operaciones
 - ✓ Solicitar la compra de materiales para los proyectos
 - ✓ Seguimiento en la ejecución del proyecto
 - ✓ Elaboración de documentación administrativa
 - ✓ Diseño e implementación de controles
 - ✓ Atención a clientes
 - ✓ Implementación de mejoras a nivel general
 - ✓ Apoyo en la gestión de traslados de estructuras
 - ✓ Gestión de transporte de colaboradores
 - ✓ Apoyo en gestiones de consumo de combustibles
 - ✓ Llevar el cárdex de los vehículos
 - ✓ Análisis primario de las compras solicitadas por cada encargado de obra
 - ✓ Análisis en el avance de los proyectos
 - ✓ Solicitar la emisión de notas de crédito
 - ✓ Controles de gastos relacionados a los proyectos

- Responsabilidades:
 - ✓ Seguimiento a las cotizaciones enviadas.

- ✓ Retroalimentar a los encargados de cada proyecto el avance de los mismos.
- ✓ Velar por el cumplimiento de las normas de seguridad establecidas, sobre el uso de equipo de protección personal.
- ✓ Clasificación de los reportes por proyecto y asignación de los pagos a destajo.
- ✓ Supervisión directa en obras para la ejecución de las tareas.
- ✓ Emitir un código para cada proyecto y comunicarlo a las personas involucradas.
- ✓ Velar porque se cumplan los procedimientos establecidos.
- ✓ Emitir informes de avance de proyectos y enviarlos a las personas implicadas.
- ✓ Elaboración de cotizaciones, convirtiendo a formato PDF y enviarlo al cliente.
- ✓ Previsión y solicitud de compra anticipada de materia prima.
- ✓ Apoyar las ventas, mediante visitas a contactos.

- ✓ Avisar directamente al encargado de facturación cuando un proyecto ya se ha terminado, para el trámite correspondiente.
- ✓ Trato directamente con proveedores, en el caso de que se requiera información técnica y específica de los productos.
- ✓ Manejo del listado de precios de producto estándar (transportadores).
- ✓ Visitar las obras, como parte del seguimiento.
- ✓ Manejar archivo de fotografías sobre el avance de cada proyecto.
- ✓ Elaborar presentaciones cuando sean requeridas.
- ✓ Dotar al personal del equipo de protección de seguridad según el deterioro y con base en el control de los mismos.

Tabla I. **Perfil del gerente de asistencia y planificación**

Escolaridad	Educación de nivel superior, Ingeniería Industrial o Ingeniería mecánica industrial.
Experiencia	Mayor de 1 año en gestión administrativa

Continuación de la tabla I.

Conocimientos	Manejo de paquetes computarizados (Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point, Visio, Project).
Edad	De 22 a 40 años
Sexo	Femenino
Estado civil	Indiferente
Habilidades	Establecer buenas relaciones interpersonales, buena expresión de forma verbal y escrita, trabajo en equipo, cordialidad y eficiencia.
Conocimiento en	Soldadura, maquinas herramientas, construcción, interpretación de planos.
Destrezas	Iniciativa, capacidad intelectual, liderazgo.
Actitudes y valores	Puntualidad, honestidad, objetividad, disponibilidad y confiabilidad.
Competencias laborales	Calidad en el servicio, realizar las compras de forma rápida y eficiente.

Fuente: archivos de SINDUMSA.

- Jefe del Departamento de Compras: se encarga de coordinar la compra de materia prima y adquisición de servicios necesarios para las operaciones.
 - Título del cargo: Encargado de compras
 - Ubicación: Oficinas
 - Cargo al que reporta: Gerencia general

- Funciones o atribuciones:
 - ✓ Cotización de materiales
 - ✓ Manejo de reporte sobre cuentas por pagar
 - ✓ Liquidación de documentos de caja chica
 - ✓ Elaboración de reportes contables
 - ✓ Compra de materia prima
 - ✓ Compras administrativas
 - ✓ Emisión de contraseñas de pago
 - ✓ Control y consumo de caja chica
 - ✓ Trámites de créditos con proveedores
 - ✓ Elaborar órdenes de compra en el sistema
 - ✓ Elaboración de envíos materiales
 - ✓ Coordinación en la distribución de las compras solicitadas
 - ✓ Recepción y verificación de materia prima
 - ✓ Elaboración de los reportes que le sean solicitados (combustibles, transportes)

- Responsabilidades
 - ✓ Efectuar las compras basándose en el mejor precio y buena calidad.
 - ✓ Pre cotizar los materiales para la cuantificación de las cotizaciones.
 - ✓ Emitir contraseña de pago cuando los proveedores presentan factura.

- ✓ Manejo de *bouchers* firmados sobre todos los pagos emitidos.
- ✓ Asegurarse de que los materiales sean entregados a la persona que solicita.
- ✓ Brindar el adecuado seguimiento a la compra de los materiales.
- ✓ Solicitar la emisión de cheques para ejecutar las compras.
- ✓ Solicitar la emisión de cheques para pago a proveedores.
- ✓ Cada factura o documento contable debe ir firmado, indicando para qué proyecto se utilizó.
- ✓ Efectuar informes contables (caja chica y cuentas por pagar), con las especificaciones requeridas en un archivo de Excel.
- ✓ Archivar según correlativo solicitudes de compra.
- ✓ Archivar según correlativo copia orden de compra y solicitudes.
- ✓ Archivo de contraseñas según correlativo.

- ✓ Reporte de vales de combustible.
- ✓ Reporte de consumo de energía eléctrica.

Tabla II. **Perfil del jefe del Departamento de Compras**

Escolaridad	Educación a nivel medio
Experiencia	Mayor de 1 año en gestión de compras.
Conocimientos	Manejo de paquetes computarizados (Microsoft Word, Microsoft Excel).
Edad	De 18 a 40 años
Sexo	Femenino
Estado civil	Indiferente
Habilidades	Establecer buenas relaciones interpersonales, actitud de servicio, buena expresión de forma verbal y escrita, trabajo en equipo, cordialidad y eficiencia.
Destrezas	Iniciativa, capacidad intelectual.
Actitudes y valores	Puntualidad, honestidad, objetividad, disponibilidad y confiabilidad.
Competencias laborales	Calidad en el servicio, realizar las compras de forma rápida y eficiente.

Fuente: archivos de SINDUMSA.

- Gerente de operaciones: se encarga de velar por la ejecución de los proyectos, según las especificaciones técnicas.

- Título del cargo: Gerente de operaciones
- Ubicación: Oficinas y obras
- Cargo al que reporta: Junta directiva

- Funciones o atribuciones:
 - ✓ Dar las instrucciones técnicas para la ejecución de las actividades
 - ✓ Analizar y avalar las precotizaciones
 - ✓ Supervisión directa de los proyectos
 - ✓ Abastecimiento de materiales
 - ✓ Girar instrucciones para solicitud de compras
 - ✓ Apoyo en ciertas compras
 - ✓ Validar junto con asistencia/planificación las horas planeadas en cada proyecto

- Responsabilidades:
 - ✓ Supervisar constantemente la ejecución y avance de los proyectos.
 - ✓ Apoyo al departamento de ventas en caso de aspectos técnicos.
 - ✓ Velar siempre por que el personal utilice su adecuado equipo de protección.
 - ✓ Participar activamente en la toma de decisiones en cuanto a la ejecución de los proyectos.

- ✓ Luego de revisar y validar las precotizaciones, debe enviarlas vía correo electrónico para su respectiva aprobación.
- ✓ Contratación de personal.
- ✓ Velar porque los trabajos se realicen en el tiempo estipulado y bajos los estrictos estándares de calidad.
- ✓ Evaluar que los recursos materiales se usen correctamente.
- ✓ Emitir sanciones al personal por faltas a las normas establecidas.

Tabla III. **Perfil del gerente de operaciones**

Escolaridad	Educación de nivel medio o superior
Experiencia	Mayor de 5 años en procesos de producción.
Conocimientos	Manejo de paquetes computarizados (Microsoft Word, Microsoft Excel).
Edad	Mayor de 28 años
Sexo	Masculino
Estado civil	Indiferente
Habilidades	Establecer buenas relaciones interpersonales, actitud de servicio, buena expresión de forma verbal y escrita, trabajo en equipo, don de mando, cordialidad y eficiencia.

Continuación de la tabla III.

Conocimiento en	Soldadura, manejo de personal, máquinas herramientas, construcción, interpretación de planos, uso de grúas, trabajos en alturas.
Destrezas	Iniciativa, liderazgo y dinámico.
Actitudes y valores	Puntualidad, honestidad, objetividad, disponibilidad y confiabilidad.
Competencias laborales	Calidad en el servicio, atender las solicitudes de los clientes de forma rápida y eficiente.

Fuente: archivos de SINDUMSA.

- Jefe del área de bodega: se encarga de realizar los ingresos y egresos para materiales e insumos. Así como llevar los controles necesarios para el manejo completo de la bodega.
 - Título del cargo: Jefe de bodega
 - Ubicación: Taller u obra
 - Cargo al que reporta: Encargado de producción, Logística y Contabilidad.
 - Funciones o atribuciones:
 - ✓ Entrega de equipos y herramientas a los colaboradores.
 - ✓ Limpieza y orden de la bodega.
 - ✓ Manejo y liquidación de caja chica.

- ✓ Velar por los niveles de inventario de materia prima seleccionada.
- ✓ Realizar solicitudes de materiales vía correo electrónico al departamento de compras, que le sean requeridos por el encargado del proyecto.
- ✓ Elaborar reportes contables.
- ✓ Redacción de correos y reportes administrativos que le sean requeridos los encargados del proyecto.
- ✓ Reporte del consumo de *ticket* de transporte.
- ✓ Control en el marcaje de tarjetas (comparación contra reportes de trabajo).
- ✓ Ingresos y egresos de materia prima.
- ✓ Recepción de materia prima contra orden de compra.
- ✓ Cambio del equipo de protección personal a cada trabajador.
- Responsabilidades:
 - ✓ Es responsable con carácter constante de los materiales, equipos y herramientas dentro de la bodega.

- ✓ Debe mantener un adecuado comportamiento, evitando juegos o imprudencias que puedan ocasionar un accidente.
- ✓ Avisar al jefe del proyecto cuando note algún desperfecto en el funcionamiento de los equipos.
- ✓ El cambio de implementos de seguridad (guantes, mascarillas, tapones de oídos, lentes, entre otros) debe exigirse al colaborador que solicita su cambio, presentar el implemento desgastado. Es decir se cambia el nuevo por el desgastado.

Tabla IV. **Perfil del jefe del área de bodega**

Escolaridad	Nivel medio, Bachillerato en computación o contabilidad.
Experiencia	Mínimo 1 año y medio
Conocimientos	Conocimientos en paquetes de cómputo: Word, Excel, correo electrónico e internet (indispensable).
Formación complementaria	Conocimientos básicos sobre herramientas.
Edad	De 18 a 30 años
Sexo	Masculino
Estado civil	Indiferente
Habilidades	Establecer buenas relaciones interpersonales, actitud de servicio, captar y seguir instrucciones de forma verbal y escrita, ordenado.

Continuación de la tabla IV.

Destrezas	Capacidad de expresión, iniciativa, proactivo y trabajar bajo presión.
Actitudes y valores	Puntualidad, honestidad, honradez, responsabilidad, objetividad, disponibilidad y confiabilidad.

Fuente: archivos de SINDUMSA.

- Área operacional y técnica
 - Jefe de producción: Se encarga de coordinar al personal en la ejecución de los trabajos, reparación, mantenimiento de la maquinaria y manejo de inventarios en bodega.
 - Título del cargo: Jefe de producción
 - Ubicación: Taller
 - Cargo al que reporta: Gerente de operaciones
 - Funciones o atribuciones:
 - ✓ Asignación del trabajo y recursos materiales al personal.
 - ✓ Ejecución de trabajos especializados con base en los planos y diseños.
 - ✓ Realizar reparaciones en la maquinaria del taller.

- ✓ Ejecución de mantenimiento periódico a los equipos.
- ✓ Hacer los ingresos y egresos de materiales en la bodega.
- ✓ Informar al jefe inmediato sobre las actividades realizadas durante la jornada.
- Responsabilidades:
 - ✓ Es el mayor responsable por el uso de materiales, equipos y herramientas.
 - ✓ Velar porque el personal utilice su equipo de seguridad para prevenir accidentes.
 - ✓ Supervisar personalmente las labores realizadas por los demás.
 - ✓ Manejar formas para control en la gestión de inventarios.
 - ✓ Mantener un adecuado comportamiento, evitando juegos o imprudencias que puedan ocasionar un accidente.
 - ✓ Operar máquinas herramientas para elaborar trabajos específicos.

- ✓ Desempeñar su trabajo de forma profesional con base en las instrucciones emitidas.
- ✓ Llenar los reportes de trabajo de acuerdo con las tareas ejecutadas diariamente.
- ✓ Inducción del nuevo personal.

Tabla V. **Perfil del jefe de producción**

Escolaridad	Título de INTECAP sobre soldadura y mecánica.
Experiencia	Superior a 1 año en el ramo y haber desempeñado cargos de jefatura.
Conocimientos	En neumática, electricidad, hidráulica, soldadura eléctrica y autógena. Labores de mantenimiento en maquinaria.
Edad	De 20 a 40 años
Sexo	Masculino
Estado civil	Indiferente
Habilidades	Establecer buenas relaciones interpersonales, actitud de servicio, captar y seguir instrucciones de forma verbal y escrita, trabajo en equipo, vigor muscular, rapidez y eficiencia. Buen liderazgo de equipo.
Destrezas	Agudeza visual, capacidad de expresión, iniciativa, capacidad de análisis, proactivo y trabajar bajo presión.

Continuación de la tabla V.

Conocimiento en	Normas de seguridad industrial
Actitudes y valores	Puntualidad, honestidad, objetividad, disponibilidad y confiabilidad.

Fuente: archivos de SINDUMSA.

- Asistente de soldadura: se encarga de realizar trabajos en metales tales como limpiezas, pintura, pulido, corte con sierra y auxiliar al soldador en lo que necesite.
 - Título del cargo: Ayudante de soldador
 - Ubicación: Taller y obras
 - Cargo al que reporta: Producción
 - Funciones o atribuciones:
 - ✓ Movimiento y limpieza de piezas
 - ✓ Ayudar al soldador cuando este realiza los trabajos
 - ✓ Limpieza del área de trabajo
 - ✓ Elaborar los trabajos en base a la calidad y acabados solicitados
 - Responsabilidades:
 - ✓ Es responsable con carácter constante por el uso de materiales, equipos y herramientas.

- ✓ Mantener un adecuado comportamiento, evitando juegos o imprudencias que puedan ocasionar un accidente.
- ✓ Avisar al encargado de taller sobre desperfectos que note en los implementos de trabajo así como también del equipo de seguridad.
- ✓ Desempeñar su trabajo de forma profesional en base a las instrucciones emitidas.

Tabla VI. **Perfil del asistente de soldadura**

Escolaridad	Tercero básico
Experiencia	De 6 meses a 1 año de trabajo en talleres
Conocimientos	Manejo de herramientas
Edad	De 18 a 35 años
Sexo	Masculino
Estado civil	Indiferente
Habilidades	Establecer buenas relaciones interpersonales, actitud de servicio, captar y seguir instrucciones de forma verbal y escrita, trabajo en equipo, vigor muscular, rapidez y eficiencia.
Conocimiento en	Normas de seguridad industrial
Destrezas	Agudeza visual, capacidad de expresión, iniciativa, capacidad de análisis, proactivo y trabajar bajo presión.
Actitudes y valores	Puntualidad, honestidad, objetividad, disponibilidad y confiabilidad

Fuente: archivos de SINDUMSA.

- Asistente de albañilería: Se encarga de ejecutar las tareas que le sean designadas y auxiliar al albañil en lo que se requiera.
 - Título del cargo: Asistente de albañilería
 - Ubicación: Obras
 - Cargo al que reporta: Maestro de obra

 - Funciones o atribuciones:
 - ✓ Limpieza del área y de los implementos de trabajo.
 - ✓ Realizar labores de excavación, preparación del terreno y acarrear materiales.
 - ✓ Elaboración de mezcla con base en las instrucciones giradas.
 - ✓ Ayudar a cortar y doblar material cuando el albañil está construyendo la estructura de metal.
 - ✓ Apoyo a los compañeros para descargar materiales o mover materiales con exceso de carga.
 - ✓ Auxiliar al albañil en la fundición y cuando lo requiera.
 - ✓ Ayudar en el armado, desarmado y movimiento de andamios.

- Responsabilidades:
 - ✓ Es responsable por el uso de materiales, equipos y herramientas.
 - ✓ Utilizar siempre y de forma correcta su equipo de seguridad para prevenir accidentes.
 - ✓ Mantener un adecuado comportamiento, evitando juegos o imprudencias que puedan ocasionar un accidente.
 - ✓ Desempeñar su trabajo de forma profesional en base a las instrucciones emitidas.

Tabla VII. **Perfil del asistente de albañilería**

Escolaridad	6to. primaria
Experiencia	De 6 meses a 1 año
Edad	De 18 a 40 años
Conocimientos	Manejo de herramientas, elaboración de mezclas, utilización y aplicación de materiales de construcción.
Sexo	Masculino
Estado civil	Indiferente
Habilidades	Establecer buenas relaciones interpersonales, actitud de servicio, captar y seguir instrucciones de forma verbal y escrita, trabajo en equipo, vigor muscular, rapidez y eficiencia. Buenas mediciones.

Continuación de la tabla VII.

Conocimiento en	Normas de seguridad industrial y uso de equipo para trabajar en alturas.
Destrezas	Agudeza visual, capacidad de expresión, iniciativa, capacidad de análisis, proactivo y trabajar bajo presión.
Actitudes y valores	Puntualidad, honestidad, objetividad, disponibilidad y confiabilidad.

Fuente: archivos de SINDUMSA.

- Técnico en mecánica: es el encargado de realizar los mantenimientos preventivos y correctivos en la maquinaria y equipo así como de las instalaciones.
 - Título del cargo: Mecánico
 - Ubicación: Mantenimiento
 - Cargo al que reporta: Jefe de mantenimiento
 - Funciones o atribuciones:
 - ✓ Prever el estado de los equipos
 - ✓ Mantener en óptimas condiciones las instalaciones
 - ✓ Reportar al jefe de mantenimiento cualquier anomalía presentada en los equipos
 - ✓ Llevar a cabo los mantenimientos
 - ✓ Revisar con periodicidad el estado de las instalaciones y los equipos

- Responsabilidades:
 - ✓ Reportar al jefe de mantenimiento el resultado de cada mantenimiento realizado en la empresa.
 - ✓ Realizar los mantenimientos preventivos y correctivos cuando se requieran y sean programados, según sea el caso.
 - ✓ Realizar diagnósticos a la maquinaria, determinando el estado de funcionamiento y reportándolo al jefe de mantenimiento.
 - ✓ Llenar correctamente las órdenes de mantenimiento, después de realizado este.
 - ✓ Mantener un comportamiento adecuado, trabajando bajo normas de seguridad industrial.

Tabla VIII. **Perfil del técnico en mecánica**

Escolaridad	Técnico del INTECAP
Experiencia	Mayor de 1 año en gestión de mantenimiento.
Conocimientos	Manejo de herramienta y equipo de trabajo.
Edad	De 20 a 40 años
Sexo	Masculino
Estado civil	Indiferente

Continuación de la tabla VIII.

Habilidades	Establecer buenas relaciones interpersonales, actitud de servicio, buena expresión de forma verbal y escrita, trabajo en equipo, cordialidad y eficiencia
Destrezas	Iniciativa, capacidad intelectual y física
Actitudes y valores	Puntualidad, honestidad, objetividad, disponibilidad y confiabilidad
Competencias laborales	Calidad en el servicio, realizar los mantenimientos de forma rápida y eficiente

Fuente: archivos de SINDUMSA.

1.3. Mantenimiento

Son todas aquellas actividades que se llevan a cabo para conservar en perfecto estado de funcionamiento todos los elementos productivos de la empresa (máquinas e instalaciones) para lograr su máximo rendimiento con la calidad adecuada y con un mínimo costo.

Para que el mantenimiento en maquinaria sea eficiente, debe impedir las averías o en caso que existieran, debe ser capaz de volver a poner en servicio la maquinaria en el menor tiempo posible; así como disponer de personal que trabaja en todo momento sobre un nivel normalizado de esfuerzo.

1.3.1. Definición

Se considera que mantenimiento es la serie de trabajos que hay que ejecutar en algún equipo, planta o método a fin de conservarlo y dé el servicio para el cual fue diseñado, o para las actividades para las que fue adquirido por la empresa.

1.3.2. Objetivo

El objetivo del mantenimiento es la conservación del servicio que están suministrando los equipos e instalaciones, el cual puede ser crucial para la continuación de los procesos industriales.

Además, trata de minimizar el tiempo que la maquinaria y equipo no esté disponible para la producción, prolongando su vida útil al máximo, reduciendo los paros por fallas mecánicas durante la producción.

También posee como objetivos:

- Proceder en forma rápida y económica en las intervenciones que requiera la maquinaria utilizada en los procesos productivos.
- Mantener permanentemente las máquinas, equipos e instalaciones en óptimas condiciones, para evitar los tiempos de parada que aumentan los costos.
- Prolongar la vida útil de las máquinas, equipos e instalaciones al máximo.

- Reducir los paros por averías mecánicas durante la producción.
- Mantener la maquinaria y equipo en su máxima eficiencia de operación.
- Investigar las causas y soluciones de los paros no programados.
- Reducir al mínimo los costos de mantenimiento.
- Planear y coordinar la distribución de trabajo, acorde con la fuerza laboral disponible.

1.3.3. Funciones

Están relacionadas con el uso eficiente y eficaz de los recursos de los que dispone el Departamento de Mantenimiento. Entre las funciones primarias de mantenimiento se encuentran:

- Mantener, reparar y revisar los equipos e instalaciones
- Generación y distribución de los servicios eléctricos, aire, agua, vapor
- Modificar, instalar, remover equipos e instalaciones
- Desarrollo de programas de mantenimiento preventivo y programado
- Selección y entrenamiento de personal

Dentro de las funciones secundarias de mantenimiento se encuentran:

- Asesorar la compra de nuevos equipos
- Hacer pedidos de repuestos, herramientas y suministros
- Controlar y asegurar un inventario de repuestos y suministros
- Mantener los equipos de seguridad y demás sistemas de protección

- Llevar inventario de los equipos
- Cualquier otro servicio delegado por la administración

1.3.4. Tipos

El mantenimiento dentro de la industria ha sufrido una evolución importante empujada en gran parte por el desarrollo tecnológico de los equipos, por lo que existen varios tipos de mantenimiento que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen, entre las que se pueden mencionar:

- De conservación: compensa el deterioro sufrido por el uso
- Correctivas: corrige defectos o averías
- Preventivas: garantiza la fiabilidad de los equipos antes de que presenten averías
- De oportunidad: aprovecha las paradas o períodos de no uso de los equipos para realizar el mantenimiento respectivo
- De actualización: compensa la obsolescencia

1.3.4.1. Preventivo

El mantenimiento preventivo es la conservación planeada, teniendo como función conocer sistemáticamente el estado de máquinas e instalaciones para programar en los momentos más oportunos y de menos impacto en la producción, las acciones que tratarán de eliminar las averías que originan las interrupciones. Su finalidad es reducir al mínimo las mismas y una depreciación excesiva.

Debidamente dirigido, el mantenimiento preventivo es un instrumento de reducción de costos, que ahorra a las empresas los recursos para conservación y operación.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno. La insuficiencia o exceso de mantenimiento preventivo aplicado a los equipos tendrán consecuencias negativas que afectarán, tanto la disponibilidad de los mismos como la confiabilidad en la operación.

1.3.4.2. Correctivo

Esta forma de mantenimiento impide el diagnóstico fiable de las causas que provocan la falla, pues se ignora si falló por mal trato, abandono, mala manipulación, desgaste natural, bien por antigüedad; la falla puede sobrevenir en cualquier momento; en este tipo de mantenimiento es habitual la reparación urgente del equipo tras una avería que muchas veces provoca el paro de la línea de producción.

Por lo tanto, en este tipo de mantenimiento se debe actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores; el equipo de mantenimiento entra en acción cuando una falla se presenta y no permite que la maquinaria pueda seguir funcionando normalmente.

1.3.4.3. Predictivo

Es aquel mantenimiento que se aplica para predecir una falla de los equipos.

Generalmente se utiliza algún tipo de instrumento de medición para determinar el estado del equipo, aun cuando este no haya presentado ninguna falla a simple vista.

La desventaja de este tipo de mantenimiento es que suele ser muy costoso debido al tipo de instrumentos que se utilizan para hacer el análisis.

En un paro general de planta por mantenimiento se debe determinar la factibilidad de aplicar las técnicas disponibles del mantenimiento predictivo al equipo (análisis de vibraciones, termografía, análisis de aceite y alineación con rayos láser) para que sea este el que determine su mantenimiento y no con base en una fecha determinada.

1.3.4.4. Proactivo

Es aquel mantenimiento que se enfoca a encontrar condiciones que tienen una buena posibilidad de convertirse en daños potenciales del equipo o las instalaciones de la planta.

El objetivo de implementar una estrategia proactiva está dirigida a localizar las causas de falla, o controlarlas de tal manera que el efecto de estas no se presente, enfocado a ampliar la vida del equipo.

1.4. Minimización de paros

La minimización de paros de maquinaria es uno de los objetivos principales del departamento de mantenimiento y prácticamente su razón de ser.

Los paros se presentan cada vez con mayor frecuencia conforme se desgasta la maquinaria o no se hacen los mantenimientos preventivos en la fecha programada.

Por lo tanto con mantener la máquina en óptimas condiciones y mejorando el programa de mantenimiento preventivo, se logran minimizar los paros imprevistos en la maquinaria y por lo tanto en las líneas de producción.

1.4.1. Minimización

Es reducir la cantidad de paros en las líneas de producción al menor número posible. Para el Departamento de Mantenimiento es de suma importancia minimizar:

- Las interrupciones en la maquinaria debido a averías provocadas por el mal funcionamiento, desgaste de piezas o antigüedad del equipo.
- Los efectos nocivos provocados por las actividades que no se realizan adecuadamente durante los mantenimientos, las cuales, en muchas ocasiones conllevan a tener paros no programados en las líneas de producción.

1.4.2. Paro programado

Es la paralización de los equipos que se tiene contemplada en el programa de mantenimiento para realizar las reparaciones a los equipos, debido a las averías que han ocurrido en los mismos, o simplemente para realizar el mantenimiento respectivo a cada equipo. En este tipo de paros se contempla el mantenimiento preventivo.

1.4.3. Paro no programado

Es la paralización de los equipos que no se tiene contemplada en el programa de mantenimiento y que debido a la naturaleza de la falla presentada en los equipos, paralizan el funcionamiento del mismo; por lo que deben ser reparados de inmediato, ya que generan situaciones de emergencia.

1.5. Averías en el mantenimiento industrial

Todos los medios físicos de propiedad de una planta pueden averiarse o deteriorarse por causas ambientales, por antigüedad o por defectos de uso. Se dice que una máquina está averiada cuando deja de brindar el servicio que debería, o aparecen efectos indeseables según las especificaciones de diseño con las que fue construida o instalada.

1.5.1. Definición

Una avería es el cese de la capacidad de un equipo para realizar la función para la cual fue diseñado o para dejar de realizarla en su totalidad. Es el resultado de un fallo, bien del elemento mismo o de cualquier etapa precedente del ciclo de vida, como especificaciones, diseño, fabricación o mantenimiento.

1.5.2. Tipos

Las averías de maquinaria están clasificadas en tres diferentes grupos:

- **Averías tempranas:** ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de averías. Pueden ser causadas por problemas de materiales, diseño o montaje.

- **Averías adultas:** presentan mayor frecuencia durante la vida útil. Son derivadas de las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las averías tempranas (suciedad en un filtro de aire, cambios de rodamientos en maquinaria, rotura de una pieza, entre otras).
- **Averías tardías:** representan una pequeña fracción del total de las averías, aparecen en forma lenta y ocurren en la etapa final de la vida útil de la maquinaria.

A continuación se detallan algunas diferencias entre los tipos de averías, clasificadas dentro del grupo de averías adultas.

Tabla IX. **Diferencias entre los tipos de averías**

Tipo	Definición	Qué ocasionan	Tiempo de reparación
Parcial	Disminuyen la capacidad de producción de la maquinaria, pero no la detiene.	Conducen a una falla total.	Su tiempo de reparación es casi inmediato.
Intermitente	Se presentan en condiciones de trabajo, persisten mientras dure la situación irregular y desaparecen igualmente cuando estas así lo hagan.		
Total	Interrumpen totalmente la función de la máquina y lo obligan a su reparación.	Paro de maquinaria	Se repara en un tiempo razonable con el presupuesto disponible.

Continuación de la tabla IX.

Catastrófica	Interrumpen totalmente la capacidad de producción de la maquinaria.	Pérdidas en la producción.	Su reparación requiere mayor tiempo, pero el presupuesto está fuera del alcance.
De apariencia	No se relacionan con su funcionamiento, sino con la presentación externa.	Mala apariencia	Se repara en un tiempo razonable con el presupuesto disponible

Fuente: elaboración propia.

Para lograr identificar y analizar los tipos de averías se requiere de:

- Un profundo conocimiento del sistema y las operaciones
- La colaboración del personal y conocimiento de los métodos de trabajo

1.5.2.1. Parcial

Es el tipo de avería que disminuye la capacidad de producción de una máquina o equipo pero que no la detiene. También puede ser que no disminuya su capacidad de producción, pero que sí disminuya la confiabilidad.

1.5.2.2. Intermitente

Es una avería parcial que se presenta bajo determinadas condiciones de trabajo, sobre todo en sobrecarga. Estas averías persisten durante el tiempo que dure la situación irregular y desaparecen al cesar éstas.

1.5.2.3. Total

Es el tipo de avería que interrumpe totalmente la función del equipo y lo obliga a su reparación.

1.6. Programa de mantenimiento

Un programa de mantenimiento pretende mantener en buen estado el equipo y la maquinaria de la empresa; se realiza a través de rutinas de inspección, revisiones, lubricación periódica y la limpieza de la maquinaria.

Las ventajas del programa de mantenimiento son:

- Mantener a los equipos y maquinaria operando bajo condiciones de seguridad, conociendo su estado y funcionamiento.
- Disminuir tiempos de ocio, tiempos de parada de maquinaria.
- Disminución de existencias de repuestos en almacén y por ende sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal del área de mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones.

A continuación se detallan los pasos que se deben de seguir para poder llevar a cabo un programa de mantenimiento.

- Crear el programa de mantenimiento: el jefe del departamento de mantenimiento debe diseñar el programa de mantenimiento que se utilizará para poder mantener la confiabilidad de la maquinaria y las instalaciones de la empresa para que estas no presenten paros imprevistos ocasionados por los diferentes tipos de averías que se pueden suscitar en la maquinaria y por ende interrumpir el proceso productivo de la empresa.
- Difusión del programa de trabajo: difundir, explicar, aclarar y mostrar a la gerencia y al personal del departamento de mantenimiento los objetivos del programa de trabajo así como el procedimiento a utilizar.
- Recopilar información: recopilar los programas maestros de mantenimiento preventivo, copia del programa mensual de mantenimiento, y el programa anual de paros de mantenimiento.
- Seleccionar los equipos: el personal del área de mantenimiento debe seleccionar la maquinaria que revisará con mayor frecuencia para realizar el respectivo mantenimiento preventivo, los criterios que debe tomar en cuenta para la selección son:
 - Maquinaria crítica para la operación de la planta.
 - Maquinaria con mayor frecuencia de avería y demoras acumuladas.
 - Maquinaria con mayor frecuencia de mantenimiento o con paros programados más frecuentes.

- Recopilar información de los equipos seleccionados: luego de seleccionar los equipos que necesitan mayor atención en el mantenimiento preventivo, se debe recopilar información que proporcione datos de suma importancia tales como:
 - Demoras: determinar y agrupar las demoras por tipo de causa y especialidad, analizar y determinar las causas que las están provocando.
 - Historial del equipo: verificar el historial existente y complementarlo con los datos existentes del área. Identificar y agrupar la información para que permita conocer cuál ha sido el comportamiento del equipo.
 - Protocolo de pruebas: registros de parámetros de control que indiquen en qué condiciones se encuentran los equipos, cuál es su comportamiento y sus tendencias, complementar pruebas faltantes y establecer formatos estándar.
 - Métodos de trabajo: Analizar el contenido de los métodos de trabajo existentes y verificar que estén incluidas todas las actividades que se deben realizar para garantizar el funcionamiento de los equipos, mínimo hasta la siguiente intervención programada. Para poder analizar el contenido se deben de conocer cuáles son las partes de la maquinaria que pueden fallar, así como qué tipo de avería se puede presentar con el fin de poder tomar las medidas necesarias para que esto no ocurra. Se debe verificar que todas las actividades que están contempladas en el procedimiento de trabajo sean realizadas;

asimismo, observar que no existan dificultades en la interpretación y ejecución de los trabajos señalados. El estado en que se encontró el equipo debe ser analizado y verificado según los siguientes criterios:

- Requiere mantenimiento inmediato
 - Puede seguir operando en condiciones normales y confiables
 - ¿Por cuánto tiempo más puede seguir operando?
 - ¿Bajo qué condiciones puede seguir operando?
- Modificaciones: verificar que las modificaciones realizadas a los equipos estén documentadas, así como analizar y comparar los resultados que se obtuvieron con las modificaciones realizadas con el desempeño que se tenía anteriormente, contestando las interrogantes, ¿son mejores?, ¿sigue igual?, o empeoró.
- Análisis de la información recopilada: el Jefe del área de mantenimiento es el encargado de revisar y analizar la información recopilada, determinar las causas de las desviaciones presentadas en los equipos, así como su comportamiento, para posteriormente elaborar el reporte. Analizar el contenido y aplicación de los métodos de trabajo, verificando que estén incluidas todas las actividades que se deben realizar para garantizar el funcionamiento del equipo. Revisar las demoras presentadas en los equipos y verificar que en los métodos de trabajo establecidos estén contempladas las actividades que no pudieron prevenir o evitar la avería ocurrida.

- Verificación del programa de mantenimiento: verificar el cumplimiento de la ejecución, las frecuencias de las actividades programadas y paros de mantenimiento, analizando las desviaciones presentadas. De acuerdo con lo observado en los métodos de trabajo para la realización de actividades de mantenimiento en maquinaria, se debe determinar la necesidad de capacitación o actualización del personal. Según el desempeño del funcionamiento del equipo, así como el análisis de averías junto con su historial de ocurrencia, determinar los cambios o modificaciones que deben realizarse para mejorar la confiabilidad de los equipos.
- Presentar las modificaciones requeridas para prolongar las frecuencias de intervención del equipo de manera confiable: el método de trabajo actual debe de ser revisado, analizado y de ser requerido modificado, complementándolo con las actividades faltantes para garantizar un desempeño confiable, eliminando actividades innecesarias que solamente consumen recursos. El seguimiento deberá ser con inspecciones durante la operación y mantenimientos del equipo, por un periodo que garantice e indique que la decisión tomada fue la correcta.

1.6.1. Documentación técnica de control

Para lograr que el plan de mantenimiento se lleve a cabo es indispensable contar con documentación técnica de control para que las actividades se realicen de forma ordenada, eficiente y efectiva, aprovechando de los recursos disponibles. La documentación se detalla a continuación:

- Inventario técnico: historial de fallas, fichas de maquinaria y equipo, fichas de control para las inspecciones

- Reportes, órdenes de trabajo y requisiciones de material
- Control de paros y control de inventario de herramienta y equipo
- Historial de mantenimiento y de repuestos
- Inventario de repuestos de maquinaria

1.6.2. Inspecciones y rutinas

Antes de iniciar un programa de mantenimiento preventivo, el departamento de mantenimiento requiere de información que ayude a determinar ¿qué va a realizar?, y lo más importante, ¿con qué frecuencia hacerlo?, esto debe ser hecho de acuerdo con el tiempo de operación de la maquinaria.

Se deben utilizar manuales de operación, mantenimiento y generalidades con la finalidad de saber cómo desarrollar el plan de inspecciones y especificar las partes que sufren más desgaste; estas pasarán a ser partes críticas de control y mantenimiento, y las que con mayor frecuencia dejan de funcionar, se debe establecer la frecuencia con qué se han de inspeccionar.

Durante el programa de mantenimiento deben contemplarse dos tipos de inspecciones:

- Visitas: son revisiones rutinarias realizadas periódicamente en las máquinas e instalaciones para comprobar su estado, detectar posibles averías o darle seguimiento a las anomalías ya presentadas, para atacarlas antes de que generen averías; teniendo como objetivo verificar que el funcionamiento de la maquinaria y equipo continúe siendo normal.

- Inspecciones: son intervenciones sobre las máquinas e instalaciones para detectar o confirmar las anomalías localizadas en las visitas; reparándolas con el fin de dejar las máquinas e instalaciones en óptimas condiciones de funcionamiento, para que evite la aparición de averías. Las inspecciones deben hacerse con menor frecuencia que las visitas.

2. SITUACIÓN ACTUAL

Antes de entrar al desarrollo del plan propuesto se debe realizar un diagnóstico para saber cuál es la situación actual del departamento de mantenimiento con respecto a su problema principal.

2.1. Departamento de Mantenimiento

El Departamento de Mantenimiento es el encargado de realizar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos e instalaciones de la planta.

Actualmente, el Departamento no posee programas de mantenimiento preventivo que estén enfocados a mantener o incrementar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas y/o equipos, así como velar por su buen funcionamiento y prolongación de su vida útil.

No se logra prevenir que el deterioro de la maquinaria impacte negativamente en la calidad de su servicio; por ende es necesario que se implemente un plan de trabajo junto con un programa de mantenimiento preventivo que esté enfocado a optimizar la vida útil de cada maquinaria con que dispone la empresa, para la consecución de las actividades de producción.

En la mayoría de los casos se realizan mantenimientos correctivos, lo que se convierte en una situación imprevista e indeseada, ya que al ocurrir este tipo de mantenimientos, se provocan paros inesperados que prohíben la continuidad del proceso productivo del departamento de producción.

En el Departamento no existe un archivo para colocar las hojas de servicios de mantenimiento en forma separada por maquinaria, las cuales en muchas ocasiones llegan a extraviarse y se pierde la información sobre qué tipo de mantenimiento se realizó, qué parte de la maquinaria se averió o la fecha en que ocurrió la misma; información que es de suma importancia para determinar el tiempo promedio entre fallas.

El personal no cuenta con capacitaciones que les ayude a realizar un mantenimiento preventivo o correctivo de forma adecuada, debido a que no tienen capacitaciones específicas sobre los equipos que manejan. Tampoco siguen inspecciones o rutinas diarias que permitan realizar al menos un mantenimiento correctivo programado, sino más bien se espera la solicitud de orden de trabajo correctivo generada por el supervisor o jefe de producción.

Para el control de los mantenimientos se utilizan órdenes de trabajo, las cuales son llenadas muchas veces por los mecánicos al finalizar cada mantenimiento o por el supervisor de turno, reportando la avería que ocurrió; dichas órdenes no son archivadas correctamente por lo que suelen traspapelarse y perderse. Por tal motivo, no se cuenta con un historial correcto sobre cada mantenimiento realizado a cada uno de los equipos y maquinaria de la empresa, perdiendo datos importantes como la última fecha de su realización, la avería que ocurrió, frecuencia de la ocurrencia, máquina que falló, entre otras.

Los formatos existentes para la recolección son llenados por la persona que realiza el mantenimiento, quien en muchas ocasiones no especifica el tipo de servicio realizado y a qué parte de la maquinaria se hizo, o en ocasiones el reporte de las reparaciones efectuadas se hace de forma verbal al supervisor.

El jefe de mantenimiento es el encargado de realizar las tareas administrativas, así como de supervisar los trabajos que se realizan en la planta; muchas veces no le es posible supervisar dichos trabajos, por lo que provoca que no pueda llevar un mejor registro y control del mantenimiento de la misma.

El medio ambiente es uno de los factores que deben tener en cuenta debido a que esto acelera el deterioro de los equipos, pues el polvo y la humedad influyen en el funcionamiento del mismo.

2.2. Recurso humano

Actualmente el departamento de mantenimiento está conformado por:

- 1 jefe de mantenimiento
- 1 supervisor de mantenimiento
- 3 técnicos en mecánica
- 2 operarios ayudantes

El personal indicado anteriormente, realiza las tareas de mantenimiento de maquinaria e instalaciones; cada técnico en mecánica tiene a su cargo cada una de las máquinas de acuerdo con su experiencia y los operarios ayudantes pueden asistir a cualquiera de los técnicos.

Ninguna de las personas del Departamento de Mantenimiento recibe actualmente capacitación para manipular la maquinaria y equipo que tienen a su cargo.

Adicional a ello no se respeta el perfil de puestos al momento de realizar la contratación de nuevos colaboradores para el área de mantenimiento, teniendo personal poco capacitado para el trabajo.

2.3. Maquinaria y equipo

La maquinaria y equipo con que cuenta la empresa se consideran de vital importancia para el funcionamiento de la planta, debido a que pueden llegar a ser críticos durante su operación si no se les proporciona un correcto mantenimiento preventivo, para que la confiabilidad de la maquinaria aumente.

La empresa posee:

- Una máquina semiautomática productora de block
- Una máquina mezcladora marca Suzuki
- Un transportador de banda fabricado por la misma empresa

2.3.1. Máquina semiautomática productora de block

Se cuenta con una máquina semiautomática productora de block que puede generar 200 blocks por cada hora de producción; actualmente no se tiene a la máquina operando a su máxima capacidad de producción, ya que solo se hace uso de un 54 % de dicha capacidad; esto debido a que la maquinaria se encuentra en un estado deteriorado a consecuencia de la falta de mantenimiento preventivo.

Cuando la mezcla de concreto liviano está lista, se traslada a la máquina semiautomática vaciándola en un molde para darle forma mediante un proceso de vibrocompresión.

Los moldes consisten en un marco con placas de separación. Las superficies interiores (que son las de desgaste) requieren ser cambiadas periódicamente, situación que no se toma en cuenta actualmente, presentando desgaste severo y provocando una leve deformación en el producto final.

No es necesario reemplazar todas las partes de los moldes al mismo tiempo, ya que algunas pueden tener una vida útil más prolongada y pueden mayor desgaste que otras antes de ser cambiadas.

La máquina fue instalada por el personal de mantenimiento sin recibir la capacitación adecuada que según el manual es de una semana; a pesar de ello la máquina está instalada correctamente, por lo que no presenta problemas con la cimentación o vibración de maquinaria.

No se realizan las rutinas diarias de limpieza tanto de la máquina como del molde en particular; se deben limpiar los filtros, revisar el nivel de aceite en el depósito, verificación, y de ser necesario la lubricación de los rodamientos; así como todas sus partes móviles para evitar daños a la maquinaria.

2.3.1.1. Descripción

La máquina es fabricada en Estados Unidos con un costo de USD 13 000; es capaz de producir blocks con gran rapidez y con mucha precisión.

La mezcla entra a través de una tolva que se ubica en la parte más alta de la máquina y que tiene una forma rectangular con una inclinación de 45° en la parte posterior, para que el material resbale con facilidad.

Tiene un pistón que presiona el material, compactando el bloque en cada una de sus cavidades. La capacidad de producción máxima de esta máquina es de 200 blocks por hora.

Además, la máquina cuenta con un eje en la base que sirve como soporte y permite que la máquina sea fácil de transportar de un lado a otro.

Luego de la vibrocompresión, el block está listo para salir de la máquina y pasar a bodega, donde esperará su tiempo de fraguado; lamentablemente la máquina no posee un espacio ergonómico para recibir cada block fabricado, lo cual obliga a tener un operario para sacar cada block que se está terminando; de lo contrario existiría colisión entre los blocks y se dañarían.

Figura 3. **Máquina semiautomática de block**



Fuente: instalaciones de SINDUMSA

2.3.1.2. Características técnicas

- Área útil de vibro compresión: 58 X 35,20 cm
- Recepción del producto: el producto es recibido en tarimas

- Llenado y desmolde: manual
- Motor trifásico de 220/440
- Potencia: 1,5 HP
- Motor monofásico: opcional
- Dimensiones: 66 cm de largo, 76 cm de ancho y 122 cm de alto
- Requerimientos: 1 operador y 1 auxiliar para recibir y transportar los blocks producidos
- Puede fabricar: tabicón, block de 15 X 20 X 40, block de 20 X 20 X 40 cm, y adoquín

2.3.1.3. Capacidad de producción

La máquina semiautomática de block es capaz de producir 200 unidades por cada hora de producción.

Actualmente se producen aproximadamente 850 blocks al día en una jornada diurna de trabajo (8 horas al día), trabajando de lunes a viernes de 8:00 a 17:00 horas y los días sábado de 8:00 a 12:00 horas. Si se logra exceder dicha cantidad, se paga un bono por cada block extra producido.

2.3.2. Mezcladora Suzuki

La mezcladora Suzuki modelo Ultra – 10 (2007) se utiliza para obtener concreto liviano, mezclando de forma homogénea arena blanca, selecto, cemento BLK y agua, en proporciones de 345 cubetas de arena blanca, 30 cubetas de selecto, 30 sacos de cemento y 25 cubetas de agua.

La empresa posee una mezcladora portátil que elabora el concreto liviano antes de ingresarlo a la máquina semiautomática productora de block.

Características técnicas

- Tambor de metal, de fácil limpieza, que trabaja por medio de transmisión embalada con poleas
- Descargador manual, basculante por ambos lados
- Capacidad real: 400 l
- Calibre del acero: fondo 10, laterales 12
- Producción aproximada por hora: 4,05 m³
- Revoluciones del tambor lleno por minuto: 20
- Montado en bastidor con llantas neumáticas ring 13 y remolque
- Reportaje tipo U
- Peso operacional: 750 lbs
- Motor gasolina marca Suzuki
- Potencia: 9 Hp
- Medidas de la mezcladora: 2,10 m largo, 1,60 m de alto y 1,40 m de ancho

Figura 4. **Mezcladora Suzuki**



Fuente: instalaciones de SINDUMSA

2.3.3. Transportador de banda

Es un sistema de transporte formado básicamente por una banda continua que se mueve entre dos tambores. La banda es arrastrada por fricción provocada por los tambores, los cuales a su vez son accionados por un motor.

Para soportar la banda, el transportador posee rodillos, los cuales ayudan a la tensión de la misma durante todo el trayecto del transportador.

El transportador existente en la empresa fue fabricado dentro de las mismas instalaciones, debido a que la empresa también se dedica a la fabricación de bandas transportadoras.

Figura 5. Transportador de banda



Fuente: instalaciones de SINDUMSA

Una banda transportadora se compone de:

- Estructura soportante: compuesta por perfiles tubulares o angulares.

- Elementos deslizantes: elementos sobre los cuales se apoya la carga.
 - Correa o banda: es la parte que tendrá contacto directo con el material a transportar.
 - Polines: hacen al transportador inerte, debido a que la carga se desliza sobre ellos mediante un impulso.
 - Elementos motrices: se utilizan motores, generalmente del tipo eléctrico, variando las características según la exigencia a la cual es sometida el transportador.

El transportador sirve para llevar los blocks de la máquina hacia la bodega de almacenamiento, en la cual se esperan los 3 días de fraguado del cemento.

2.4. Programa de mantenimiento actual

Actualmente no existe un programa de mantenimiento ordenado y estricto que permita mantener los equipos en óptimas condiciones; únicamente se basa en las órdenes generadas por el Departamento de Producción, ante las cuales se decide intervenir los equipos; esto después de que ya se ha provocado una avería total que ocasiona un paro no programado en el departamento de producción. El mantenimiento que se realiza en la empresa es de tipo correctivo, ya que no se les realiza a los equipos, sino hasta que estos fallan o presentan alguna avería.

Uno de los factores más importantes dentro de un programa de mantenimiento es fijar la frecuencia del mismo; el Departamento de Mantenimiento no tiene una frecuencia establecida para realizar mantenimiento

a la maquinaria del área de producción, ya que como se mencionó anteriormente, se espera hasta que la maquinaria presente averías para ser intervenida.

Para determinar la frecuencia de mantenimiento, esta se puede basar en el historial de averías de la maquinaria; de esta forma se puede conocer el tiempo que transcurre para que se presente una avería, a partir de ahí se debe programar el mantenimiento de manera que se realice antes de que se presente la avería.

Para que un programa de mantenimiento tenga éxito se necesita de la participación, apoyo y colaboración de todo el departamento de mantenimiento.

El supervisor de mantenimiento es el encargado de asignar al personal para que realice el mantenimiento correctivo, haciéndose una notificación verbal al momento de terminar el mantenimiento para poder iniciar la operación del mismo.

La programación de los servicios de mantenimiento de la maquinaria se hace con base en las órdenes de trabajo y la prioridad de las mismas, teniendo que distribuir las al personal, de manera que se pueda cumplir con todas las órdenes de trabajo.

Todas las actividades que se realizan son derivadas de la ausencia de un programa de mantenimiento adecuado que propicie un desempeño eficiente y eficaz del personal con que se cuenta, además de no disponer de toda la herramienta y equipo que facilite la ejecución de las órdenes de trabajo.

Además, no se cuenta con la documentación de soporte o historial de averías como una bitácora de mantenimiento, por lo que se efectúan las intervenciones de manera desorganizada.

2.5. Actividades para mantenimiento

Las actividades de mantenimiento son aquellas acciones ejecutadas para prevenir y detectar condiciones que lleven a interrupciones de la producción, averías y deterioro acelerado del equipo, ejecutadas en un paro programado.

Dentro de las actividades más representativas del departamento de mantenimiento de cualquier empresa se pueden señalar:

- Seleccionar y adiestrar a personal capacitado para que lleve a cabo los distintos deberes y responsabilidades.
- Planear y programar en forma conveniente la labor de mantenimiento.
- Disponer la relevación de máquinas y equipo en general.
- Conservar, reparar y revisar herramienta, maquinaria y equipo de producción, manteniendo todas las unidades en buen estado de funcionamiento.
- Conservar y reparar las instalaciones de la empresa.
- Escoger y proveer a la aplicación, en los plazos requeridos, los lubricantes necesarios para la maquinaria.

- Iniciar y sostener los programas de conservación para la adecuada utilización de aceites y grasas lubricantes.
- Proporcionar servicio de limpieza en toda la empresa.
- Juntar, seleccionar y deshacerse de desperdicios, combustibles, aceites y material que puede volverse a utilizar.
- Solicitar herramientas, accesorios, piezas especiales de repuesto para máquinas y todo el equipo necesario para efectuar con éxito los mantenimientos.
- Conservar en buen estado los dispositivos de seguridad.

Actualmente el departamento de mantenimiento de SINDUMSA se encarga de las actividades de: limpieza, lubricación, verificación del correcto funcionamiento de la maquinaria, inspección visual y ajustes de maquinaria; dichas actividades se detallan a continuación.

2.5.1. Limpieza

Son todas las actividades que se refieren a mantener el área de trabajo limpia, libre de contaminantes que puedan dañar la materia prima; además la limpieza de la máquina en general, conservación y prevención de la corrosión.

Se excluyen de esta actividad la limpieza de depósitos de lubricantes por estar considerados dentro de las atribuciones de lubricación.

2.5.2. Lubricación

Se refiere a la actividad de definir los elementos y partes de la maquinaria que necesitan lubricantes para poder funcionar de forma correcta y por lo tanto el departamento de mantenimiento es el encargado de revisar periódicamente estos elementos manteniéndolos lubricados. Las máquinas y los equipos utilizan lubricantes como el lubrifiuido, grado ISO32 y SAE 30.

Es una de las actividades más importantes en el mantenimiento preventivo. La vida útil del equipo depende en gran parte de una correcta lubricación, pues un alto porcentaje de averías son consecuencia de la lubricación defectuosa.

El propósito de la lubricación es el de interponer una película de un lubricante entre órganos con movimiento relativo.

Funciones de los lubricantes:

- Proteger contra el desgaste, la corrosión y la oxidación
- Contribuir a la estanqueidad
- Contribuir a la refrigeración
- Facilitar la evacuación de impurezas

Se dan los siguientes tipos de engrase:

- Perfecto: es en el que las dos superficies en contacto se separan por la interposición permanente de una película de lubricante, de forma que no se toquen los dos cuerpos con movimiento relativo en ningún punto.

- Imperfecto: en las superficies existen zonas en que se efectúa el contacto sólido y en otras el fluido.
- Seco o de rozamiento sólido: la película de lubricante desaparece por completo.

Los lubricantes poseen características que los hacen idóneos para su aplicación en las diferentes partes de maquinaria dependiendo del régimen de funcionamiento.

Tabla X. **Características de los lubricantes**

Lubricante	Características
Lubrifluid	Es especial para bandas y guías, posee aditivos de tipo elongadores y polímeros aumentadores de la tensión superficial, aditivos antidesgaste que garantizan características de reducción de temperatura y aumenta la suavidad de los equipos en el arranque y reposo, previene la desaparición del lubricante en superficies críticas, protege contra el herrumbre y la corrosión.
ISO 32	Incrementa la vida útil de los componentes, posee estabilidad térmica, resiste la oxidación, es de baja viscosidad con un alto poder antidesgaste y deslizante, excelente protección en contra de la formación de lodos y sedimentos.
SAE 30	Posee estabilidad térmica, resistencia a la oxidación, elevado índice de viscosidad natural y un coeficiente de tracción bajo.

Fuente: elaboración propia.

2.5.3. Verificación del correcto funcionamiento

Los mecánicos se encargan de verificar que los equipos funcionen correctamente y sin ninguna anomalía. Si surgiera algún cambio en el funcionamiento de los equipos, estos son los encargados de realizar las correcciones tanto técnicas como funcionales, para que la máquina siga operando en óptimas condiciones de funcionamiento.

Durante el funcionamiento de la maquinaria se deben realizar inspecciones, verificar la aplicación de los métodos de trabajo, analizar datos de los parámetros medidos, analizar el estado de la maquinaria y área donde se encuentra, así como posibles puntos potenciales de avería.

El monitoreo del funcionamiento de la maquinaria se realiza de forma aleatoria mediante inspección visual, por lo que no existe documentación ni formatos para realizar el monitoreo que puede posteriormente ser utilizado para determinar el comportamiento de la maquinaria y equipo.

Para asegurar el correcto funcionamiento de la maquinaria se debe realizar una evaluación general de las mismas, siendo esta de suma importancia debido a que permite conocer las condiciones de la maquinaria en general para que de ahí se realice una planificación y programación del mantenimiento de la misma.

Este tipo de evaluación debe de ser muy minuciosa, ya que de esto depende que la estabilización de la maquinaria sea posible y estas ya no presenten averías que conlleven al cese de producción durante el tiempo de reparación de la maquinaria en cuestión.

2.5.4. Inspección visual

Es la actividad que se refiere a revisar visualmente la maquinaria en busca de roturas, piezas zafadas, derrames de lubricantes, entre otras, para corregirlas en el momento apropiado, sin que esto conlleve a que se produzca un paro no programado.

Es la técnica visual más antigua entre los ensayos no destructivos, también la más usada por su versatilidad y bajo costo. En ella se emplea como instrumento principal el ojo humano, el cual es complementado frecuentemente con instrumentos de magnificación, iluminación y medición.

No se requiere de un gran entrenamiento para realizar una inspección visual correcta, aunque los resultados dependerán en gran parte de la experiencia de la persona que la realiza y de los conocimientos que este tenga respecto de la operación, los materiales y demás aspectos influyentes en el mecanismo de falla que el objeto pueda presentar.

La inspección visual puede dividirse en dos grupos según los instrumentos que se utilicen como ayuda a la visión y la distancia o acceso que se tenga entre la persona que realiza la inspección y el objeto de estudio:

- Inspección visual directa: la inspección se realiza a una distancia corta del objeto, aprovechando al máximo la capacidad visual natural del inspector. Se usan lentes de aumento, microscopios, lámparas o linternas y con frecuencia se emplean instrumentos de medición como calibradores, micrómetros y galgas para medir y clasificar las condiciones encontradas.

- Inspección visual remota: se utiliza en aquellos casos en que no se tiene acceso directo a los componentes a inspeccionar, en aquellos componentes en los cuales por su diseño, es muy difícil tener acceso a sus cavidades internas. Es usada para verificar el estado interno de los elementos de la maquinaria.

En el Departamento de Mantenimiento se realiza la inspección visual directa; esta inspección no mantiene una frecuencia idónea para su realización, por lo que muchas veces los componentes presentan fallas tempranas por falta de mantenimiento y control de los mismos.

2.5.5. Ajuste de maquinaria

Antes de empezar cada turno, los mecánicos del departamento de mantenimiento son los encargados de realizar los ajustes necesarios en la maquinaria para que esta trabaje según los parámetros del departamento de producción y según el producto que se realizará durante el turno de trabajo.

Es importante que este ajuste se realice al iniciar el turno de trabajo pero se mantenga en constante monitoreo durante el mismo, debido a que la máquina puede desajustarse durante el tiempo de operación.

3. PROPUESTA PARA MINIMIZAR LOS PAROS NO PROGRAMADOS

A continuación se presenta una propuesta de mantenimiento preventivo para minimizar los paros no programados en la línea productora de block.

3.1. Área de equipos

Esta área está compuesta por la maquinaria que trabaja conjuntamente en la línea de producción durante la fabricación de blocks. Se cuenta con 3 máquinas que hacen posible la fabricación de blocks.

En el área de mezcla en donde se encuentra la mezcladora Suzuki ubicada al principio de la línea de producción, aproximadamente a 6 metros de la máquina semiautomática productora de block, se debe reacondicionar la mezcladora y acercarla por lo menos hasta un metro para que el tiempo de vertido de mezcla en la máquina requiera de menos tiempo y menos distancia de traslado.

En el área de vibrocompresión se encuentra la máquina semiautomática productora de block, cuenta con un espacio de aproximadamente 3 m²; en esta área no se toma en cuenta el espacio necesario para salvaguardar la seguridad de las personas ajenas a su funcionamiento, como visitantes o supervisores, por lo que se debe señalizar el espacio necesario para que la seguridad de las personas, maquinaria y el proceso productivo no corran peligro de accidentes laborales.

El transportador de banda traslada los blocks de la máquina semiautomática hacia la bodega de almacenamiento e igual que en la máquina, se necesita señalar la distancia a la cual deben de permanecer las personas ajenas al proceso productivo.

3.1.1. Evaluación del funcionamiento de los equipos

La evaluación del funcionamiento de los equipos permite conocer las condiciones en la que se encuentran; a partir de ahí, se puede hacer la planificación y la programación adecuada del mantenimiento de los mismos. Es necesario que esta evaluación se realice con sumo cuidado para que la planificación y programación del mantenimiento se haga correctamente, según lo amerite cada equipo.

Para poder evaluar las condiciones de los equipos, se hará uso de un formato como herramienta de control, en la cual se anotará el componente o pieza de la máquina que necesita ser revisado y el estado en el cual se encuentra en el momento de la evaluación.

3.1.2. Detección de piezas en mal estado

Después de haber realizado la evaluación del funcionamiento de los equipos, se pueden identificar todas aquellas piezas que están en mal estado. Una manera de identificar las piezas en mal estado es haciendo uso de las bitácoras de mantenimiento o de las órdenes de trabajo, en las cuales se indica cuáles son las piezas que deben revisarse porque no están funcionando en perfectas condiciones; esto con el fin de que el equipo opere de la mejor condición posible.

En caso haya más de una pieza en mal estado, debe realizarse una lista por separado, detallando al equipo que pertenece; para posteriormente realizar un listado general y efectuar las órdenes de compra necesarias para la reposición de los mismos en cada equipo.

3.1.3. Reparación o cambio de piezas

Cuando se han identificado las piezas en mal estado de los equipos, se debe proceder a la reparación o al cambio de las mismas.

Si se toma la decisión de reparar o cambiar las piezas en mal estado, se debe de usar el siguiente criterio:

- Comparar el costo de adquirir una pieza nueva contra el costo de reparación de la misma
- Existencia en el mercado
- Tiempo de vida útil de la pieza

Para poder monitorear los cambios y reparaciones realizadas, es necesario que esta información sea guardada en el historial de fallas y mantenimiento observadas en cada uno de los equipos.

3.1.4. Detección de piezas faltantes

Para determinar si en el equipo existen piezas faltantes, se debe realizar una inspección detallada de las piezas que componen los equipos para verificar que no falte ninguna.

Si se detectara que falta una pieza, debe quedar especificada en la orden de trabajo del equipo para proceder a su reemplazo inmediato y evitar de este modo daños a los componentes del equipo o lesiones al personal.

3.1.5. Reposición de piezas faltantes

Cuando sea necesario adquirir una nueva pieza para reemplazar la que falta, se debe de realizar una requisición para solicitarla a bodega o para que el departamento de compras haga efectiva la misma en el menor tiempo posible y así evitar demoras en el reemplazo de la pieza.

3.1.5.1. Inventario de repuestos en stock

Es de suma importancia que se mantenga un nivel de stock de repuestos en bodega para evitar demoras en las reparaciones de los equipos; para ello se debe realizar un inventario de repuestos en existencia de forma periódica y verificar que los repuestos tengan movimiento en el inventario y que estos no sean obsoletos para el modelo de equipo que existe en la empresa, disminuyendo así los costos por inventario.

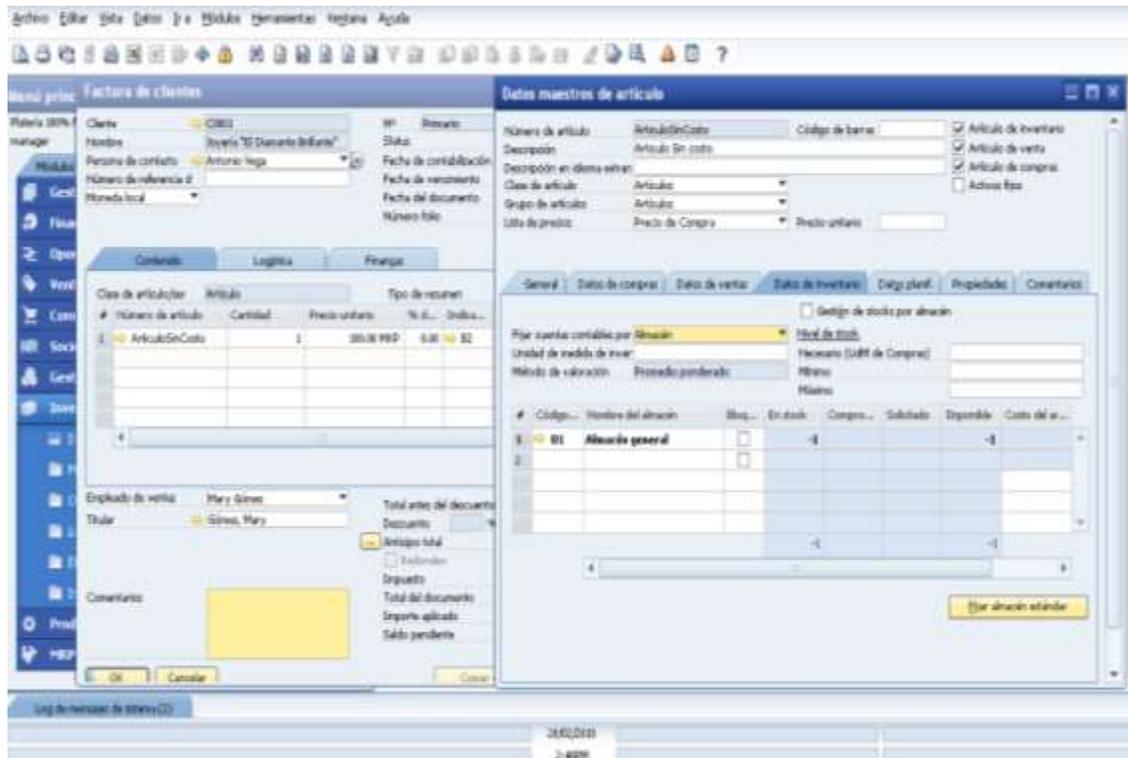
Esta revisión periódica puede realizarse con base en un listado de repuestos que permita llevar el control de la cantidad de piezas en existencia y poder realizar una requisición de compra cuando se alcance un nivel mínimo de piezas, evitando que el inventario llegue a cero.

3.1.5.2. Control y planeación de inventarios

Para poder llevar un mejor control y planeación de inventarios se puede hacer uso de un sistema de inventarios SAP.

Es un programa que puede mostrar las entradas y salidas de suministros, repuestos, costos reales y un nivel real de inventario en bodega.

Figura 6. Sistema de inventario SAP



Fuente: http://3.bp.blogspot.com/_UqIGMk6NV8A/TB6Nx-7_CLI/AAAAAAAAAO8/gcTvahyPdWI/s1600/t3.png. Consulta: 2 de diciembre de 2013.

3.2. Procedimiento para el mantenimiento

Cuando se crea un procedimiento de mantenimiento, este establece las acciones que se deben seguir para realizar el mantenimiento preventivo y correctivo. A continuación se detalla la realización del procedimiento para el mantenimiento.

Tabla XI. **Verificación del procedimiento**

Elaborado por Ingrid muralles	Verificado por		
Dirección	Gerencia de operaciones	Jefe de mantenimiento	Supervisor de mantenimiento
Función	Gerencia	Director del departamento	Desarrollador del plan estratégico
Nombre	Nancy López	Juan Domingo	Juan Huit
Fecha	29/11/2013	29/11/2013	29/11/2013
Firma			
Sello			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Validación del procedimiento**

	Validado por dirección Departamento de Mantenimiento		Autorizado por gerencia de operaciones y proyectos
Dirección	Gerencia de operaciones	Jefe de mantenimiento	
Función	Gerente del área de proyectos	Director del departamento	
Nombre	Nancy López	Juan Domingo	
Fecha	03/12/2013	03/12/2013	
Firma			
Sello			

Fuente: elaboración propia.

Fecha de emisión: 05 de diciembre de 2013

Fecha de impresión 05 de diciembre de 2013

Fecha de próxima revisión: 03 de diciembre de 2013

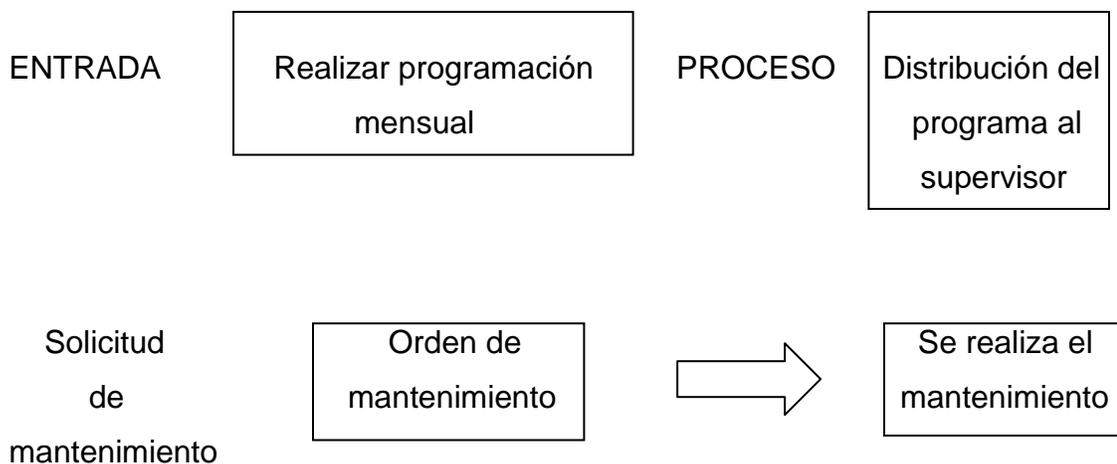
Copia no controlada una vez impresa.

Tabla XIII. **Registro de versiones**

Fecha	Versión	Fases	Responsable	Último cambio
05/12/2013	1.00	Creación	Ingrid Muralles	

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Guía rápida de referencia**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Lista de involucrados**

LISTA DE INVOLUCRADOS	
Nombre	Nivel de difusión: <input type="checkbox"/> Controlado <input type="checkbox"/> Libre
1. Nancy López, gerente de operaciones y proyectos	3. Juan Huit, supervisor de mantenimiento
2. Juan Domingo, jefe de mantenimiento	4. Técnicos mecánicos y operadores ayudantes

Fuente: elaboración propia.

- **Objetivo:** detallar las actividades a realizar por las personas involucradas, así como la documentación necesaria para el efecto.
- **Alcance:** desde la programación del mantenimiento preventivo hasta el análisis de las órdenes de trabajo y reportes de mantenimiento, así como registrar y archivar las mismas.
- **Glosario:** mantenimiento preventivo. Serie de trabajos realizados a un equipo o maquinaria con el fin de conservarlo.
- **Referencias:** jefatura de mantenimiento de Servicios Industriales Misceláneos S. A.
- **Políticas:** la jefatura de mantenimiento será la responsable del análisis de las órdenes de mantenimiento y reportes de trabajo que se realizaron. Será la encargada de realizar la programación de los mantenimientos así como de difundir el programa a los supervisores de mantenimiento y producción.

Los técnicos en mecánica son los responsables de llenar los reportes de trabajo y hacerlos llegar al supervisor de mantenimiento para posteriormente trasladarlos al jefe de mantenimiento para su respectivo análisis, registro y archivo.

Figura 8. Diagrama de procedimiento del mantenimiento preventivo

Responsable	Actividades	Descripción del procedimiento
<p>Jefe de mantenimiento</p> <p>Jefe de mantenimiento</p> <p>Supervisor de mantenimiento</p> <p>Técnicos en mecánica y operarios ayudantes</p>	<pre> graph TD Inicio([Inicio]) --> Programacion[Realizar la programación de mantenimiento] Programacion --> Distribucion[Distribuir la programación] Distribucion --> Ordenes[Distribuir las órdenes de trabajo] Ordenes --> Mantenimiento[Realizar mantenimiento a la maquinaria] Mantenimiento --> A[∇ A] </pre>	<p>Calendarizar las actividades de mantenimiento de la maquinaria</p> <p>Difundir la programación tanto en el área de mantenimiento como producción.</p> <p>Dar las instrucciones a los técnicos y operarios para que realicen las actividades programadas.</p> <p>Realizar las actividades detalladas en las órdenes de trabajo para el mantenimiento de la maquinaria.</p>

Continuación de la figura 8.

Responsable	Actividades	Descripción del procedimiento
<p>Supervisor de mantenimiento</p> <p>Jefe de mantenimiento</p> <p>Jefe de mantenimiento</p> <p>Jefe de mantenimiento</p>	<pre> graph TD B[Inverted Triangle B] --> A1[Devolver las órdenes al jefe de mantenimiento] A1 --> A2[Registrar las órdenes] A2 --> A3[Analizar, foliar y archivar órdenes] A3 --> A4[Realizar sesión semanal] A4 --> A5([Fin]) </pre>	<p>Luego de realizado el mantenimiento, el supervisor debe de recoger las órdenes y hacerlas llegar al jefe de mantenimiento</p> <p>En el programa MP se deben ingresar los datos de las órdenes de mantenimiento para su registro y control.</p> <p>Analizar los problemas suscitados durante el mantenimiento, foliar las órdenes de trabajo para su registro y archivarlas.</p> <p>Reunirse con el equipo de trabajo para encontrar mejoras, tanto del departamento como del mantenimiento de la maquinaria.</p>

Fuente: elaboración propia.

- Advertencias, riesgos y puntos de control:
 - Puntos de control
 - Revisar las órdenes de mantenimiento antes de distribuirlas al supervisor de mantenimiento y a los técnicos en mecánica.
 - La realización de mantenimiento.
 - Riesgos
 - Que se no realice el mantenimiento en el día programado.
 - Que se atrase la producción y por ende se tenga que reprogramar el mantenimiento a la maquinaria.

3.2.1. Mantenimiento preventivo

Se realiza a través de las siguientes acciones:

- El jefe de mantenimiento realiza la programación mensual del mantenimiento preventivo para cada una de las máquinas, teniendo en cuenta las prioridades de alguna reparación que haya quedado pendiente en el mantenimiento anterior, ejecutando dicha programación únicamente en el mes indicado, respetando en lo posible la realización adecuada del mantenimiento. Los mantenimientos preventivos serán realizados los días jueves de cada semana.

- La programación debe de ser distribuida al supervisor de mantenimiento, jefe y supervisor de producción, para que tengan conocimiento del día que se realizará el mantenimiento a cada equipo.
- Semanalmente se realiza una sesión de trabajo en el departamento de mantenimiento, con la participación del jefe de mantenimiento y personal de mantenimiento, en la que se revisa el plan proyectado, así como el cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo de la semana anterior. Como resultado de esta sesión se realizan ajustes a la programación, en cuanto a tiempos de ejecución, así como recursos asignados.
- El jefe de mantenimiento se encarga de distribuir las órdenes de trabajo al personal, las cuales deben de ser llenadas por la persona responsable de realizar el mantenimiento, anotando en ella los datos concernientes.
- Las órdenes de trabajo ejecutadas deben de ser devueltas al jefe de mantenimiento para su respectivo registro y control, empezando a realizar un historial de los problemas presentados en la maquinaria. Por último, las órdenes de trabajo son foliadas y archivadas.

3.2.1.1. Preventivo menor (200 horas)

Se realiza a través de los siguientes pasos:

- El jefe de mantenimiento realiza la programación del mantenimiento preventivo para que cuando se hayan cumplido 200 horas de funcionamiento de la maquinaria, esta tenga su mantenimiento respectivo.

- El mantenimiento preventivo menor será realizado un día jueves; si en caso las 200 horas se cumplen días después de este día, el mantenimiento tiene que hacerse el jueves próximo anterior a su cumplimiento.
- La fecha de programación del mantenimiento preventivo menor debe ser distribuida al supervisor de mantenimiento, jefe y supervisor de producción, para que tengan conocimiento del día que se realizará el mantenimiento.
- El jefe de mantenimiento se encarga de distribuir la orden de trabajo al personal, la cual es llenada por la persona responsable de realizar el mantenimiento, anotando en ella los datos concernientes.
- La orden de trabajo ejecutada debe de ser devuelta al jefe de mantenimiento para su respectivo registro y control, empezando a realizar un historial de los problemas presentados en la maquinaria.
- Por último, la orden de trabajo es foliada y archivada.

3.2.1.2. Preventivo mayor (800 horas)

Este mantenimiento se realiza a través de los siguientes pasos:

- El jefe de mantenimiento realiza la programación del mantenimiento preventivo para que cuando se hayan cumplido 800 horas de funcionamiento de la maquinaria, esta tenga su mantenimiento respectivo.

- El mantenimiento preventivo mayor será realizado un día jueves, si en caso las 800 horas se cumplen días después de este día, el mantenimiento tiene que hacerse el jueves próximo, anterior a su cumplimiento.
- La fecha de programación del mantenimiento preventivo mayor debe ser distribuida al supervisor de mantenimiento, jefe y supervisor de producción, para que tengan conocimiento del día que se realizará el mantenimiento.
- El jefe de mantenimiento se encarga de distribuir la orden de trabajo al personal, la cual es llenada por la persona responsable de realizar el mantenimiento, anotando en ella los datos concernientes.
- La orden de trabajo ejecutada debe de ser devuelta al jefe de mantenimiento para su respectivo registro y control, empezando a realizar un historial de los problemas presentados en la maquinaria.
- Por último, la orden de trabajo es foliada y archivada.

3.2.2. Mantenimiento correctivo

Se realiza a través de los siguientes pasos:

- El jefe de mantenimiento es informado por el supervisor de producción y operario, respecto de la falla que se ha suscitado en la maquinaria.
- Si es diagnosticado un mantenimiento correctivo urgente, el jefe contacta a uno de los mecánicos, el cual es designado para reparar la falla.

- Si es diagnosticado un mantenimiento correctivo no urgente, se debe llenar una orden de trabajo de mantenimiento correctivo, la cual se devuelve al jefe de mantenimiento y este debe programar la reparación de la maquinaria, ya sea durante el mantenimiento preventivo siguiente a la fecha de la avería u otro día.
- El jefe de mantenimiento se encarga de distribuir la orden de trabajo a los mecánicos, la cual debe de ser llenada por la persona responsable de realizar el mantenimiento, anotando en ella los datos concernientes.
- La orden de trabajo ejecutada debe ser devuelta al jefe de mantenimiento para su respectivo registro y control, empezando a realizar un historial de los problemas presentados en la maquinaria.
- Por último, las órdenes de trabajo son foliadas y archivadas.

3.3. Estadísticas e información

Para llevar un buen control sobre el mantenimiento de los equipos es necesario recabar información mediante reportes de mantenimientos tanto preventivos como correctivos, que conllevan a un monitoreo y control efectivo.

3.3.1. Reportes de mantenimiento

Un reporte de mantenimiento es un documento que ayuda a llevar el registro de las actividades realizadas durante el mantenimiento, así como las causas que originaron la falla, tiempo de reparación, entre otras.

3.3.1.1. Mantenimientos preventivos

El reporte de mantenimiento preventivo se utiliza para realizar las actividades ya programadas y ayuda al departamento de mantenimiento a recordar las actividades que deben realizarse en cada una de las intervenciones de los equipos; además, los reportes se elaboran según las necesidades de cada maquinaria.

Los reportes de mantenimiento preventivo se pueden elaborar en forma de *check list*, el cual se puede planificar mensualmente.

En la figura 9 se presenta el modelo de *check list* en el cual se detallan las actividades necesarias de cada uno de los mantenimientos preventivos para la máquina semiautomática productora de block, asimismo se pueden diseñar los *check list* para las otras 2 maquinarias.

3.3.1.2. Mantenimientos correctivos

El reporte de mantenimiento correctivo es un documento que ayuda a llevar el control de las actividades que no se tenían programadas pero que deben de ser registradas dentro del programa de mantenimiento y así tener un historial de fallas imprevistas para poder controlarlas en un futuro.

En la figura 10 se presenta el modelo de orden de mantenimiento correctivo en el que se detalla la descripción de la falla y actividades realizadas, esta orden puede ser utilizada en las otras dos maquinarias.

Figura 9. **Check list para reporte de mantenimiento preventivo**

Programación mensual de mantenimiento preventivo																									
		Máquina semiautomática productora de block																							
		Mes: marzo 2014																							
Actividad	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4									
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V					
	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	17	18	19	20	21	24	25	26	27	28					
Limpieza				✓					✓					✓					✓						
Ajuste																									
Pernos				○					○					○					○						
Tuercas				✓					○					✓					✓						
Pernos de anclaje				○					✓					✓					○						
Lubricación de rodamientos				✓					○					○					✓						
Verificación de desgaste																									
Rodamientos	✓			○			○		✓			✓		✓			○		✓						
Bandas				✓					✓					✓					✓						
Brazos				✓					○					✓					○						
Ruedas de rodamiento	✓			✓			○		✓			○		✓			✓		✓						
Ejes guía				○					✓					✓					○						
Funcionamiento correcto de la maquinaria				✓										○											
Búsqueda y reparación de fugas				○					✓					○					✓						
Pruebas generales de funcionamiento																			✓						

○ Actividad programada
 ✓ Actividad realizada

Firma jefe de mantenimiento

Fecha

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Orden de mantenimiento correctivo

No.	
	Máquina _____
	Fecha _____
Persona que reporta la falla	_____
Persona encargada del mantenimiento	_____
Hora de la falla	_____
Descripción de la falla	_____

Actividades realizadas	_____

observaciones y recursos utilizados	_____

Firma del ecargado de mantenimiento	Firma del jefe de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

3.4. Monitoreo y control

El monitoreo y control de los equipos debe realizarse según las necesidades de cada uno para garantizar que el monitoreo sea constante y eficiente, y garantice el funcionamiento adecuado de los equipos.

3.4.1. Software de mantenimiento MP

Es un software de computadora que ayuda a llevar el control del programa de mantenimiento; en dicho software se puede administrar la gestión de mantenimiento de manera eficiente, teniendo la información ordenada y bajo un estricto control.

En el software de mantenimiento se puede llevar el control de los indicadores de mantenimiento, registro de recursos utilizados, repuestos y *stock* de bodega además de realizar un análisis mensual de los datos recolectados en las órdenes de mantenimiento; también se pueden planificar los mantenimientos preventivos mensuales.

3.4.1.1. Registro y control de mantenimiento

Cada vez que se le realiza mantenimiento a un equipo se debe llevar un registro por medio de los reportes de mantenimiento; dicho registro se genera al ingresar en el software MP los datos presentados en los reportes de mantenimiento; esto no solo generará un registro sino controlará indicadores tales como el cumplimiento del programa de mantenimiento, historial de fallas más comunes presentadas en un período dado, suministros utilizados, repuestos utilizados, costo del mantenimiento, entre otros. El registro se realiza para cada uno de los equipos.

3.4.1.1.1. Preventivo

El registro y control del mantenimiento preventivo se debe ingresar mensualmente al programa; durante el mes se tendrán cuatro mantenimientos preventivos; uno por cada semana del mes para evitar fallas imprevistas en los equipos.

Dichos reportes son generados por el programa y para crear un nuevo reporte para el mes siguiente; primero se debe cerrar el reporte del mes anterior; esto solo se logra chequeando que las actividades se hayan realizado, ya sea en la fecha programada o en una fecha próxima a la programada, en el caso que no se haya realizado en la fecha estimada, se debe especificar el motivo para tener un respaldo ante el departamento de producción o ante la gerencia.

3.4.1.1.2. Correctivo

El registro y control del mantenimiento correctivo se debe ingresar diariamente al programa, para que esta información sea de utilidad para detectar frecuencia de la falla, tiempo medio entre fallas, gráficas estadísticas que proporcionen información adicional para analizar el 20 % de las causas que generan el 80 % de los problemas (diagrama de Pareto).

3.4.2. Bitácora de fallas

Esta bitácora se utilizará para anotar las fallas ocurridas en los equipos o las inspecciones realizados a los mismos. Se anotarán de forma cronológica para que sea fácil verificar la última vez que se presentó la falla y en cuánto tiempo se logró reparar el equipo o maquinaria.

La bitácora de fallas estará a cargo de los mecánicos del departamento de mantenimiento como un respaldo adicional a los reportes de mantenimiento y puedan buscar fácil y rápidamente el historial de una falla en específico. Además es importante mantener una bitácora de fallas por cada equipo o maquinaria; ya que de lo contrario será difícil clasificar la información sobre un equipo específico.

3.4.3. Bitácora de reparaciones

La bitácora de reparaciones se utilizará para anotar en ella todas las reparaciones realizadas a los equipos o maquinaria para tener un historial de soluciones para cada falla específica que se presente y que en su momento llevó mucho más tiempo para ser reparada; por lo tanto se disminuirá el tiempo de reparación de las fallas presentadas en los equipos o maquinaria.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Planeación del mantenimiento preventivo en los equipos

La planeación del mantenimiento preventivo es un proceso administrativo con el objetivo de prevenir las interrupciones en la operación del equipo o maquinaria, para poder ofrecer una alta disponibilidad de las mismas para su uso durante la producción de blocks. Esto se puede lograr mediante el diseño de una adecuada planificación de mantenimiento preventivo a través del cual se asegura un desempeño eficiente del mantenimiento, en lo concerniente a las actividades que se deben de llevar a cabo durante el mismo, el personal capacitado para realizarlo, dirección y control de las operaciones de mantenimiento, entre otras.

4.1.1. Personal encargado del mantenimiento

Para la ejecución de las actividades de mantenimiento se dispone de personal calificado para atender la maquinaria, logrando conseguir una alta disponibilidad de la misma al servicio del departamento de producción.

El equipo de trabajo del departamento de mantenimiento tiene que conocer, saber y ejecutar sus atribuciones para cumplir con lo que se tenga planificado, realizando los trabajos de una manera ordenada, siendo eficientes en la utilización de recursos y eficaces en la ejecución de las actividades; por lo cual se ha desarrollado un manual de funciones en el que se estipula el conocimiento, experiencia y cualidades de las personas a contratar (en resumen, el perfil del puesto).

4.1.1.1. Perfil de puestos

- Jefe del departamento mantenimiento
 - Requisitos
 - Ingeniero mecánico o mecánico industrial
 - Don de liderazgo
 - Habilidad para negociar
 - Capacidad de planificación y control
 - Organizado, con integridad y ética profesional
 - Orientado al cumplimiento de metas y objetivos
 - Experiencia en mantenimiento industrial
 - Experiencia en manejo de proyectos
 - Experiencia en mecánica y electricidad industrial
 - Experiencia en desarrollo y controles administrativos
 - Experiencia en manejo de personal
 - Disponibilidad de tiempo
 - Atribuciones
 - Velar porque el Departamento de Mantenimiento cumpla con las políticas y procedimientos establecidos por las direcciones administrativas de la empresa.
 - Establecer contacto con proveedores de productos y/o servicios.
 - Requerimiento de cotizaciones y realización de compras.

- Responsable de registrar y controlar las acciones de mantenimiento.
- Elaborar reportes diarios, semanales, quincenales y/o mensuales, según los requiera la gerencia.
- Mantener bajo control los indicadores de mantenimiento.
- Administrar la bodega de repuestos y suministros.
- Elaborar el presupuesto de mantenimiento preventivo de forma anual.
- Propuesta, elaboración y control de proyectos de mejora.
- Llevar a cabo el plan de mantenimiento preventivo.
- Planificar el mantenimiento preventivo anual.
- Planificar la capacitación del personal de mantenimiento.
- Analizar la información proporcionada por el software MP, según los reportes de mantenimiento y requisiciones de material.
- Llevar el control de las requisiciones de suministros.

- Supervisor del área de mantenimiento
 - Requisitos
 - Bachiller industrial
 - Técnico en mantenimiento industrial
 - Técnico en supervisor industrial
 - Orientado al cumplimiento de metas y objetivos
 - Experiencia en manejo de personal
 - Experiencia en supervisión de mantenimiento
 - Experiencia en mantenimiento industrial
 - Disponibilidad de tiempo
 - Atribuciones
 - Supervisar las actividades del departamento de mantenimiento.
 - Velar por el seguimiento y control del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo.
 - Realizar requerimientos de compra para la adecuada realización de las actividades del departamento.
 - Cumplir con las políticas y procedimientos administrativos.
 - Administrar y controlar la bodega de repuestos y suministros.

- Programar actividades de mantenimiento.
 - Velar que los trabajos del personal se realicen cumpliendo las normas de seguridad.
 - Elaborar órdenes de mantenimiento para la realización de las actividades programadas.
- Técnicos en mecánica
 - Requisitos
 - Técnico en mantenimiento industrial
 - Conocimiento de mecánica de banco
 - Conocimiento de rodamientos
 - Conocimiento de electricidad
 - Experiencia en mantenimiento industrial
 - Experiencia en soldadura
 - Disponibilidad de tiempo
 - Sexo masculino
 - Atribuciones
 - Ejecutar las órdenes de mantenimiento generadas por el jefe de mantenimiento.
 - Elaborar informe de las actividades realizadas.
 - Llevar al día la bitácora de fallas y reparaciones.

- Contribuir a que la maquinaria se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento.
 - Elaborar reportes de trabajo.
 - Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria.
 - Realizar visitas e inspecciones a la maquinaria o equipo, para verificar su funcionamiento.
- Operario asistente del área de mecánica
 - Requisitos
 - Tercero básico
 - Conocimiento en manejo de herramienta
 - Sexo masculino
 - Proactivo
 - Actitud de servicio
 - Establecer buenas relaciones interpersonales
 - Atribuciones
 - Movimiento y limpieza de piezas
 - Ayudar al mecánico cuando éste realiza los trabajos
 - Limpieza del área de trabajo

- Verificar el estado de la herramienta
 - Mantener un adecuado comportamiento, evitando juegos e imprudencias que puedan ocasionar un accidente
 - Ayudar en las inspecciones y visitas a la maquinaria o equipo
 - Brindar apoyo al área de mecánica
- Jefe del área de bodega
 - Requisitos
 - Perito contador
 - Conocimiento de repuestos industriales
 - Experiencia en administración de bodega
 - Experiencia en manejo de personal
 - Experiencia en utilización de Excel
 - Disponibilidad de tiempo
 - Atribuciones
 - Elaborar informes sobre las actividades realizadas
 - Despacho de solicitudes de repuestos y/o accesorios por medio de requisiciones
 - Manejo y control de la bodega

- Mantener bajo control el inventario
- Velar por el cumplimiento de los procedimientos establecidos para el manejo de la bodega
- Recepción de producto que ingresa a la bodega

4.1.2. Diseño de indicadores

Los indicadores son parámetros numéricos que, convenientemente utilizados, pueden ofrecer una oportunidad de mejora continua en el desarrollo, aplicación de métodos y técnicas específicas de mantenimiento.

La magnitud de los indicadores sirve para comparar con un valor el nivel de referencia, con el fin de adoptar acciones correctivas, modificativas, predictivas, según sea el caso.

La confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad son prácticamente las únicas medidas técnicas y científicas, fundamentadas en cálculos matemáticos, estadísticos y probabilísticos, que tiene mantenimiento para su análisis.

Los indicadores de gestión (planificación, ejecución, control y evaluación), son aquellos que normalmente interrelacionan dos valores y aportan una visión completa que evalúa diversos aspectos de la gestión del departamento de mantenimiento.

A continuación se detallan los diversos beneficios que puede proporcionar a una organización la implementación de un sistema de indicadores de gestión.

- El mejoramiento continuo se realiza mediante un seguimiento exhaustivo a cada eslabón de la cadena que conforma el proceso. Las mediciones son las herramientas básicas no solo para detectar oportunidades de mejora, sino además para implementar las acciones.
- Un adecuado sistema de medición permite a las personas conocer su aporte en las metas institucionales y cuáles son los resultados que soportan la afirmación de lo que se está realizando bien.

Para diseñar los indicadores con los cuales trabajará el departamento de mantenimiento, se toman en cuenta solo aquellos que son útiles para dicho departamento y así no tener información extra a la necesaria, para evaluar el desempeño y trabajo realizado por el departamento de mantenimiento.

- Cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo: este indicador sirve para evaluar mes a mes qué tanto se va cumpliendo con los mantenimientos programados a cada una de las máquinas de SINDUMSA, con el fin de garantizar el buen funcionamiento y estado de la maquinaria para tener la producción deseada. El criterio para evaluar el cumplimiento del programa de mantenimiento en SINDUMSA está basado en porcentaje, para lo cual se considera que el programa ha cumplido y es positivo siempre y cuando se encuentre entre el 85 % al 100 %; de lo contrario se considerará negativo o rojo el cumplimiento del programa y se debe de indicar y comprobar la raíz del no cumplimiento.
- Indicador de horas paro de maquinaria: sirve para evaluar mes a mes el total de horas que se deja de producir cada una de las máquinas de SINDUMSA, a raíz de de los paros o mantenimientos correctivos tener de una forma gráfica y práctica los valores positivos o negativos y hacer un

análisis para una acción correctiva o una mejora. El criterio para evaluar el indicador de horas paro se hará en porcentajes, tomando como referencia o base el promedio de horas paro del periodo o año anterior, el cual servirá para definir la meta del año siguiente; es decir, si el promedio de horas paro por mes de un año es de 50, este valor será la base para el año siguiente, quedando a criterio del gerente y jefe de mantenimiento el establecer en referencia al periodo base, la meta a seguir el año siguiente; siendo esta siempre igual o menor al periodo base y nunca arriba del mismo. El resultado se considerará malo o rojo si se encuentra un 10 % por arriba del valor establecido como meta.

- Indicador de mantenimiento preventivo respecto del mantenimiento correctivo: este indicador muestra en porcentaje las horas de intervención que se tiene por parte del departamento de mantenimiento en la maquinaria de SINDUMSA, de forma programada vs. no programada, esperando siempre que los paros programados sean superiores a los no programados. Para el indicador de preventivo vs. correctivo en SINDUMSA, se establece que el valor en porcentaje deberá ser de 60 % contra 40 %; es decir se considerará como valor positivo siempre que el mantenimiento preventivo sea igual o mayor a 60%; en caso contrario el valor se considera negativo o rojo.
- Indicador de disponibilidad de maquinaria: es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción. Es el objetivo principal del mantenimiento; puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. Se expresa en porcentaje, como la probabilidad de que una máquina esté preparada

para producción en un período de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías o ajustes.

$$D = \frac{\textit{Tiempo total de operación}}{\textit{Tiempo total de operación} + \textit{Tiempo total de parada}}$$

Los períodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sean por mantenimientos planificados o por paradas de producción, dado a que estas no son debidas al fallo de la máquina. Para que se considere que la disponibilidad de maquinaria está bajo control y es una disponibilidad idónea debe de estar en el rango normal donde el 4 % restante es por el tiempo de mantenimiento preventivo programado.

- ≤ 80 % Mala
 - 81 % - 90 % Regular
 - 91 % - 96 % Normal
 - 97 % - 100 % Óptima
-
- **Fiabilidad:** es la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las que fue diseñado, durante el período de tiempo especificado y bajo las condiciones de operaciones dadas. El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los equipos, para ello se utiliza lo que se denomina tasa de falla, por lo tanto, la media de tiempos entre fallas caracteriza la fiabilidad de la máquina.

 - **Tiempo promedio entre falla (TPEF):** mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad, sin interrupciones, dentro de un período considerado de estudio. A mayor valor de TPEF, mayor confiabilidad presenta el producto.

$$TPEF = \frac{\text{Horas de operación}}{\sum \text{Número de fallas detectadas}}$$

$$TPEF = \frac{153 \text{ horas}}{165 \text{ fallas}} * 100 \cong 93 \%$$

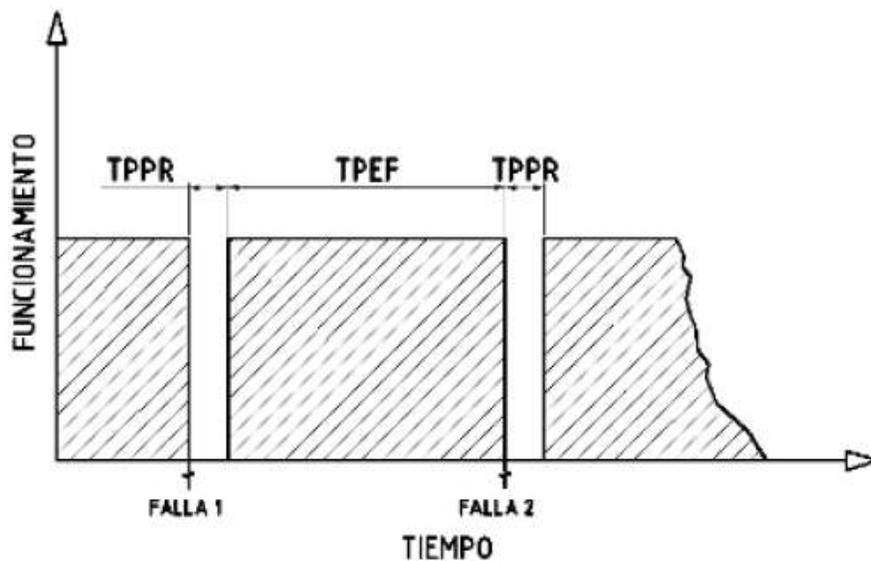
La maquinaria posee un tiempo promedio entre fallas de un 93 % que se puede clasificar como un promedio normal de disponibilidad de maquinaria, por lo que el 93 % del tiempo el equipo está en funcionamiento, mientras que un 7 % del tiempo se distribuye entre el tiempo de ocurrencia de una avería y otra.

- ≤ 80 % Mala
 - 81 % - 90 % Regular
 - 91 % - 96 % Normal
 - 97 % - 100 % Óptima
- **Mantenibilidad:** es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo dado, y usando unos recursos determinados. Por lo tanto la media de tiempos de reparación (TPPR) caracteriza la mantenibilidad del equipo.
 - **Tiempo promedio para reparación:** es la relación entre el tiempo total de intervención correctiva y el número total de fallas detectadas, en el período observado. La relación existente entre el tiempo promedio entre fallas debe estar asociada con el cálculo del tiempo promedio para la reparación. Mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la unidad se encuentra fuera de servicio por un fallo.

$$TPPR = \frac{\text{Tiempo total de fallas}}{\text{Número de fallas detectadas}}$$

$$TPPR = \frac{23 \text{ horas}}{165 \text{ fallas}} * 100 \cong 14 \%$$

Figura 11. Interpretación gráfica de los índices TPPR y TPEF



Fuente: GONZÁLEZ, Francisco Javier. *Auditoría de mantenimiento e indicadores de gestión.* p. 50

- Número de paradas que causan detención de la producción: es la suma de las paradas que ocurrieron durante un período dado.

$$NP = \sum \text{paradas ocurridas en un período de tiempo}$$

Durante un tiempo determinado se debe cuantificar el número de paradas de maquinaria que ocasiona detención de la producción,

teniendo como un número normal un rango de 11 a 30 paradas; por lo que el departamento de mantenimiento debe conseguir que el número de paradas sea menor a 10 para que las máquinas estén en óptimas condiciones.

- ≤ 10 paradas Óptima
- 11 – 30 paradas Normal
- 31 – 40 paradas Regular
- ≥ 41 paradas Mal

- Tasa de realización de las actividades de mantenimiento preventivo: mide el porcentaje de actividades realizadas, contra las previstas.

$$TRMP = \frac{\text{Número de actividades llevadas a cabo}}{\text{Número de actividades previstas}}$$

Si algún motivo de fuerza mayor provoca que no se realice alguna actividad programada, se debe evaluar un criterio de realización, el cual se mide en porcentaje; dicho porcentaje debe de ser superior a 91 % para que las actividades de mantenimiento que no se realizan no perjudiquen la maquinaria.

- ≤ 80 % Mala
- 81 % - 90 % Regular
- 91 % - 96 % Normal
- 97 % - 100 % Óptima

- Control de indicadores de mantenimiento: para poder llevar un control estadístico de los indicadores diseñados, se elabora una base de datos

en Excel, la cual contiene las fórmulas especificadas anteriormente, para que de esa forma solo se tenga que alimentar la base con datos que proporcionan los reportes u órdenes de trabajo; para tal efecto, Excel calcula cada uno de los indicadores e imprime en gráficas los resultados para que sean más fácil de analizar.

4.1.3. Acciones a tomar

En el área de mantenimiento de SINDUMSA se deben definir las acciones a seguir, las cuales determinarán el alcance de las medidas ejecutadas, según lo programado en el plan de desarrollo, propuesta e implementación del programa.

Las acciones que se han considerado y que son inherentes al programa de mantenimiento preventivo a implementar, darán la pauta para asegurar un rendimiento aceptable de la maquinaria y/o equipo, tomando en cuenta los factores que son relevantes y que sin duda alguna influyen en el ritmo de la producción que puede entregar la maquinaria, incidiendo directamente en la eficiencia de cada una de ellas.

Es importante analizar, registrar y controlar cada una de las actividades planeadas para cada período de estudio de las máquinas y/o equipos, dichas acciones son:

- Visitas e intervenciones frecuentes
- Limpieza interna y externa de la maquinaria y/o equipo
- Limpieza de las áreas de mantenimiento
- Orden y limpieza del área atendida
- Elaboración de reportes

- Seguimiento y control
- Cumplimiento del programa de mantenimiento
- Lubricación y engrase
- Ajuste y calibración
- Control presupuestario
- Pruebas de funcionamiento
- Reemplazo de piezas faltantes
- Reemplazo de piezas dañadas
- Ejecución del programa de mantenimiento preventivo
- Inspección de condiciones seguras
- Supervisión del mantenimiento

Las actividades planeadas por el departamento de mantenimiento deben realizarse de forma eficiente y efectiva, para poder asegurar la disponibilidad de la maquinaria y/o equipo indispensable para el proceso productivo, lo cual será medido por medio de los indicadores para medición de desempeño, permitiendo que se mantenga un parámetro para el control y seguimiento de las actividades del departamento de mantenimiento.

4.2. Programa de mantenimiento preventivo

El programa de mantenimiento preventivo pretende aprovechar los recursos disponibles, estableciendo períodos sobre los cuales se elaborará la planificación del mantenimiento, llevándolo a cabo en fechas establecidas para ejecutar las actividades inherentes al mantenimiento de los equipos. El tener un programa de mantenimiento preventivo conlleva a mejoras para la maquinaria y equipo, entre las cuales se pueden mencionar:

- Disminución de las fallas o paros imprevistos.

- Se reducirán significativamente los paros por mantenimiento correctivo no programado.
- Los paros de maquinaria se realizarán de manera ordenada y programada.
- El mantenimiento correctivo programado se realizará con mayor efectividad debido a las visitas periódicas del personal de mantenimiento, brindando así una mayor disponibilidad de maquinaria.
- Reducción de tiempos de ocio del personal, lo cual conlleva al mejor aprovechamiento de los recursos.
- Se preservará la vida útil de la maquinaria y/o equipo.

4.2.1. Equipos

SINDUMSA cuenta con una máquina semiautomática productora de block, una mezcladora marca Suzuki y un transportador de banda.

A continuación se detalla el programa de mantenimiento para cada uno de los equipos concernientes al proceso de producción de block.

4.2.1.1. Máquina semiautomática productora de block

La máquina semiautomática es la encargada de elaborar los blocks, dándole la forma deseada por medio de vibrocompresión; para tal efecto, la máquina necesita un plan de mantenimiento el cual se detalla a continuación.

Tabla XV. **Programa de mantenimiento preventivo de la máquina semiautomática productora de block**

Mantenimiento preventivo diario	<p align="center">Lubricación</p> <p>Verificar la correcta lubricación de rodamientos, guías de moldes, rodamientos de rueda de elevador, alimentador de mezcla, poleas, cardán, cono corona, bujes y chumaceras; en caso que sea necesario, aplicar el proceso de lubricación.</p>	<p align="center">Material requerido</p> <p><i>Solid oil</i> o grasa LGMT 2 SKF y aceite lubricante LHMT 68</p>
	<p align="center">Limpieza</p> <p>Partículas de polvo depositadas en el molde, cajón de alimentación, mesa vibratoria, elevador y moldes macho.</p>	<p>Trapo industrial y cepillo de fibras.</p>
Mantenimiento preventivo semanal	<p align="center">Limpieza, ajuste y lubricación</p> <p>Limpieza completa de la máquina, verificación de ajustes de pernos, tuercas, pernos de anclaje, carros transportadores, desgaste en rodamientos, bandas, brazos, ruedas de rodamientos, ejes guías, empaques, el buen funcionamiento de todos los elementos, búsqueda y reparación de fugas.</p>	<p>Trapo industrial, grasa LGMT 2 SKF, herramienta y aceite lubricante LHMT 68</p>

Continuación de la tabla XV.

Mantenimiento preventivo mensual	Pruebas de funcionamiento y cambio de piezas Realizar pruebas generales de funcionamiento y cambio de piezas en mal estado por repuestos en bodega.	Repuestos, herramienta
---	---	------------------------

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.2. Mezcladora Suzuki

Esta máquina es la encargada de proporcionar a la máquina semiautomática el concreto liviano que necesita para la fabricación de blocks, mezclando previamente sus componentes para luego transformarlos en dicha máquina.

Para obtener un prolongado y confiable servicio de la mezcladora es necesario efectuar periódicamente un mantenimiento preventivo tanto a la máquina como al motor, para lo cual, se realiza una programación de mantenimiento.

En la siguiente tabla se detalla el mantenimiento preventivo necesario para que la mezcladora se mantenga en óptimas condiciones de funcionamiento.

Tabla XVI. Programa de mantenimiento preventivo para la mezcladora

Mantenimiento preventivo diario	Limpieza Lavado de tolva, verificar el nivel de aceite del motor.	Material requerido Agua, grava y aceite SAE-30
Mantenimiento preventivo semanal	Limpieza y engrase Limpieza general de la máquina, engrase de soporte de horquilla, eje de volante, eje de tolva, soporte posterior de horquilla, chumaceras, eje de piñón, eje de volante y rodamientos.	Grasa LGMT 2 SKF
Mantenimiento preventivo semestral	Funcionamiento y engrase Realizar pruebas generales de funcionamiento, además de engrasar las masas de rueda.	Herramienta, grasa LGMT 2 SKF

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.3. Transportador

El transportador se encarga de llevar los blocks que son elaborados en la máquina semiautomática, transportándolos a la bodega, almacenándolos durante los siguientes 3 días para su fraguado, posteriormente se despachan a los clientes.

El mantenimiento preventivo de un transportador es fácil de realizar, además aumentará la vida útil de este, reduciendo las reparaciones mediante rutinas de inspecciones periódicas y cambio de piezas dañadas.

Tabla XVII. **Programa de mantenimiento preventivo para el transportador**

Mantenimiento preventivo semanal	<p style="text-align: center;">Revisión y ajustes</p> <p>Revisar extremos, presencia de desgaste, problemas de alineación, movimiento no uniforme y ajuste general de máquina, revisión de banda especialmente sus orillas laterales.</p>	<p style="text-align: center;">Material requerido</p> <p>Herramienta</p>
Mantenimiento preventivo quincenal	<p style="text-align: center;">Revisión y engrase</p> <p>Revisar guardas, comprobar que no haya desgaste o deformación en el eslabón de la cadena, engrasar cojinetes.</p>	<p>Grasa LGMT 2 SKF</p>
Mantenimiento preventivo mensual	<p style="text-align: center;">Limpieza, lubricación y alineación</p> <p>Lavar los ejes y la banda con agua y un desengrasante para eliminar residuos de grasa y aceite lubricante, lubricar rodamientos y la caja de engranes, alineación de la banda.</p>	<p>Agua, aceite lubricante LHMT 68 y desengrasante</p>
Mantenimiento cada 4 meses	<p style="text-align: center;">Engrase</p> <p>Engrasar embrague y eje de accionamiento.</p>	<p>Grasa LGMT 2 SKF</p>

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Herramienta

El mantenimiento preventivo de la herramienta que se utiliza para realizarle mantenimiento a la maquinaria es fácil de llevar a cabo; dicho mantenimiento se detalla a continuación.

Tabla XVIII. **Programa de mantenimiento preventivo de la herramienta**

Mantenimiento preventivo semanal	Limpieza	Material requerido
	Limpiar la herramienta después de cada uso	Trapo industrial
	Revisión visual	
	Revisar manijas en busca de grietas, rajaduras, fracturas o astillas. Revisión general de la herramienta en busca de desgaste u oxidación.	

Fuente: elaboración propia.

4.3. Ejecución de actividades

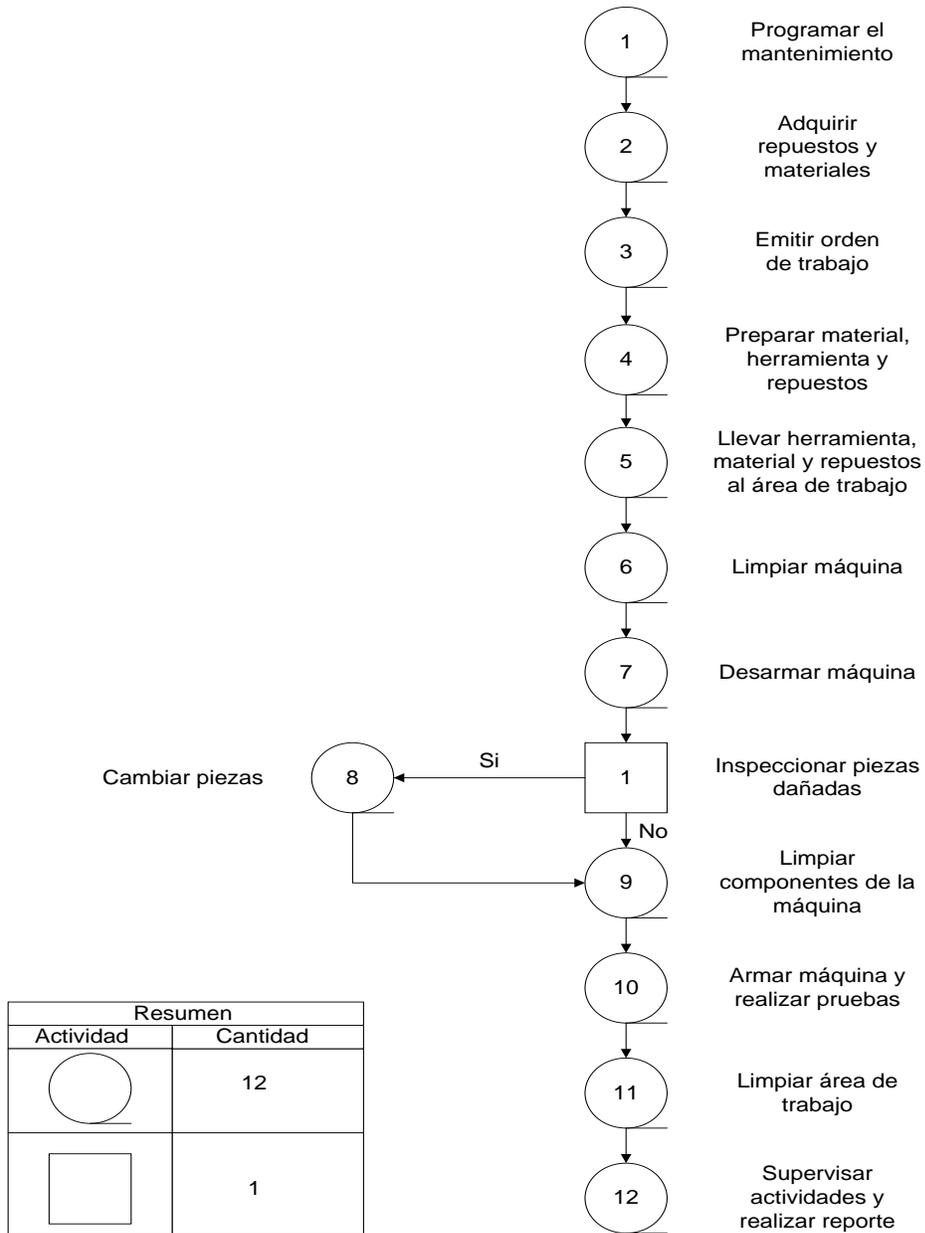
Todas las actividades que realice el departamento de mantenimiento, deben seguir y respetar el procedimiento desarrollado e implementado; esto con el objetivo de mantener el control y registro de las tareas que son programadas en cada mantenimiento preventivo.

4.3.1. Flujo de operaciones para ejecutar el mantenimiento preventivo

El flujograma que se ha desarrollado muestra gráficamente el procedimiento que debe de seguirse para la ejecución de actividades de mantenimiento preventivo, con el fin de lograr un trabajo más ordenado y controlado.

Figura 12. Flujo de operaciones para ejecutar el mantenimiento preventivo

Empresa: SINDUMSA	Fecha: marzo 2014
Departamento: Mantenimiento	Página: 1 de 1
Elaborado: Ingrid Muralles	Revisado: Lissette López



Resumen	
Actividad	Cantidad
	12
	1

Fuente: elaboración propia.

La implementación del flujo de operaciones para la ejecución de mantenimiento preventivo conlleva a los siguientes beneficios:

- Mejor administración del tiempo
- Aprovechar los recursos disponibles
- Tener el control de las actividades del mantenimiento preventivo
- Estandarizar los procedimientos para realizar las actividades
- Llevar registro de las órdenes de trabajo ejecutadas, lo cual brindará un historial de mantenimiento

4.3.2. Flujo de operaciones para analizar la información

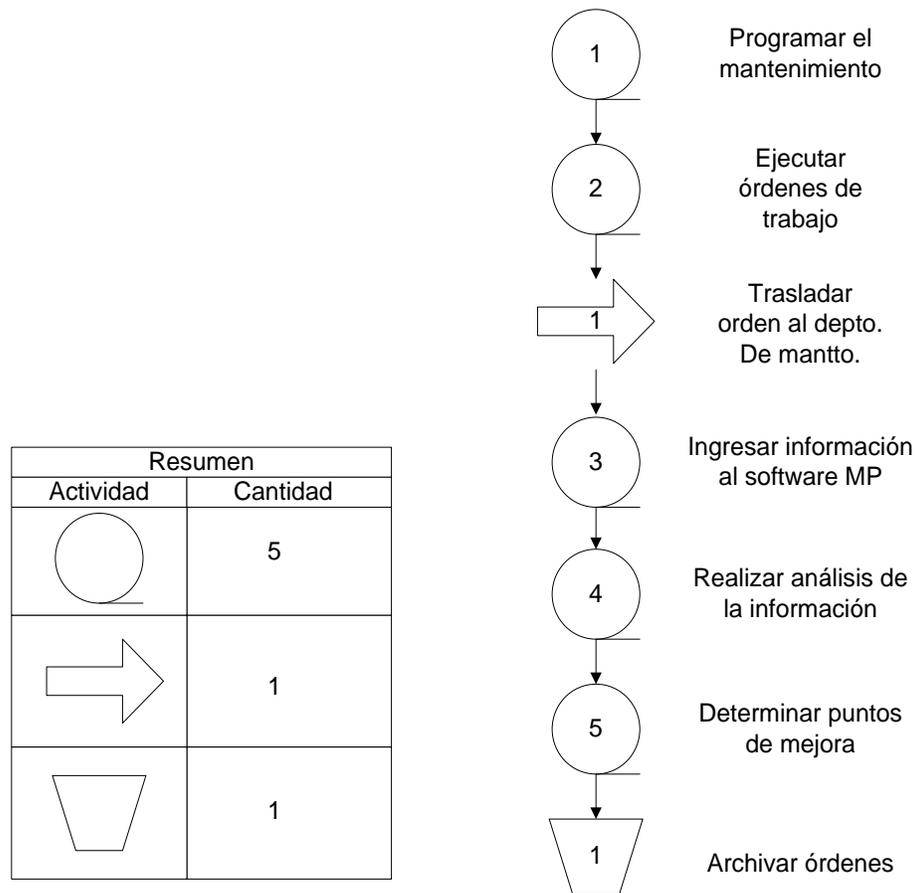
En el flujo de operaciones para analizar la información que se ha desarrollado se detallan las actividades necesarias y que deben llevarse a cabo para alimentar el software MP y llevar un control de todas las órdenes de trabajo. Dichas órdenes de trabajo, luego de ser ejecutadas, se deben reportar, procesar y almacenar, con el fin de mantener datos que serán de utilidad para la actualización en el software de mantenimiento MP.

El software de mantenimiento MP mostrará gráficamente la información requerida según fechas o períodos especificados para poder analizar más fácilmente la información y descubrir puntos de mejora para hacer más eficiente el mantenimiento.

Realizar cada paso de acuerdo con el flujo de operaciones conlleva al ordenamiento del departamento de mantenimiento y permite contar con datos que facilitan el control de las actividades y el desarrollo de un historial de mantenimiento por máquina.

Figura 13. Flujo de operaciones para analizar la información

Empresa: SINDUMSA	Fecha: marzo 2014
Departamento: Mantenimiento	Página: 1 de 1
Elaborado: Ingrid Muralles	Revisado: Lissette López



Fuente: elaboración propia.

4.3.3. Medición de indicadores

En este caso de mantenimiento, posee como beneficio el poder encontrar las causas más comunes de falla en la maquinaria de la empresa que se utiliza para el proceso de producción; dicha medición se hace a través de un historial

en un período especificado, con el cual se puede analizar la información con más detalle y proporcionar mejoras que conlleven a la desaparición de la causa común de falla en la maquinaria.

En el Departamento de Mantenimiento de SINDUMSA se han creado indicadores para mantenimiento, tales como horas paro, tasa de realización, disponibilidad de maquinaria, entre otros; estos permiten medir y llevar un control sobre el mantenimiento en la maquinaria, con la finalidad de que la producción no se vea afectada directamente por el mal funcionamiento de las máquinas debido al deterioro de sus componentes o falta de mantenimiento.

Para poder realizar la medición correcta de los indicadores se tomarán todas las órdenes de mantenimiento tanto preventivas como correctivas, cuya información se analizará mediante una base de datos diseñada en Microsoft Excel. En dicha base de datos se ingresan las órdenes por día, lo cual presenta un informe diario de cada uno de los indicadores que se crearon según cada máquina del departamento de producción y por último un informe mensual, dando a conocer qué máquina presentó mayor problema durante el mes y qué tipo de falla fue el más frecuente.

Después de medir los indicadores y para que esta información sea de utilidad para el Departamento de Mantenimiento, se deben de tomar acciones correctivas con el fin de mejorar la eficiencia de la maquinaria, viéndolo reflejado en una mayor producción de blocks sin paros de maquinaria.

4.4. Control del mantenimiento preventivo

Se debe de llevar el control de toda actividad inherente al Departamento de Mantenimiento con el fin de mantener un orden adecuado y un registro de lo

realizado, para el efecto se tomarán en cuenta las órdenes de trabajo y los reportes de intervenciones, los cuales ayudarán a ordenar las tareas y elaborar un historial por máquina disponible.

Los formatos que deberá utilizar y almacenar el responsable del departamento de mantenimiento se detallarán a continuación, obteniendo con ellos información que sea de utilidad.

4.4.1. Orden de trabajo

Cuando se requiere que una máquina sea intervenida para practicarle mantenimiento preventivo o correctivo, es necesario generar una orden de trabajo en la cual se describe la tarea que se realiza, materiales a utilizar, personal que lo llevará a cabo, entre otras.

4.4.2. Reporte de las intervenciones

La información registrada en el reporte de intervenciones será de utilidad para determinar el correcto funcionamiento de la maquinaria; adicional a ello, cualquier observación que pueda contribuir a mitigar las intervenciones por mantenimiento no programado; esta será llenada luego de realizar la corrección de la falla proveyendo los datos del trabajo realizado, así como del tiempo invertido en él, para que en un futuro se pueda estandarizar el tiempo para cada tarea.

Figura 14. **Orden de trabajo**



ORDEN DE TRABAJO

Orden No. _____

Descripción de la falla _____

Trabajo realizado _____

Mano de obra

Personal	Inicio de trabajo		Fin de trabajo		Total horas hombre
	Fecha	Hora	Fecha	Hora	
Total horas hombre					

Firma de aceptación de solicitante

Firma encargado de mantenimiento

Firma jefe de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Reporte de intervenciones**



Reporte de intervenciones

Fecha de falla	Hora de falla

Máquina _____

DESCRIPCIÓN DE LA FALLA			
FRECUENCIA DE FALLA			
Fecha última falla	Fecha actual de falla	No. de ocurrencias	Tiempo acumulado en horas
ACCIONES TOMADAS			
ACCIONES RECOMENDADAS			
PERSONAL INVOLUCRADO			
Fecha y hora de entrega	Tiempo de parada	Firma Jefe de mantenimiento	

Fuente: elaboración propia.

4.5. Costos

Los costos involucrados en el correcto desempeño del Departamento de Mantenimiento deben mantenerse bajo control, los cuales, al ser manejados

con eficiencia y eficacia permitirán que las actividades que se realicen sean productivas y rentables, manteniendo la maquinaria en óptimas condiciones.

4.5.1. Costos del mantenimiento

Los costos del mantenimiento son aquellos gastos en que se incurren para poder darle el mantenimiento a la maquinaria que permita que esta se mantenga en óptimas condiciones de operación sin que se deteriore prematuramente por falta del mismo.

4.5.1.1. Lubricantes

Los lubricantes son todos aquellos aceites y grasas necesarios para la lubricación de ciertas partes móviles de la máquina, los cuales evitan el desgaste. Por lo tanto, en SINDUMSA se utilizará como lubricante la grasa LGMT 2 y aceite lubricante LHMT 68, adicional a ellos, se utilizará aceite SAE – 30 para el motor de la mezcladora.

Tabla XIX. Costo mensual de lubricantes

Descripción	Tiempo de duración	Precio	Precio mensual
Grasa LGMT 2 (kg)	3 meses	Q. 46,31	Q. 15,44
Aceite lubricante LHMT 68 (l)	2 meses	Q. 52,59	Q. 26,30
Aceite SAE – 30 (l)	2 meses	Q. 37,00	Q. 18,50
Costo total mensual			Q. 60,24

Fuente: elaboración propia. Precio según proveedores.

4.5.1.2. Repuestos

Los repuestos son todas aquellas partes que se utilizan al cambiar alguna de las piezas dañadas en la maquinaria; estas se cambian durante mantenimientos o reparaciones de la misma. A continuación se detallan los repuestos necesarios mantener en *stock*, y cambiarlos en el momento que se requiera.

Tabla XX. Costo de repuestos

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
5	Graseras	Q. 62,00	Q. 310,00
1	Volante	Q. 550,00	Q. 550,00
1	Anillo de retención A.D. 1/8"	Q. 15,00	Q. 15,00
1	Anillo de retención 5100 – 98	Q. 45,00	Q. 45,00
2	Llantas Rin 12	Q. 500,00	Q. 1 000,00
16	Rodamientos	Q. 15,62	Q. 249,92
1	Manga de tolva	Q. 98,00	Q. 98,00
1	Cangilón	Q. 78,10	Q. 78,10
3	Templadores	Q. 27,03	Q. 81,09
4	Bandas	Q. 78,10	Q. 312,40
2	Sujetadores buje - molde	Q. 39,05	Q. 78,10
1	Molde adoquín	Q. 366,72	Q. 366,72
1	Macho adoquín	Q. 350,00	Q. 350,00
4	Relés	Q. 48,09	Q. 192,36
2	Pulsadores	Q. 19,00	Q. 38,00
		Total anual	Q. 3 764,69
		Total promedio mensual	Q. 313,72

Fuente: elaboración propia. Precios según proveedores.

4.5.1.3. Insumos

Son todos aquellos materiales necesarios para llevar a cabo el mantenimiento de la maquinaria.

Tabla XXI. Costo mensual de insumos

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
100 u	Trapo industrial	Q. 0,50	Q. 50,00
1L	Desengrasante industrial	Q. 97,15	Q. 97,15
Total			Q. 147,15

Fuente: elaboración propia. Precio según proveedores.

4.5.2. Mano de obra

La mano de obra está relacionada con las personas que se encargan de realizar los mantenimientos, tanto preventivo como correctivo. En el caso de SINDUMSA se cuenta con mecánicos y ayudantes de mecánicos; quienes se encargan de llevar a cabo el programa de mantenimiento preventivo.

Tabla XXII. Costo mensual de mano de obra

Cantidad	Puesto	Salario por hora	Salario mensual
2	Mecánico	Q. 25,00	Q. 8 800,00
1	Ayudante	Q. 20,00	Q. 3 520,00
Total mensual			Q. 12 320,00

Fuente: elaboración propia. Salarios proporcionados por SINDUMSA.

4.6. Salud y seguridad industrial

Se debe promover el uso de las buenas prácticas de mantenimiento, las cuales se refieren a buenas prácticas de lubricación, montaje y desmontaje de repuestos, además de procedimientos de trabajo y estandarización del mismo.

El objetivo de estandarizar las tareas de mantenimiento da la pauta para que estas se realicen de forma ordenada, utilizando las herramientas correctas y de forma adecuada, disminuyendo así los posibles riesgos asociados a las diversas actividades desarrolladas por los técnicos del departamento.

Para implementar la gestión de salud y seguridad industrial, es necesario que al personal de mantenimiento le sea transmitida la importancia de realizar las tareas eficientemente, con los niveles de calidad requeridos y las precauciones de seguridad; para tal efecto se debe recurrir a la capacitación permanente, recordando periódicamente las medidas de prevención, el uso de equipo de protección personal y uso correcto de las herramientas de trabajo, permitiendo con ello disminuir los riesgos de accidentes e incidentes.

Durante la planificación de mantenimiento se debe realizar la identificación y evaluación de riesgos para determinar las medidas necesarias que minimicen los peligros; esta evaluación debe realizarse a detalle por cada actividad rutinaria o no rutinaria. Es importante que los técnicos del área de mantenimiento participen en la identificación y evaluación de riesgos, fomentando la participación activa y el conocimiento de los riesgos a los que ellos están expuestos si no se llevan a cabo las actividades correctamente, provocando con ello accidentes e incidentes en el área de trabajo, ya sea que afecten a la maquinaria o a las personas cerca del área donde ocurren.

Una vez se evalúen los riesgos a los que los trabajadores están expuestos, se establecen medidas preventivas orientadas a minimizarlos, comenzando el proceso continuo de entrenamiento y capacitación con el objetivo de concientizar al personal.

4.7. Capacitación del personal con el nuevo plan de mantenimiento preventivo

Para que una capacitación hacia el personal sea efectiva, como primer paso se debe tener en cuenta la transmisión de conocimientos. Durante esta etapa se toman en cuenta cinco pasos necesarios para que dicha transmisión surta efecto y obtenga resultados positivos, tanto en el personal actual como en el personal que se contrate en un futuro.

4.7.1. Pasos para la transmisión de conocimientos

La capacitación propiamente como tal consiste en:

- Explicar y demostrar la forma correcta de realizar la tarea
- Ayudar al personal a desempeñarse primero bajo supervisión
- Permitir que el personal se desempeñe solo
- Evaluar el desempeño laboral
- Capacitar a los trabajadores según los resultados de la evaluación

Es posible que haya que repetir estos pasos varias veces antes de que un trabajador capte correctamente lo que debe hacer. Cuando el trabajador ha asimilado el material, este puede “afianzar sus conocimientos capacitando a otra persona” con la validez de que la información transmitida es correcta, lo cual ayudará en su desempeño laboral.

Hay una gran diferencia entre explicarle a los trabajadores cómo se hace una tarea y transmitir conocimientos teóricos y prácticos con éxito.

Durante la capacitación del personal, es necesario:

- Evaluar constantemente el nivel de comprensión
- Adecuar el nivel de capacitación a los participantes
- Presentar un número limitado de conceptos por vez
- Separar las tareas de aprendizaje en varios conceptos simples
- Involucrar a todos los trabajadores (para que todos participen activamente, no solo observar la demostración de un individuo)
- Usar material visual
- Estimular a los participantes para que hagan preguntas sobre el tema

Como en cualquier circunstancia relacionada con el aprendizaje, los trabajadores van a sentirse mejor si el supervisor o entrenador es amable y muestra paciencia. Los elogios honestos y merecidos también ayudan.

4.7.2. Capacitación al personal sobre el nuevo programa de mantenimiento preventivo

Se dará una breve introducción al personal de mantenimiento mediante el apoyo audiovisual de una presentación interactiva, la cual logrará proyectarles la importancia de tener un mejor control en el área de mantenimiento y poder con ello mejorar la confiabilidad de los equipos.

El objetivo de dar a conocer al personal de mantenimiento la importancia de tener un programa de mantenimiento preventivo ayudará no solo a que las

máquinas no presenten paros no programados, sino a mantener un departamento organizado, sin imprevistos y sin problemas.

Durante la capacitación se dieron a conocer los objetivos de este nuevo programa, la forma en la cual se trabajará en el departamento, así como las nuevas órdenes de mantenimiento y procedimientos que deben manejar para poder realizar su trabajo de forma adecuada.

4.7.3. Capacitación al personal de mantenimiento en valores y virtudes

Adicionalmente a la capacitación del personal de mantenimiento en el nuevo programa de mantenimiento preventivo, es necesario empezar a inculcar valores y virtudes que conlleven a mantener una cultura de responsabilidad y dedicación en el trabajo, dando charlas motivacionales sobre la importancia de tener una cultura organizacional fundada en valores y virtudes.

En el Departamento de Mantenimiento de SINDUMSA se puede empezar a trabajar en valores y virtudes tales como:

- **Responsabilidad:** es el compromiso que tiene el trabajador para hacer lo correcto, pudiendo reflexionar, administrar, orientar y valorar las consecuencias de sus actos.
- **Perseverancia:** el personal debe de mantenerse constante en sus labores cotidianas, ejecutando los propósitos y siguiendo adelante a pesar de las dificultades que pudieren presentarse.

- Honestidad: es la capacidad de actuar de acuerdo a como se piensa y se cree, siempre considerando el respeto hacia sí mismo y hacia los demás.
- Lealtad: es el valor que une al grupo de trabajo, el ser leal unos con otros conlleva al trabajo en equipo de forma armoniosa y unida, para que la solución de problemas sea más fácil.
- Cuidado del material y la herramienta: los materiales y herramientas que proporciona la empresa son para facilitar el trabajo del personal, por lo que los mismos deben de estar comprometidos con su cuidado, ya que todo lo que perjudica a la empresa, perjudica a quienes trabajan en ella.
- Iniciativa: es la actitud humana de idear y aprender actividades para poder dirigir acciones. El personal debe tener la disponibilidad de protagonizar, promover y desarrollar ideas.
- Fluidez: es la capacidad de generar ideas de forma permanente y espontánea, las cuales deben dar en muchas ocasiones soluciones efectivas.
- Estimulación: es valorarse a sí mismo, conociendo sus posibilidades, potencialidades, debilidades y fortalezas.
- Racionalización: es buscar la solución correcta de un problema, valorizando las ideas de los demás.
- Compromiso: la persona da todo de sí, para lograr los objetivos que se ha propuesto.

5. MEJORA CONTINUA Y SEGUIMIENTO

5.1. Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos del programa de mantenimiento preventivo implementado en SINDUMSA el cual reflejó datos positivos luego del mes de marzo de 2014.

Tabla XXIII. **Datos recolectados de diciembre de 2013 a junio de 2014 de la máquina semiautomática**

	Semiautomática						
	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Horas de trabajo al mes	176	176	176	176	176	176	176
Horas sin fallar	131	126	121	136	146	154	153
Horas paro	45	50	55	40	30	22	23
Disponibilidad	74 %	72 %	69 %	77 %	83 %	88 %	87 %
Actividades previstas	20	20	20	20	20	20	20
Actividades realizadas	10	8	5	17	18	17	20

Fuente: elaboración propia, con base en las órdenes de trabajo.

Tabla XXIV. **Datos recolectados de diciembre de 2013 a junio de 2014 de la mezcladora Suzuki**

	Mezcladora						
	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Horas de trabajo al mes	176	176	176	176	176	176	176
Horas sin fallar	141	139	143	149	153	156	155

Continuación tabla XXIV.

Horas paro	35	37	33	27	23	20	21
Disponibilidad	80 %	79 %	81 %	85 %	87 %	89 %	88 %
Actividades previstas	15	15	15	15	15	15	15
Actividades realizadas	5	5	10	12	14	15	15

Fuente: elaboración propia, con base en las órdenes de trabajo.

Tabla XXV. **Datos recolectados de diciembre de 2013 a junio de 2014 del transportador**

	Transportador						
	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Horas de trabajo al mes	176	176	176	176	176	176	176
Horas sin fallar	156	159	161	163	162	165	164
Horas paro	20	17	15	13	14	11	12
Disponibilidad	89 %	90 %	91 %	93 %	92 %	94 %	93 %
Actividades previstas	12	12	12	12	12	12	12
Actividades realizadas	5	7	7	10	12	12	12

Fuente: elaboración propia, con base en las órdenes de trabajo.

5.1.1. Interpretación de resultados

A partir de la implementación del programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de block, se han visto mejoras en la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria, haciendo que la producción aumente considerablemente y que dicha maquinaria se mantenga disponible por más tiempo, evitando con ello pérdidas por paros no programados debidos a averías.

A pesar de que las máquinas se deben parar semanalmente con el fin de hacer un mantenimiento preventivo programado, estos lapsos de tiempo, al hacer el conteo mensual de las horas que pasan paradas las máquinas, son menores que las horas que la maquinaria pasaba parada por averías y paros no programados, que conllevaban a una ingeniería provisional que solo deterioraba más la maquinaria, haciendo que en un futuro se necesitara invertir más tiempo y dinero en un mantenimiento correctivo extenso que en uno preventivo.

Indiscutiblemente, a partir del mes de marzo se puede observar que hay menos horas paro y mayor disponibilidad en la maquinaria, la cual irá mejorando cada vez más según la capacitación constante impartida al personal de mantenimiento, así como del seguimiento estricto del programa que ayuda a planificar mejor el mantenimiento de cada una de las máquinas.

Más que reducir los paros no programados ocasionados por averías en la maquinaria y de reducir al mismo tiempo los mantenimientos correctivos, se logró restaurar la maquinaria para poder darles más tiempo de vida útil, evitando que esta se deteriore por la falta de mantenimiento preventivo adecuado.

5.1.2. Alcance

El programa de mantenimiento preventivo debe implementarse en cada una de las maquinarias existentes en SINDUMSA, así como a su infraestructura, esto con el fin de mantener instalaciones seguras tanto para los trabajadores como para el proceso productivo. Integrar la infraestructura en el programa de mantenimiento preventivo conlleva a una limpieza más rigurosa de las instalaciones y esta en ocasiones puede requerir de la contratación de empresas especializadas que se encarguen del mantenimiento de las mismas,

así como del cuidado y manejo integral de plagas, para mantener instalaciones limpias y saludables para los trabajadores.

Cuando se cambie o se integren nuevos procedimientos de mantenimiento al programa, tanto el personal de mantenimiento como el de producción deben darse por enterados de estos cambios para no estropear el procedimiento necesario y poder llevar a cabo las actividades de forma correcta y con los resultados esperados.

El Departamento de Mantenimiento debe trabajar juntamente con el Departamento de Producción para que, al momento de realizar un mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, el personal de ambos departamentos debe estar enterado de las fechas programadas, con el objetivo de no provocar confusión entre el personal o interferir en la producción de blocks.

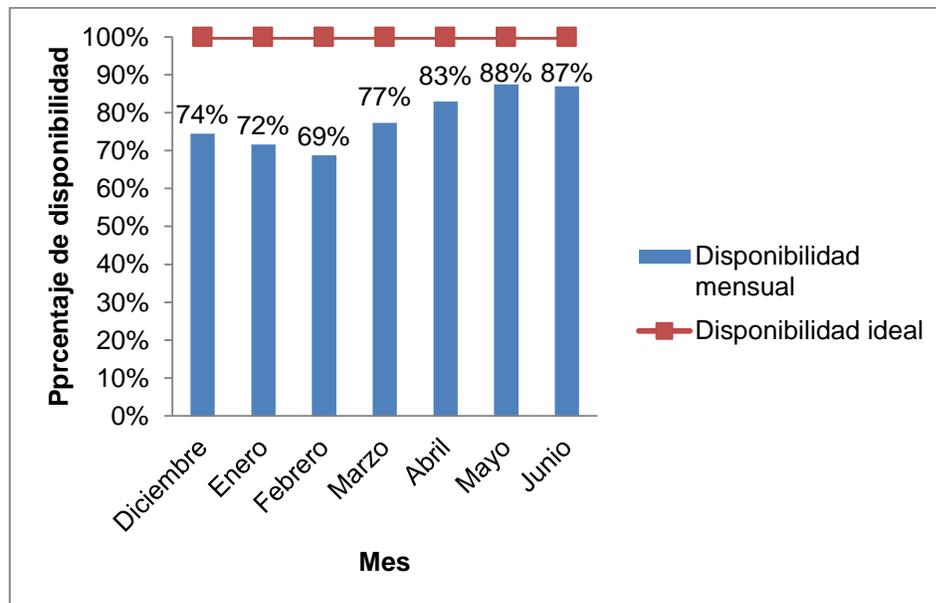
La capacitación en el programa de mantenimiento preventivo que involucra al personal de mantenimiento debe ser constante e impartida por el jefe de mantenimiento y su capacitación en el área tecnológica y manejo de maquinarias – herramientas debe de ser impartida por profesionales, ya sea dentro de las instalaciones de la empresa o fuera de estas.

5.1.3. Análisis de indicadores

A continuación se presentan los resultados gráficos de los indicadores medidos en el departamento de mantenimiento, de diciembre de 2013 a junio de 2014.

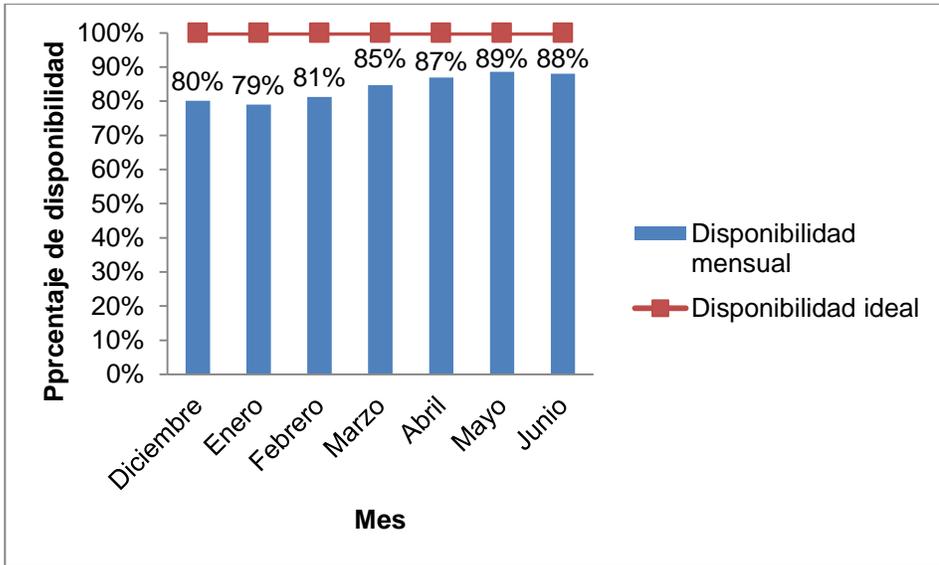
- Indicador disponibilidad de maquinaria: como se puede observar en los siguientes gráficos, los primeros meses de implementación del programa de mantenimiento preventivo, mantuvo una variabilidad casi similar a la de los meses en los que no se tenía dicho programa, mejorando conforme el personal se acostumbraba a las tareas de rutina, tanto diarias como semanales, y a la planificación en sí del mantenimiento programado para una de las máquinas. Al mejorar la disponibilidad, aumentó la producción de block y se detuvo el deterioro acelerado de las máquinas debido a la falta de mantenimiento preventivo.

Figura 16. **Disponibilidad de la máquina semiautomática productora de block**



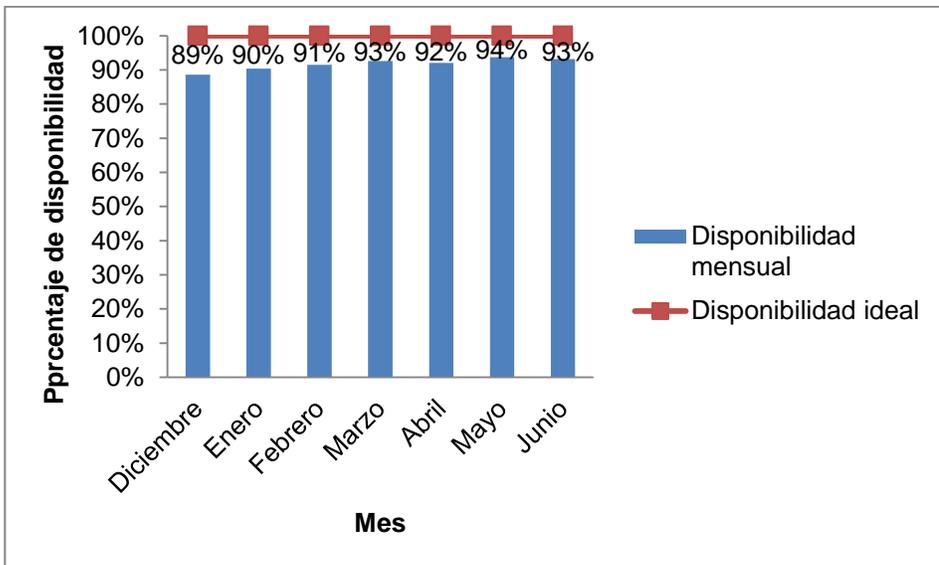
Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Disponibilidad de la máquina mezcladora



Fuente: elaboración propia.

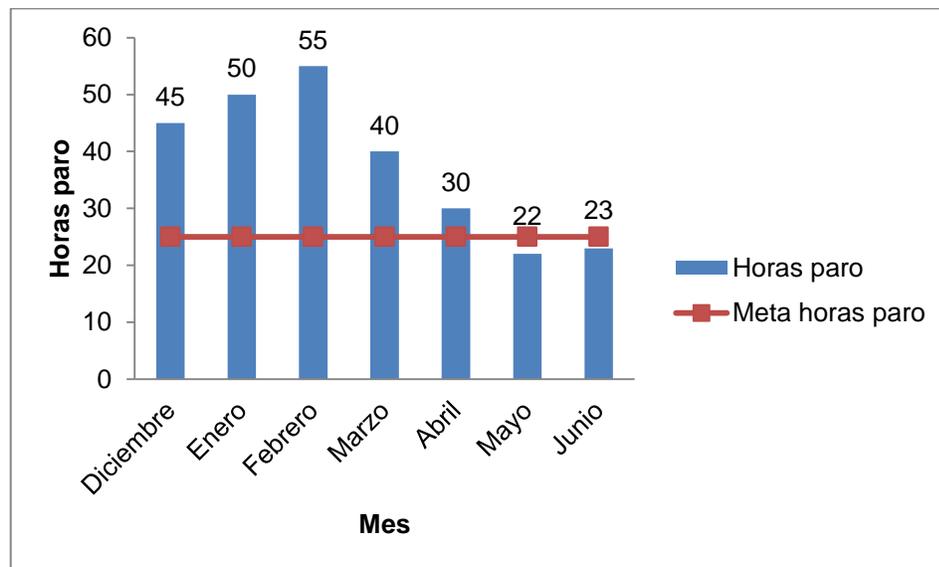
Figura 18. Disponibilidad del transportador



Fuente: elaboración propia.

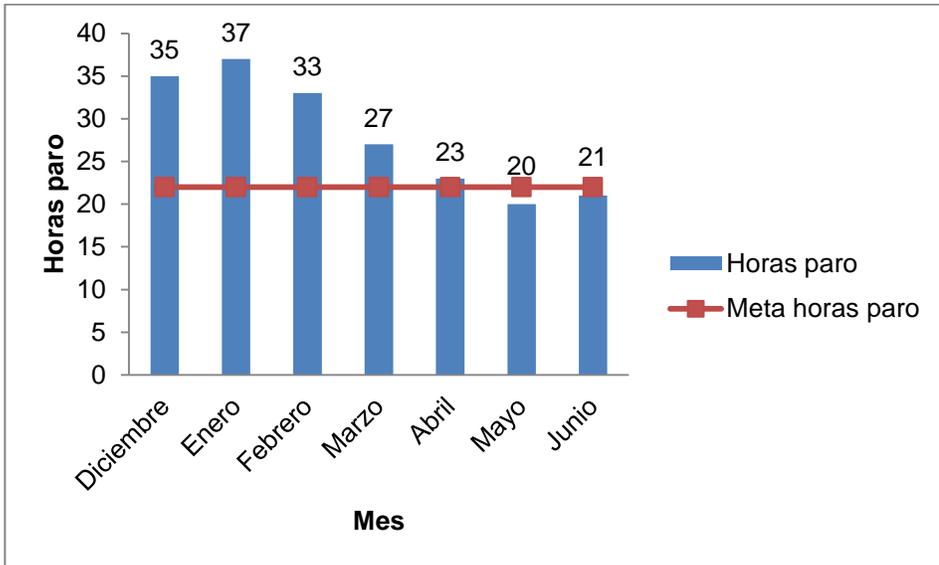
- Indicador horas paro de maquinaria: las horas en las que la maquinaria pasaba sin producir debido a averías en la misma, disminuyeron considerablemente después de que se implementó el programa de mantenimiento preventivo, disminuyendo al mismo tiempo las paradas que afectan la producción. De ahora en adelante SINDUMSA puede manejar una meta de horas-paro de maquinaria de 25 horas para la máquina semiautomática, 22 para la mezcladora y de 12 para el transportador; estas horas-paro se pudieron determinar mediante la estandarización de las rutinas y disminución de tiempos muertos durante el mantenimiento. Esta meta de horas paro puede ir disminuyendo conforme se cumpla el programa de mantenimiento preventivo en cada una de las máquinas, porque disminuirá la presencia de averías.

Figura 19. **Horas paro de la máquina semiautomática productora de block**



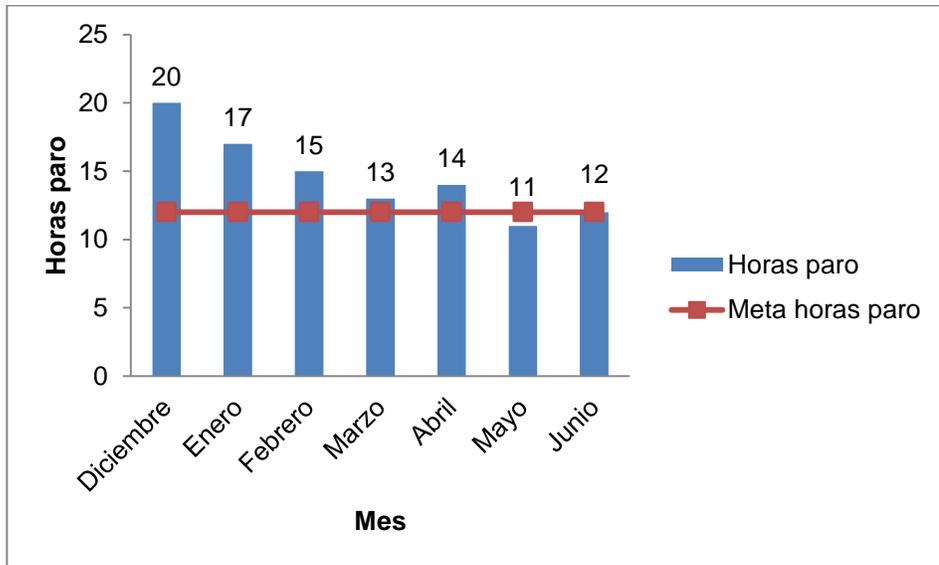
Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Horas paro de la máquina mezcladora**



Fuente: elaboración propia.

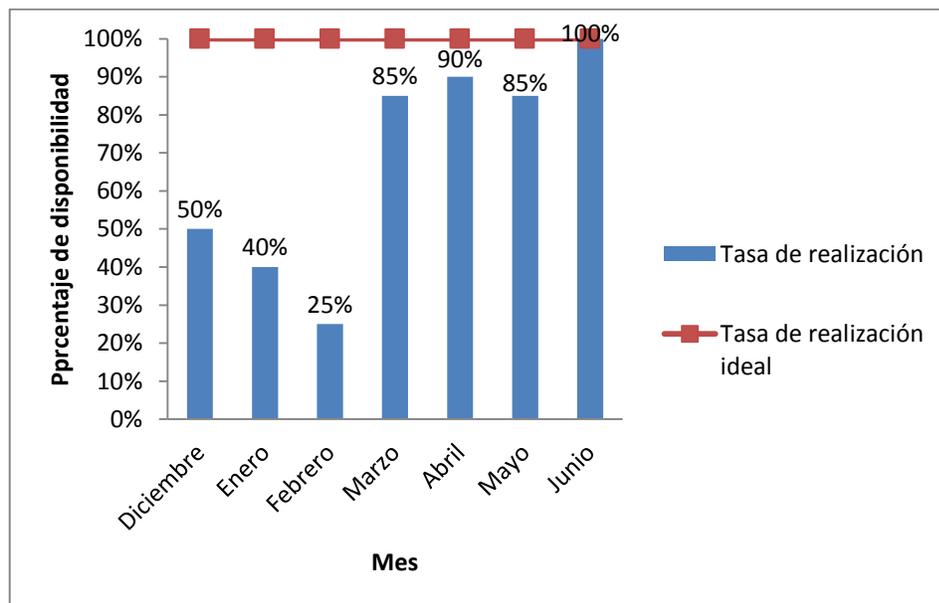
Figura 21. **Horas paro del transportador**



Fuente: elaboración propia.

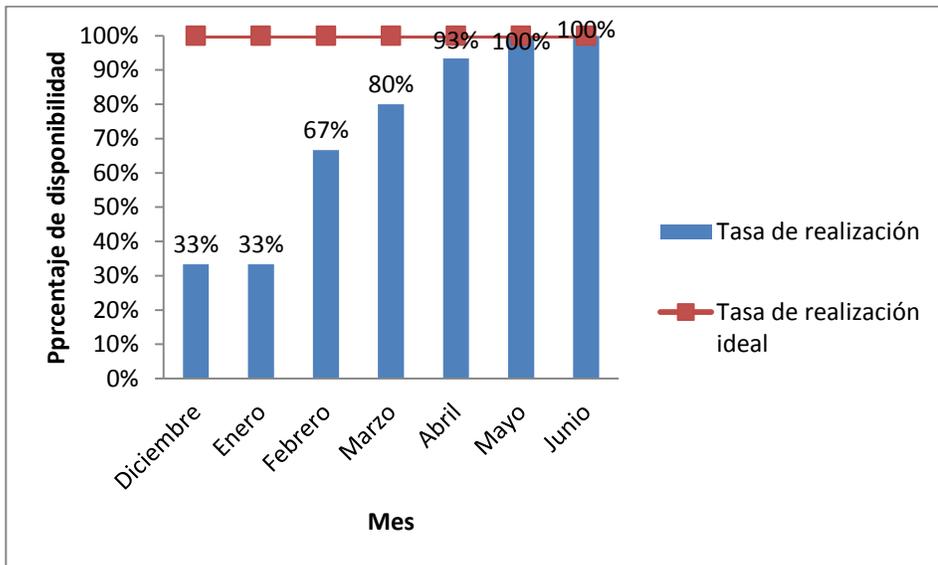
- **Indicador tasa de realización:** es importante que se lleven a cabo todas las tareas programadas para cada una de las máquinas que pertenecen al proceso productivo de la línea de block. El personal de mantenimiento fue realizando y acoplándose a la realización de las tareas, hasta llegar a cumplirlas en un 100 % en las tres máquinas, alcanzando con ello la tasa de realización ideal. De ahora en adelante se debe tener especial cuidado en cumplir a cabalidad y en la fecha programada las actividades de mantenimiento, para que la maquinaria no sufra averías y se provoquen nuevamente paros no programados, afectando con ello la disponibilidad y las horas paro, haciendo que no se alcancen las metas trazadas.

Figura 22. Tasa de realización de la máquina semiautomática productora de block



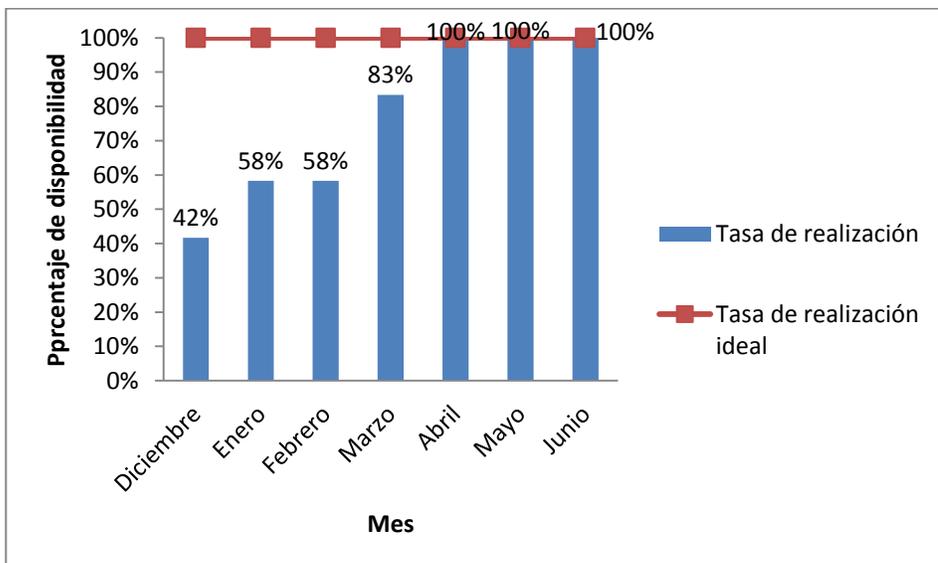
Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Tasa de realización de la máquina mezcladora



Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Tasa de realización del transportador



Fuente: elaboración propia.

5.2. Beneficio/costo

Luego de implementar el programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de block, se han visto mejoras en la misma, la cual ha ido en aumento conforme se han estandarizado los procedimientos de mantenimiento, teniendo más beneficios que costos debido a que mejoró la disponibilidad de maquinaria, operando a un 100 % sin deteriorarse a un ritmo acelerado, como era antes de poner en práctica el mantenimiento preventivo.

A continuación se presenta una comparación entre dos análisis beneficio/costo; uno sobre cómo estaba la empresa antes de implementar el programa de mantenimiento preventivo y cuál era su beneficio frente al costo en que incurría por no tener maquinaria disponible para la producción y el análisis sobre el beneficio que trae el mantener un programa de mantenimiento preventivo en la maquinaria de la línea de producción de block.

5.2.1. Antes de implementar el programa de mantenimiento

Debido a que las máquinas no estaban en óptimas condiciones, la máquina semiautomática productora de block solo tenía la capacidad de producir 100 blocks/hora; además de eso solo hubo producción de block durante 121 horas de las 176 horas disponibles del mes (se tomó como referencia el mes de febrero que es donde más horas paro se presentaron).

A continuación se detallan los costos y los beneficios obtenidos en SINDUMSA antes de implementar el programa de mantenimiento preventivo.

Tabla XXVI. **Costos y beneficios mensuales de producción de block y mantenimiento antes del programa**

Costos			Beneficio	
Descripción	Costo unitario	Costo total	Descripción	Ventas
Salario de 2 mecánicos	Q. 4 400,00	Q. 8 800,00	Producción 12 100 blocks a Q. 3,20 cada uno	Q. 38 720,00
Salario de 1 ayudante	Q. 3 520,00	Q. 3 520,00		
Materia prima		Q. 6 986,36		
Tablas		Q. 66,69		
Guardianía	Q. 375,00	Q. 375,00		
Energía eléctrica		Q. 57,19		
Agua potable		Q. 25,00		
Mano de obra		Q. 4 000,00		
Total		Q. 23 830,24		

Fuente: elaboración propia.

$$\frac{\text{Ventas}}{\text{costo}} = \frac{Q. 38 720,00}{Q. 23 830,24} = 1,62$$

La relación beneficio/costo realizada con base en el mes de febrero de 2014, refleja que SINDUMSA percibe Q. 0,62 centavos por cada Q. 1,00 que invierta en producir un block, aun cuando la máquina no produzca a su mayor capacidad.

5.2.2. Después de implementar el programa de mantenimiento

Después de implementar el programa de mantenimiento en la línea de producción de block, la máquina semiautomática es capaz de producir 200 blocks/hora, el doble de lo que producía anteriormente, sin causar deterioro prematuro, debido a averías ocasionadas por la falta de mantenimiento preventivo.

Tomando como referencia las 25 horas paro que se desean que de ahora en adelante se conviertan en las horas meta de cada mes, se tienen 151 horas de producción de block, durante las cuales la máquina semiautomática trabaja a su máxima capacidad (200 blocks/hora), horas durante las cuales no se reportan paros por averías en la maquinaria, logrando con ello que la maquinaria no se deteriore.

En este análisis, además de tomar en cuenta los costos detallados con anterioridad, se deben tomar en cuenta los costos adicionales en los que incurre el departamento de mantenimiento al implementar un programa de mantenimiento preventivo; estos costos son: lubricantes, repuestos e insumos requeridos en cada uno de los mantenimientos preventivos y en su caso correctivos, según lo planificado para cada una de las máquinas necesarias en el proceso de producción.

A continuación se detallan los costos y los beneficios obtenidos en SINDUMSA después de implementar el programa de mantenimiento preventivo.

Tabla XXVII. **Costos y beneficios mensuales de producción de block y mantenimiento después del programa**

Costos			Beneficio	
Descripción	Costo unitario	Costo total	Descripción	Ventas
Salario de 2 mecánicos	Q. 4 400,00	Q. 8 800,00	Producción 30 200 blocks a Q. 3,20 cada uno	Q. 96 640,00
Salario de 1 ayudante	Q. 3520,00	Q. 3520,00		
Materia prima		Q. 17 437,03		
Tablas		Q. 166,45		
Guardianía	Q. 375,00	Q. 375,00		
Energía eléctrica		Q. 142,74		
Agua potable		Q. 62,40		
Mano de obra		Q. 4 000,00		
Lubricantes		Q. 60,24		
Repuestos		Q. 313,72		
Insumos		Q. 147,15		
Total		Q. 35 024,73	Total	Q. 96 640,00

Fuente: elaboración propia.

$$\frac{\text{Ventas}}{\text{costo}} = \frac{Q. 96 640,00}{Q. 35 024,73} = 2,76$$

La relación beneficio/costo realizada con base en las 25 horas paro que se desean como horas meta después de la implementación del programa de

mantenimiento, refleja que SINDUMSA percibe Q.1,76 quetzales por cada Q.1,00 que invierta en producir un block.

5.3. Auditorías

Luego de realizado cada mantenimiento preventivo en la maquinaria, se deben hacer auditorías sobre el trabajo realizado por los técnicos, así como la limpieza del área y el funcionamiento correcto de la maquinaria de la línea de producción.

Para que la auditoría tenga éxito deben realizarse supervisiones durante las actividades de mantenimiento y verificar su correcta ejecución, con el fin de mejorar dichas actividades, así como revisar el conocimiento de los técnicos y su rápida respuesta ante soluciones a problemas que puedan presentarse, y en su caso apoyarlos para que estos sean solucionados de la mejor manera. Estas auditorías son realizadas por el supervisor de mantenimiento o en su defecto, por uno de los técnicos a cargo de la realización del mantenimiento.

5.3.1. Internas

Las auditorías internas deben ser realizadas por el jefe de mantenimiento, con el fin de verificar que los procedimientos se estén llevando a cabo de manera correcta, ayudar al personal de mantenimiento a coordinar las actividades y hacer mejoras en los procedimientos, para que estos sean sencillos pero eficientes.

Después de realizada la auditoría, el jefe de mantenimiento debe redactar un informe en donde detalle los fallos que han tenido y que no permiten que se cumpla la planificación, así como las recomendaciones y las propuestas de

mejora para hacer más eficientes los procedimientos y beneficiar de ese modo al departamento, tanto de mantenimiento como de producción.

Este informe servirá para dejar evidencia de que las auditorías se están llevando a cabo, así como para realizar las mejoras planteadas por el departamento y evaluar en un futuro las mejoras llevadas a cabo con las que se llega a cumplir con la planificación y procedimientos correctos para realizar un mantenimiento preventivo o correctivo en el área de producción de block.

5.4. Capacitación y seguimiento

La capacitación para el personal de mantenimiento es vital para que este sea calificado y puedan realizar las tareas de mantenimiento en la maquinaria que se requiera. Por lo que darle seguimiento a cada una de las capacitaciones que son impartidas al personal es de suma importancia y por ende debe quedar registrada y documentada por medio de diplomas o certificaciones que respalden los conocimientos del personal de mantenimiento.

El personal del departamento de mantenimiento debe recibir capacitación constante para garantizar que puede manipular la maquinaria de la línea de producción de block, sin tener problemas por falta de conocimiento.

5.4.1. Programa de capacitación en valores de la empresa

Además de la capacitación en el área mecánica y de mantenimiento para el personal, es necesario que el personal sea capacitado también en valores, que son importantes tanto para la empresa como para el desarrollo personal de cada trabajador, haciendo que conjuntamente alcancen el éxito.

SINDUMSA debe trabajar estos valores en cada uno de los departamentos de la empresa, para lograr no solo un personal altamente calificado sino moralmente responsable y comprometido con la empresa.

A continuación se detallan los valores empresariales más importantes y en los que SINDUMSA debe de hacer énfasis para lograr un personal capacitado y comprometido con las metas y objetivos de la empresa.

- **Disciplina:** puede llegar a ser el valor más difícil de encontrar en el personal; ser disciplinado significa ser puntual, seguir a conciencia el programa de mantenimiento, ponerse objetivos y luchar por alcanzarlos, separar las cosas personales de las laborales, respetar los recursos proporcionados por la empresa y lo más importante, mantener la convicción de terminar y no dejar a medias las actividades inherentes al mantenimiento y todas aquellas que sean importantes para que la programación sea exitosa.
- **Autocrítica:** apoyar y orientar al personal a realizar autocríticas, haciendo que conozcan los errores que han cometido o pueden llegar a cometer enfatizando en que como seres humanos tienden a errar. Esto conllevará a una serie de experiencias en las que podrán basarse en un futuro para superar una eventualidad similar o igual.
- **Proactividad:** incentivar al personal del área de mantenimiento a tomar acciones sobre las oportunidades que se presentan, tales como prever, intuir y actuar de manera positiva sobre los problemas que pueden ocurrir en la empresa, siendo capaces de reaccionar instantáneamente y de manera eficaz en las situaciones que se puedan presentar.

- Perseverancia: no dejarse vencer ante la adversidad, luchando día a día para alcanzar sus logros personales, unidos a los logros de la empresa.
- Disponibilidad al cambio: ayudar al personal a vencer la resistencia al cambio y apoyar en lo que necesita para creer que las mejoras que se plantean y se implementan es para el bien no solo de la empresa o el proceso productivo, sino para el mismo trabajador, cuidando y velando por su integridad y su salud ocupacional para evitar cualquier riesgo que pueda causar un accidente.
- Responsabilidad: el personal de mantenimiento debe entender que se tienen que respetar los nuevos procedimientos, ya que al ponerlos en práctica se contribuye al crecimiento y armonía del entorno de trabajo.
- Aprendizaje: la preparación mediante el aprendizaje de todas las técnicas y habilidades necesarias para el uso correcto de los recursos proporcionados por la empresa, se basa en aprender cosas que se desconocen con la convicción de que cada día se aprende algo nuevo.
- Integridad: es el valor que permite relacionarse con las personas de manera auténtica, cumpliendo con la programación de mantenimiento preventivo, haciendo el mejor esfuerzo para que cada una de las actividades se lleven a cabo.

SINDUMSA debe crear un programa de capacitación en valores en el que incluya a cada uno de los trabajadores, sin importar el cargo que desempeñen, para que así se pueda crear un ambiente de respeto, responsabilidad, colaboración y confianza.

En este programa se deben incluir charlas previamente planificadas, en las que interactúe personal de diferentes departamentos, los cuales, mediante un moderador, pueden entablar una plática pacífica.

Como toda capacitación, debe quedar evidencia de las sesiones que se han realizado y registro del progreso del personal sobre la información que se les proporciona en cada charla; para ello es necesario que mediante actividades, pruebas escritas o simulacro de situaciones en las que el personal deje en evidencia que está aprendiendo y poniendo en práctica lo que se le imparte durante las charlas. Todo lo que se realice durante las sesiones será archivado por el departamento de recursos humanos, el cual será el encargado de realizar este tipo de capacitación junto con los jefes de cada departamento.

5.5. Ejecución y seguimiento diario

Durante la ejecución de las actividades diarias, el supervisor de mantenimiento es el encargado de velar porque se realicen las actividades planificadas para cada una de las máquinas que intervienen en el proceso de fabricación de block, aprovechando eficientemente los recursos disponibles para tal efecto.

Por su parte, el jefe de mantenimiento debe dar el seguimiento apropiado a las actividades inherentes al departamento de mantenimiento por medio de los reportes, después de que las actividades hayan sido ejecutadas según lo establecido en la planificación; si en algún caso se llega a presentar alguna anomalía, esta será reflejada en los indicadores que el jefe del departamento debe actualizar día a día, lo cual permitirá establecer el problema junto con su solución preventiva para evitar el riesgo de incurrir en una avería de maquinaria

o si fuera el caso, en la solución definitiva del problema que se ha presentado durante las actividades de mantenimiento.

5.6. Inspecciones

Para asegurarse de que las actividades planificadas para el mantenimiento preventivo de la maquinaria se estén llevando a cabo, es necesario hacer inspecciones, las cuales se deben de hacer de dos maneras:

- Inspección de rutina: se debe realizar diariamente por el supervisor de mantenimiento para garantizar que las actividades se están llevando a cabo según las órdenes de mantenimiento dadas por el jefe del departamento.
- Inspección sorpresa: debe realizarse por el jefe de mantenimiento sin previo aviso, con la finalidad de asegurar que las actividades de mantenimiento se estén llevando a cabo según lo planificado; asimismo, que se esté efectuando el registro en las bitácoras de mantenimiento y las órdenes de trabajo, tanto preventivas como correctivas.

5.7. Herramientas de mejora continua

Para mantener el control de la calidad de las actividades inherentes al mantenimiento, es necesario hacer uso de herramientas que ayuden a proporcionar una mejora continua dentro del departamento, con el fin de poder disminuir al mínimo el apareamiento de averías en la maquinaria, debido a la falta de mantenimiento o porque este no se realizó de forma correcta.

5.7.1. Hojas de chequeo

La hoja de chequeo es un formato construido especialmente para recabar datos, de tal forma que su registro sea sencillo y fácil de analizar; con esta hoja se pueden determinar los factores principales que intervienen e influyen en el problema que se ha suscitado.

En la figura 25 se muestra la hoja de chequeo, la cual puede ser utilizada para todas las máquinas de la línea de producción de block.

5.7.2. Diagrama de Pareto

La idea de un diagrama de Pareto es localizar los pocos problemas para concentrar todos los esfuerzos de solución o mejora en estos.

Pareto reconoce que unos pocos elementos generan la mayor parte de los problemas, por lo que, luego de resolver el problema que se ha suscitado, se vuelve a realizar un diagrama para verificar que el problema fue resuelto y no siga siendo parte de los elementos que provocan el problema central.

Indiscutiblemente el diagrama de Pareto de SINDUMSA se hará con base en los indicadores de mantenimiento, con el fin de verificar qué máquina es la que está fallando más y en qué está fallando; con ello se pretende reducir de manera importante las averías de maquinaria y las deficiencias del sistema.

Figura 25. Hoja de chequeo



Fecha	Realizado por

Máquina _____

Descripción	Cumple		Observaciones
	Sí	No	
Limpieza			
Orden en el área			
Funcionamiento correcto de la máquina			
Realización del mantenimiento preventivo en la fecha programada			
Utilización de la herramienta correcta			
Utilización correcta de los insumos			
Piezas defectuosas (Si su respuesta es sí, detalle)			
	Funciona la máquina después del cambio de repuesto		
No. de repuesto	Sí	No	

Fecha de entrega

Firma del jefe de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

5.7.3. Diagrama causa y efecto

El diagrama causa y efecto sirve para relacionar el efecto (problema) con las causas que lo originan.

Luego de realizar un diagrama de Pareto y deducir cuál es la causa que provoca el problema central, tomando como base esta causa, se empieza a construir el diagrama causa y efecto para enfatizar más sobre el problema que se está presentando.

Es importante tomar en cuenta las causas potenciales que pueden provocar los problemas en un proceso industrial, las cuales son: mano de obra, materiales, métodos de trabajo, maquinaria, medición y medio ambiente.

5.8. Responsabilidad social empresarial

La responsabilidad social empresarial es una cultura que se basa en principios éticos que influyen en la competitividad de las empresas, bienestar general y desarrollo sostenible del país, contribuyendo activa y voluntariamente al mejoramiento social, económico y ambiental, siendo esta última el paso hacia la responsabilidad ambiental.

La responsabilidad ambiental es el compromiso que tiene una empresa en relación con la preservación y cuidado del medio ambiente, evaluando todos los recursos naturales que la empresa utiliza para la creación de sus productos y servicios, haciendo uso correcto de los mismos y manejando los residuos de forma responsable.

5.8.1. Buenas prácticas ambientales

Las buenas prácticas ambientales son medidas que las empresas pueden adoptar para reducir el impacto ambiental negativo, resultado de sus actividades productivas.

Estas medidas implican cambios en la organización, en el comportamiento y los hábitos del personal, con el fin de disminuir riesgos ambientales y ahorrar recursos; en la mayoría de los casos suelen ser cambios simples de aplicación sencilla, mejorando la competitividad empresarial. Para que estas medidas tengan éxito, el personal debe estar implicado y a la vez ser quien lleve a cabo todas las actividades necesarias para implementar las buenas prácticas ambientales.

En el área de mantenimiento se debe de tener especial cuidado de no crear residuos que puedan contaminar el medio ambiente o si en su defecto se crean, se debe de hacer un buen manejo de los mismos.

A continuación se presentan medidas que pueden mitigar la contaminación del medio ambiente:

- Limpiar en seco, sin agua, siempre que sea posible y no mezclar distintos tipos de residuos.
- Utilizar la cantidad justa de papel absorbente para recoger derrames.
- Tener recipientes exclusivos para los diferentes tipos de residuos.
- No verter por el desagüe ningún producto o residuo peligroso.
- Desconectar la maquinaria cuando no se esté utilizando.
- Aprovechar al máximo la luz natural.
- Seleccionar la maquinaria por criterios de eficiencia energética.

- Reparar fugas o goteos en tuberías.
- Usar herramientas duraderas y repararlas, siempre que sea posible, antes de desecharlas.
- Utilizar aceites lubricantes que no contengan aditivos peligrosos como metales pesados.
- Utilizar limpiadores no corrosivos.
- Utilizar detergentes biodegradables.
- Reducir el consumo de energía y agua.
- Asegurar el correcto funcionamiento de la maquinaria mediante mantenimiento preventivo.

CONCLUSIONES

1. Al estandarizar un procedimiento es posible reducir el tiempo de reparación de maquinaria porque se establecen operaciones que el personal de mantenimiento debe seguir; además cuando se implementa un programa de mantenimiento preventivo se reducen las paradas no programadas en la maquinaria y al mismo tiempo los costos de mantenimientos correctivos.
2. El programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria se basaba únicamente en la limpieza del lugar de trabajo, por lo que al mejorar el programa e implementar rutinas e inspecciones de mantenimiento preventivo se logra mantener la maquinaria sin presencia de paros no programados durante la producción.
3. Las condiciones de operación de maquinaria fueron mejorando conforme el personal se acostumbró a realizar el mantenimiento preventivo conservando la maquinaria bajo constante monitoreo y control.
4. La falta de mantenimiento preventivo a la maquinaria deteriora sus componentes, haciendo que la misma presente averías; esto provoca a veces daños irreparables a la maquinaria, conforme se fueron realizando los mantenimientos, la maquinaria fue restaurada casi en su totalidad, disminuyendo considerablemente todos los daños que sufrió durante el tiempo de funcionamiento sin un estricto programa de mantenimiento.

5. La disponibilidad y fiabilidad de la maquinaria está ligada a la disminución de los paros no programados durante un tiempo determinado; por lo que, realizar mantenimientos semanales hacen que la maquinaria se conserve en óptimas condiciones de operación y disponible para la producción.

6. Luego de diseñar el programa de mantenimiento para la maquinaria de la línea de producción y llevar a cabo cada uno de los mantenimientos en los que poco a poco se logró anticipar cualquier avería que se pudiera presentar, las horas de vida útil de la maquinaria han aumentado considerablemente, ya que la maquinaria fue restaurada y se mantiene en óptimas condiciones de funcionamiento.

7. Las rutinas y actividades de mantenimiento preventivo hacen que la maquinaria permanezca en óptimas condiciones y se reduzcan las averías presentadas durante la producción; en este punto hay que tener en cuenta que las rutinas de mantenimiento pueden variar a las propuestas por el fabricante debido a que las condiciones y ambiente de operación de la maquinaria pueden ser diferentes, los cuales pueden acelerar el deterioro de la maquinaria.

RECOMENDACIONES

1. Para que el programa de mantenimiento preventivo tenga éxito, debe mantenerse un seguimiento continuo para que este no fracase y se puedan alcanzar los objetivos a mediano y largo plazo, manteniendo la maquinaria en óptimas condiciones.
2. Los formatos creados deben revisarse, verificarse y actualizarse; de ser necesario, debido a que con el tiempo pueden aparecer nuevas actividades que conlleven al mejoramiento del programa de mantenimiento. Esta revisión debe ser hecha por el jefe de mantenimiento junto con el personal del Departamento, para que ellos sean partícipes de los cambios.
3. Se deben mantener actualizados los indicadores de mantenimiento, ya que estos mostrarán la disponibilidad y fiabilidad de la maquinaria, así como factores importantes para el análisis de los problemas suscitados por averías no previstas.
4. Se debe evaluar periódicamente el plan de mantenimiento preventivo para que este responda a las necesidades de la maquinaria y al ritmo de producción, ante una demanda cambiante dentro de un mercado creciente.

BIBLIOGRAFÍA

1. ABULARACH, José Manuel. *Ética práctica y social, responsabilidad de la empresa como sociedad*. 10a ed. Guatemala: Oscar de León Palacios, 2010. 102 p.
2. BLANK, Leland; TARQUIN, Anthony. *Ingeniería económica*. 6a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 730 p.
3. HEIZER, Jay; RENDER, Barry. *Mantenimiento y fiabilidad. Dirección de la producción, decisiones tácticas*. 7a ed. Madrid: Pearson Educación, S. A., 2001. 310 p.
4. METALFORMING. *Mantenga sus transportadores viejos trabajando como nuevos*. [en línea]. <http://mexico.pma.org/magazine/aug07/pdf/Mantenga_sus.pdf>. [Consulta: 7 de diciembre de 2013].
5. NORIEGA, Fernando; ALTAMIRANO, Fernando. *Equipos industriales*. 3a ed. México: McGraw-Hill, 2008. 80 p.
6. PEMCO. *Manual No. 517556*. Puebla, México: 2007. 20 p.
7. PULIDO, Gabriel. *Herramientas de mejora continua. Calidad Total y productividad*. 7a ed. México, D. F.: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2005. 215 p.

8. _____. *Aceites para cadenas.* [en línea].
<<http://www.skf.com/es/products/lubricationsolutions/lubricants/chain-oils/index.html>>. [Consulta: 6 de enero de 2014].
9. _____. *Selección del lubricante.* [en línea].
<<http://www.skf.com/es/products/lubricationsolutions/lubricants/lubricant-selection/index.html>>. [Consulta: 5 de enero de 2014].
10. VELÁSQUEZ, Luis Roberto. *Plan de mantenimiento.* [en línea].
<http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0653_M.pdf>. [Consulta: 10 de noviembre de 2013].