

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA BASA”**

**TRABAJO ACADÉMICO PARA OBTENER EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

BACH. DAYSI AVALOS CHUQUILIN

Callao, febrero, 2018

PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

ACTA DE EXPOSICIONES DE INFORMES FINALES DEL I CURSO
TALLER: PARA TITULACION POR MODALIDAD DE EXPOSICIÓN
DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Siendo, las 2:40:00 PM del día 23 de marzo del 2018 en el Auditorio "Ausberto Rojas Saldaña" de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao, se reunieron los miembros del jurado Revisor y Evaluador de la Exposición de los Informes Finales del I curso taller: para titulación por modalidad de exposición del informe de trabajo de suficiencia profesional, designados por Resolución de Consejo de Facultad N° 017-2018-CF-FIME de fecha 07/03/2018, conformado por los siguientes docentes:

Presidente : Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA
Secretario : Mg. RUBEN FRANCISCO PEREZ BOLIVAR
Vocal : Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY
Suplente : Dr. PABLO MAMANI CALLA

Así mismo, contando con la presencia de la Dra. Ana Mercedes León Zarate - Vicerrectora de investigación de la Universidad nacional del Callao (Supervisora General), Dr. José Hugo Tezén Campos – Decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Supervisor de la Facultad) y el Eco. Guillermo Alonso Gallarday Morales Miembro de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Representante de la Comisión de Grados y Títulos).

De acuerdo a lo señalado en el Capítulo X, numeral 10.1 de la Directiva de curso taller: Para titulación por modalidad de exposición del informe de trabajo de suficiencia profesional de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao, aprobada por Resolución de Consejo de Facultad N° 130-2017-CF-FIME de fecha 12/10/2017, concordante con la Resolución de Consejo Universitario N° 135-2017-CU de fecha 22/06/2017, y por Resolución de Consejo Universitario N° 309-2017-CU de fecha 24/10/2017.

Se procede con el acto de exposición del Informe de Suficiencia Profesional titulado: "**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA BASA**", presentado por el bachiller **AVALOS CHUQUILÍN, Daysi**, contando con el asesoramiento del Ing. **ALEJOS ZELAYA JORGE LUIS**.

Luego de la exposición correspondiente y de absolver las preguntas formuladas por los miembros del Jurado de exposición, se procede a la deliberación en privado respecto a la evaluación.

Este jurado acordó calificar al bachiller **AVALOS CHUQUILÍN, Daysi**, para optar el Título Profesional de **Ingeniera Mecánica** por Modalidad de Exposición del Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, según la puntuación cuantitativa y cualitativa que a continuación se detalla:

CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUALITATIVA
15 (QUINCE)	BUENO

Con lo que se da por concluido el acto, siendo las 3:10:00 PM del viernes 23 de marzo del 2018.

En señal de conformidad con lo actuado, firman la presente acta.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA


Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA
PRESIDENTE DEL JURADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA


Dr. RUBEN FRANCISCO PEREZ BOLIVAR
SECRETARIO DEL JURADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA


Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY
VOCAL DEL JURADO

DEDICATORIA

A Dios por estar conmigo siempre en cada paso que doy.

A mis padres por su amor y cariño, a hijo Fernando quien es mi fuerza y motivación para seguir siempre adelante y lograr los objetivos propuestos, a Noel mi esposo por su incondicional apoyo.

AGRADECIMIENTO

A todas aquellas personas que me apoyaron, asesoraron y confiaron en mi para hacer posible la realización de este informe.

A mis profesores, quienes guiaron mi formación académica durante los cinco años de estudio en la universidad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁG.
INTRODUCCIÓN	6
I. OBJETIVOS	
1.1 Objetivo General	7
1.2 Objetivos Específicos	7
II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	
2.1 Reseña Histórica	8
2.2 Declaraciones Estratégicas	9
2.3 Organización de la Empresa	10
III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA	
3.1 Clientes	14
IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA	
4.1 Descripción del Tema	15
4.2 Antecedentes	16
4.3 Planteamiento del Problema	19
4.4 Justificación	19
4.5 Marco Teórico	21
4.5.1 Antecedentes del Estudio	21
4.5.2 Marco Conceptual	23
4.5.3 Definiciones de Términos Básicos	39
4.5.4 Marco Normativo	40
4.6 Fases del Proyecto	41
4.6.1 Fase I: Identificación de los equipos existentes	43
4.6.2 Fase II: Evaluación de Criticidad	52
4.6.4 Fase IV: Implementación del Plan de Mantenimiento	80
V. EVALUACIÓN TÉCNICO- ECONÓMICO	
5.1 Resultados de los Indicadores Técnicos	83

5.2 Resultados de los Indicadores Económicos.....	91
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1 Conclusiones	100
6.2 Recomendaciones	100
VII. REFERENCIALES	101
VIII. ANEXOS Y PLANOS	102

FIGURAS

Figura 01: Organigrama Estructural de la Gerencia de Operaciones	11
Figura 02: Diagrama Causa-Efecto.....	20
Figura 03: Clasificación de Plástico	23
Figura 04 :Componentes de una Inyectora de Plástico	26
Figura 05: Inyectora de Plástico.....	26
Figura 06: Ciclo de Inyección.....	27
Figura 07: Componentes de una Sopladora de Plástico.....	28
Figura 08: Sopladora de Plástico	28
Figura 09: Ciclo de Soplado.....	29
Figura 10 : Componentes de la Grúa Puente	30
Figura 11: Inyectora de Poliuretano	31
Figura 12 : Túnel de Termo encogido	31
Figura 13 : Molino de Cuchillas.....	32
Figura 14 : Componentes de una Selladora de bolsa	33
Figura 15 : Paletizadora.....	34
Figura 16: Impresora Serigráfica.....	34
Figura 17: Evolución del Mantenimiento	35
Figura 18: Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo	37
Figura 19: Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo	38
Figura 20 : Esquema de distribución de áreas de producción	44
Figura 21 : Distribución de los equipos en el área de Moldeo Inyección .	45
Figura 22 : Distribución de los equipos en el área de Moldeo Soplado ...	45
Figura 23 : Distribución de los equipos en el área de Acabados	46
Figura 24 : Distribución de los equipos en el área de Molinos.....	46
Figura 25 : distribución de los equipos en el área de Formulación	47
Figura 26 : Distribución de los equipos en el área de Distribución.....	47
Figura 27: Tarjeta Maestra de Equipos.....	52
Figura 28: Registro de Reporte Diario	61
Figura 29: Identificación de puntos de lubricación	69
Figura 30: Cartilla de Lubricación	71

Figura 31: Control de Filtración de aceite Hidráulico	73
Figura 32: Formato de inspección de los equipos de Acabados	74
Figura 33: Formato de Orden de Trabajo	76

CUADROS

Cuadro 01 : Equipos del área de Moldeo Soplado.....	48
Cuadro 02: Equipos del área de Molino	48
Cuadro 03: Equipos del área de Distribución.....	49
Cuadro 04: Equipos del área de Formulación.....	49
Cuadro 05: Equipos del área de Acabados	49
Cuadro 06: Equipos del área de Moldeo Inyección.....	50
Cuadro 07: Existencia de Formatos	53
Cuadro 08: Matriz de Ponderación de Criticidad.....	62
Cuadro 09: Lista de equipos críticos.....	63
Cuadro 10: Lista de lubricantes	70
Cuadro 11: Cantidad de Partículas en servo válvulas	72
Cuadro 12: Presupuesto por Mano de Obra	77
Cuadro 13: Modelo de Presupuesto por repuestos.....	78
Cuadro 14: Cuadro resumen de Disponibilidad	83
Cuadro 15: Valorizado sobretiempo 2015-2016	91
Cuadro 16: Presupuesto VS Gasto de mantenimiento Preventivo 2016..	94
Cuadro 17: Comparativo costos 2014-2015-2016	96

GRÁFICOS

Gráfico 01: Gasto de Mantenimiento 2014-2015	17
Gráfico 02: Sobretiempo de Mantenimiento 2015.....	18
Gráfico 03 : Cronograma de Actividades	42
Gráfico 04: Fallas Relevantes en Inyectoras	54
Gráfico 05: Fallas Relevantes en Grúa Puente.....	55
Gráfico 06: Fallas Relevantes en Polipasto	56

Gráfico 07: Fallas Relevantes en Sopladoras	56
Gráfico 08: Fallas Relevantes en Troqueladora	57
Gráfico 09: Fallas Relevantes en Flameador	58
Gráfico 10: Fallas Relevantes en Impresora	58
Gráfico 11: Fallas Relevantes en Túneles	59
Gráfico 12: Fallas Relevantes en Mezclador	59
Gráfico 13: Fallas Relevantes en Sierra Circular	60
Gráfico 14: Criticidad de equipos de Moldeo Inyección	64
Gráfico 15: Criticidad de equipos de Acabados	65
Gráfico 16: Criticidad de equipos Moldeo Soplado	66
Gráfico 17: Criticidad de equipos de Formulación	66
Gráfico 18: Criticidad de equipos del área de Molinos.....	67
Gráfico 19: Criticidad de equipos del área de Distribución	67
Gráfico 20: Presupuesto Mantenimiento Preventivo 2016	79
Gráfico 21: Disponibilidad de equipos 2016.....	84
Gráfico 22: Tiempos de Intervención por familia de equipo	86
Gráfico 23: Tiempo de Intervención según el tipo de mantenimiento en Inyectoras	87
Gráfico 24: Tiempo de Intervención según el tipo de mantenimiento en Sopladoras.....	88
Gráfico 25: Tiempo de Intervención según el tipo de mantenimiento en Inyectora de Espuma	89
Gráfico 26: Tiempo de Intervención según tipo de mantenimiento	89
Gráfico 27: Cumplimiento de Órdenes de Trabajo de Mantenimiento Preventivo.....	90
Gráfico 28: Horas extras Efectivas 2016.....	92
Gráfico 29: Valorizado de sobretiempo 2015-2016.....	93
Gráfico 30: Presupuesto VS Gasto 2016	95
Gráfico 31: Costo de Mantenimiento 2014-2015-2016	97
Gráfico 32: Lucro Cesante 2014-2015-2016.....	98
Gráfico 33: Lucro Cesante por Familia de Equipos-2016	99

INTRODUCCIÓN

La industria del plástico es un mercado altamente competitivo lo cual genera que las empresas pertenecientes a este rubro busquen día a día implementar acciones que apunten al logro de sus objetivos

Esto exige un gran esfuerzo del personal a cargo de mantener en buen estado los equipos usados para el desarrollo de las actividades de la organización.

En ese sentido, el presente informe de trabajo de suficiencia profesional titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA BASA**, describe el desarrollo de cuatro fases orientadas a incrementar la disponibilidad de los equipos de la manera siguiente:

En la Fase I se realiza la Identificación de los diferentes equipos con los que cuenta la empresa, se realiza el inventario, codificación y elaboración de tarjeta maestra para cada uno de ellos.

En la Fase II se realiza la evaluación de criticidad bajo una matriz de ponderación, la cual permite establecer prioridades entre los equipos.

En la Fase III se diseña el plan de mantenimiento preventivo basado en la norma ISO 14224.2016, la cual describe diversos tipos de actividades preventivas a ejecutar en los equipos

En la Fase IV se implementa el plan de mantenimiento preventivo estableciendo procedimientos e indicadores que midan el resultado de la gestión.

El desarrollo de este proyecto generó un impacto positivo en la productividad de la empresa, minimizando las paradas intempestivas de los equipos durante una producción programada.

I. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de producción de la empresa BASA a fin de mejorar su disponibilidad para la generación de una producción continua.

1.2 Objetivos Específicos

- Reconocer las características técnicas de las máquinas de producción para su posterior análisis de criticidad.
- Evaluar la criticidad de cada equipo para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo adecuado.
- Establecer las actividades y frecuencias de ejecución del mantenimiento preventivo para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos durante una producción.
- Evaluar la eficacia de la implementación del plan de mantenimiento preventivo mediante indicadores de gestión.

II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

2.1 Reseña Histórica

Bakelita y Anexos S.A. (BASA) es una de las marcas más antiguas de plástico en el Perú, fundada por los señores J. Deneumostier, David A. Reventos y M. Mancilla el 12 de abril de 1949; comenzó su actividad industrial en un local del jirón Huascarán en el distrito de la Victoria. En los primeros tiempos la producción se limitó al uso de la bakelita en múltiples artículos como fichas de juego, argollas para cortinas, botones.

En 1959 los empresarios de Bakelita y Anexos S.A. importaron la primera máquina sopladora de plásticos del Perú para producir envases y la primera máquina de moldeo rotacional para producir muñecas.

A fines de los años 70, 360 operarios trabajaban en la nueva planta del Agustino creciendo su número hasta 1000 eventuales en campaña navideña, la inversión fue importante tanto en infraestructura como en los moldes fabricados con la más alta tecnología americana y europea.

En los 80 se amplía el campo de acción con el desarrollo y fabricación de envases industriales.

El 03 de diciembre de 1997 el Banco de Lima solicitó la declaración de insolvencia de BASA, y se forma la comisión de reestructuración patrimonial, esta acordó la continuación de las operaciones hasta julio 2002.

En diciembre 2002 el grupo Herrera adquiere el 100% de las acciones de BASA reiniciando sus operaciones en febrero 2003

2.2 Declaraciones Estratégicas

MISIÓN

Ser reconocidos como los líderes innovadores de la industria plástica nacional, logrando la satisfacción de nuestros clientes y usuarios finales, no solo en nuestra línea de menaje sino también en nuestra línea industrial.

Sabemos que la calidad en todos nuestros productos, así como la oportunidad en las entregas, es la clave para el crecimiento futuro de nuestra empresa por lo que cada uno de nuestros trabajadores está orientado a hacer su trabajo con el mayor cuidado posible a fin de garantizar el cumplimiento de los requisitos de los clientes.

VISIÓN

Transcender a nuestro tiempo legando a las futuras generaciones un mundo mejor, a través de nuestra superación permanente como marco de acción para lograr que lo imposible ocurra, colocando a nuestra organización a nivel de categoría internacional

VALORES

- ✓ Puntualidad
- ✓ Disciplina
- ✓ Responsabilidad
- ✓ Respeto
- ✓ Compromiso
- ✓ Honradez
- ✓ Perseverancia
- ✓ Gratitude
- ✓ Integridad
- ✓ Trabajo en equipo
- ✓ Pasión por la excelencia
- ✓ Mejora continua

POLÍTICA DE CALIDAD, SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE

En BASA estamos comprometidos en fabricar artículos de plástico de menaje e industrial de alta calidad, a través de una permanente mejora e innovación tecnológica de nuestros procesos y productos, promoviendo el desarrollo integral y la participación de nuestros colaboradores, previniendo la contaminación ambiental y los riesgos asociados a la seguridad y salud ocupacional fomentando una cultura de autocuidado y de seguridad como una responsabilidad de todos, buscando exceder las expectativas de nuestros clientes y de las partes interesadas, siendo firmes en el cumplimiento de la normativa vigente así como los más exigentes parámetros normativos internacionales.

POLÍTICA DE MANTENIMIENTO BASA

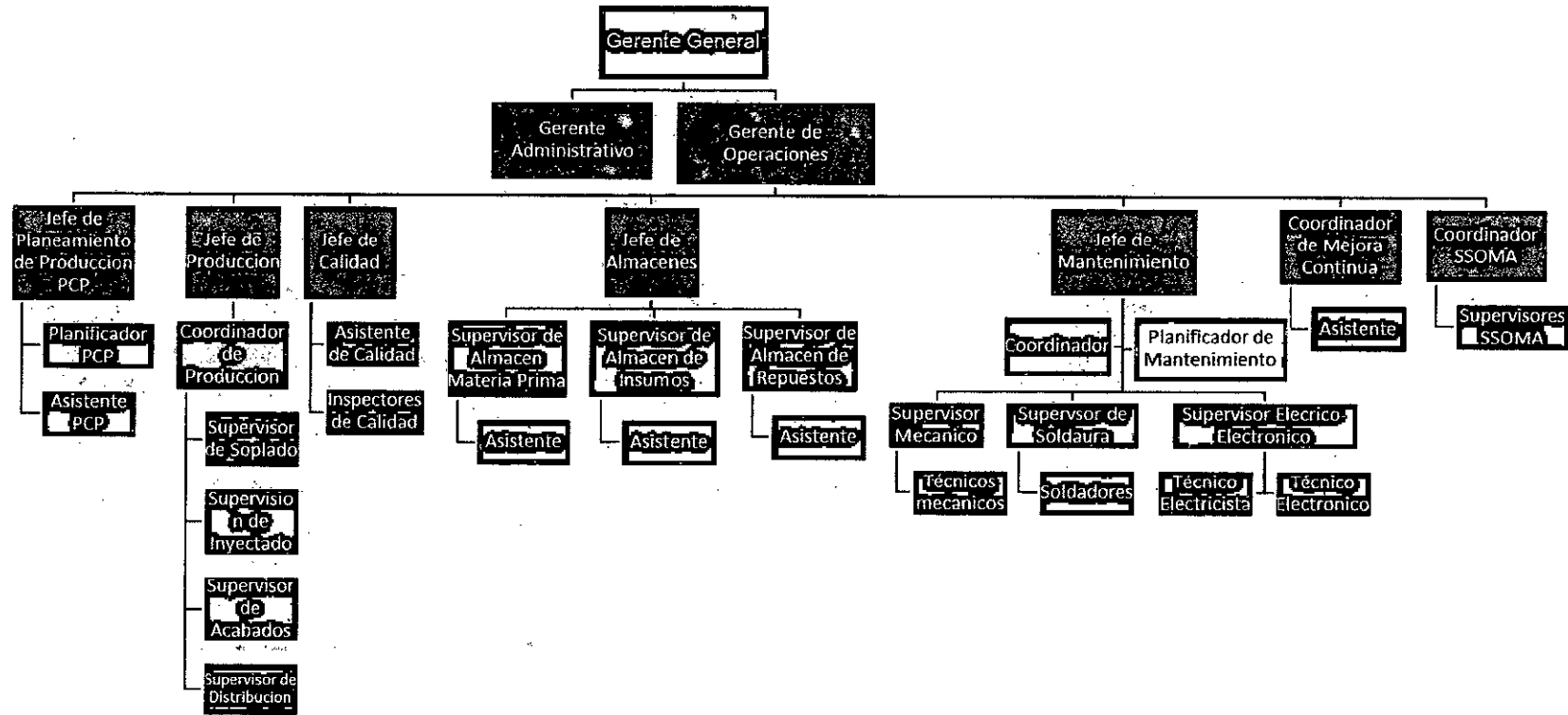
Ejecutar todas las actividades del departamento de mantenimiento buscando la excelencia y contribuyendo al proceso de mejora continua de la empresa

2.3 Organización de la Empresa

El organigrama Estructural de la empresa BASA esta liderado por el Gerente General el Sr Javier Herrera y subdividida en la gerencia administrativa y la gerencia de operaciones.

Unicamente se mostraremos la estructura de la gerencia de operaciones por estar vinculado directamente con el departamento de mantenimiento .

Figura 01: Organigrama Estructural de la Gerencia de Operaciones



Fuente: Dpto. Mantenimiento de BASA

- **CARGO Y FUNCIONES DESEMPEÑADAS**

PUESTO: Planificador de Mantenimiento

REPORTA A: Jefe de Mantenimiento

SUPERVISA A: Supervisores de Mantenimiento

OBJETIVO DEL PUESTO

Realizar la planificación de todas las actividades de mantenimiento, supervisando el cumplimiento oportuno.

DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES

- Realización del Inventario de los activos de la empresa.
- Elaboración y actualización del plan de mantenimiento preventivo para todos los activos de la empresa.
- Asegurar la disponibilidad de los materiales para la realización de los trabajos programados
- Administra los reportes emitidos por el personal técnico de mantenimiento y de los servicios realizados
- Elaboración de instructivos y procedimientos de trabajo
- Elaboración de indicadores del área.

REQUISITOS BÁSICOS DETERMINADOS POR LA COMPAÑÍA

- Educación: Titulado o Bachiller en Ingeniería Mecánica.
- Experiencia: De 3 a 5 años.
- Competencias Técnicas:
 - Gestión de Mantenimiento
 - Costos y presupuestos

III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

Hace más de 65 años, BASA fabrica una amplia línea de artículos de plásticos de excelente calidad con la finalidad de satisfacer las necesidades de los clientes y usuarios finales; ya sean productos con especificaciones a pedido o diseños propios.

BASA cuenta con una amplia gama de productos, elaborados según los procesos que se detallan a continuación

- **Proceso: Inyección de Plástico**

Dentro la línea de productos fabricados por el proceso de Inyección de plástico, BASA cuenta con más de 20 máquinas inyectoras de diversas capacidades en las cuales se fabrican diversos productos:

- ✓ Jaba cosechera Wayra 40 Calada
- ✓ Baldes Industriales
- ✓ Cama para mascotas
- ✓ Bandeja porta huevo
- ✓ Pallet
- ✓ Jaba para pesca
- ✓ Mesa Nido

- **Proceso: Soplado de Plástico**

Dentro la línea de productos fabricados por el proceso de soplado de plástico, BASA cuenta con 07 máquinas sopladoras de diversas capacidades en las cuales se fabrican diversos productos:

- ✓ Bidón Industrial
- ✓ Botipop
- ✓ Tachos
- ✓ Envases salseros
- ✓ Galoneras
- ✓ Camillas de rescate

- **Proceso: Inyección de Espuma de Poliuretano**

Dentro la línea de producción de Coolers, BASA cuenta con 01 máquina inyectora de poliuretano en la cual se mezcla el isocianato con el polioliol para formar el poliuretano que se aloja en los compartimientos de los coolers, de distintas capacidades:

- ✓ Cooler 5 litros
- ✓ Cooler de 15 litros
- ✓ Cooler de 25 litros

- **Proceso: Importación**

BASA importa componentes que forman parte de la fabricación de termos de diferentes capacidades

- ✓ Ampollas de vidrio.

3.1 Clientes

Dentro de los principales clientes de BASA podemos mencionar

- Tiendas El Cristal
- San Fernando
- Plaza Vea
- Makro
- Tottus
- Sodimac
- Quimpac
- Tiendas Home Center

IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA

4.1 Descripción del Tema

Desde el inicio de operaciones de BASA en el 2003 hasta finales del 2015, el departamento de mantenimiento venía ejecutando solo el mantenimiento correctivo, el cual tenía las siguientes características dentro de empresa:

- Ausencia de indicadores técnicos y económicos que muestren el resultado de la gestión que se venía realizando.
- Inexistencia de reportes de trabajo, los cuales originaban una falta de información para un posterior análisis de fallas
- Ausencia de estrategias y planes de trabajo que permitan mejorar la disponibilidad de los equipos de producción
- Elevado lucro cesante por equipo, debido a las intervenciones por reparación no programada

Este enfoque de trabajo de mantenimiento correctivo era la principal causa de la baja rentabilidad de la empresa, situación que impulso a la gerencia general a realizar cambios radicales en la estructura de la organización del mantenimiento.

La nueva administración del área de mantenimiento asumió la responsabilidad de diseñar e implementar el mantenimiento preventivo para los equipos de producción, la cual debe contar con un sistema bien estructurado que permita cumplir con todos los objetivos y metas planteadas por la empresa.

4.2 Antecedentes

Luego de la adquisición de BASA en el 2002 la gerencia general priorizó la amortización de la deuda adquirida por la compra de la empresa, lo cual trajo consigo:

- Disminución del presupuesto de mantenimiento, el cual estaba reflejado principalmente en la mano de obra y materiales para realizar los mantenimientos, esto limitaba las intervenciones de mantenimiento en los equipos de producción, priorizando solo las intervenciones correctivas.
- Contratación de personal operario con poca experiencia en manipulación de los equipos principales (inyectoras y sopladoras), lo que trajo consigo malas regulaciones de máquinas, productos defectuosos, pérdidas de materias primas.
- Alta tasa de accidentabilidad, debido a las condiciones inseguras que se daban entorno de los equipos

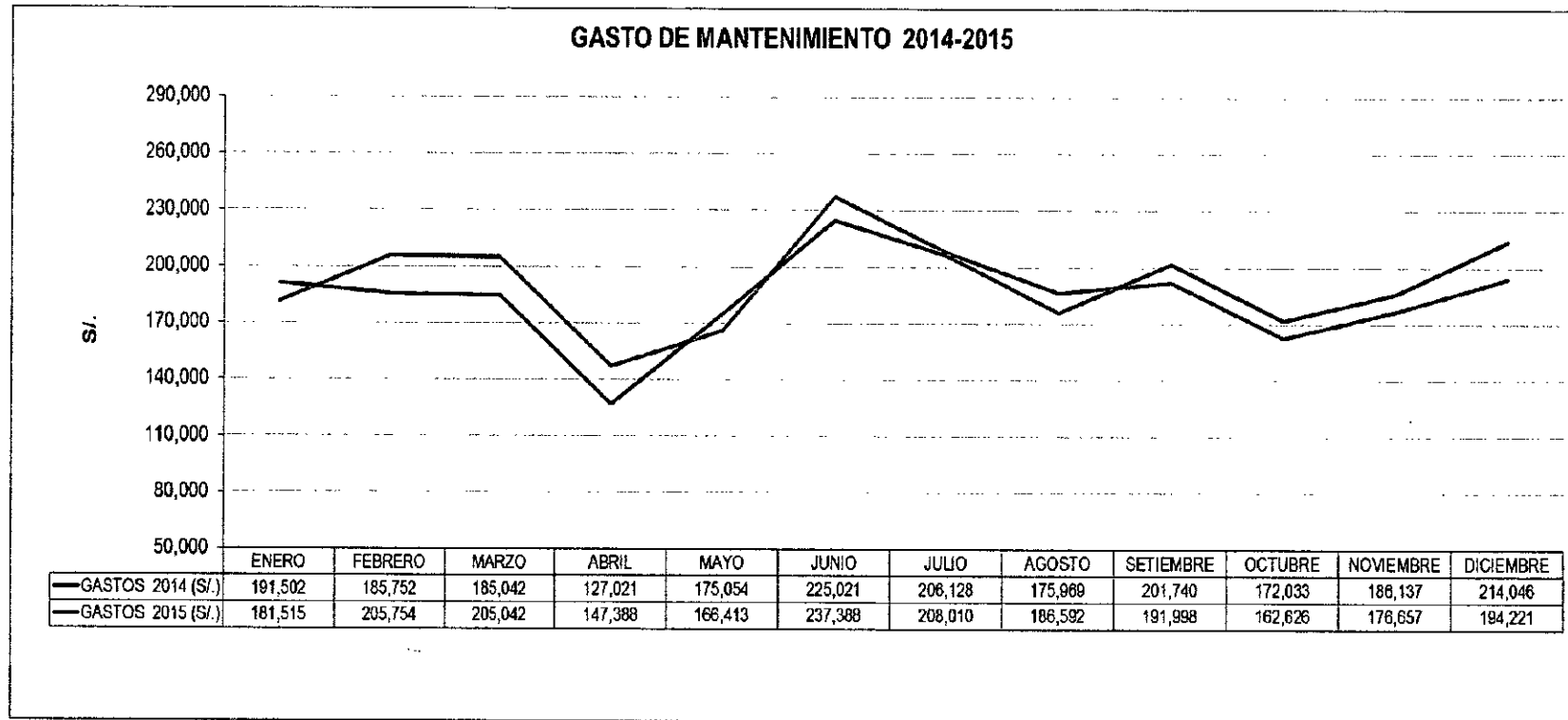
Con el paso del tiempo esto desencadenó en pérdidas mayores para la empresa, se tenía gran cantidad de equipos inoperativos por falta de repuestos y mantenimiento tuvo un incremento sustancial de horas extras para poder atender los pedidos, los cuales en muchos casos se atendían fuera de la fecha programada.

Ante esta situación, la gerencia general, decidió realizar cambios a nivel organizacional, poniendo mayor énfasis en el área de mantenimiento, solicitando estrategias para revertir la situación actual de la empresa.

Es así que la nueva administración del área de mantenimiento asume la responsabilidad de mejorar la disponibilidad de los equipos de la empresa.

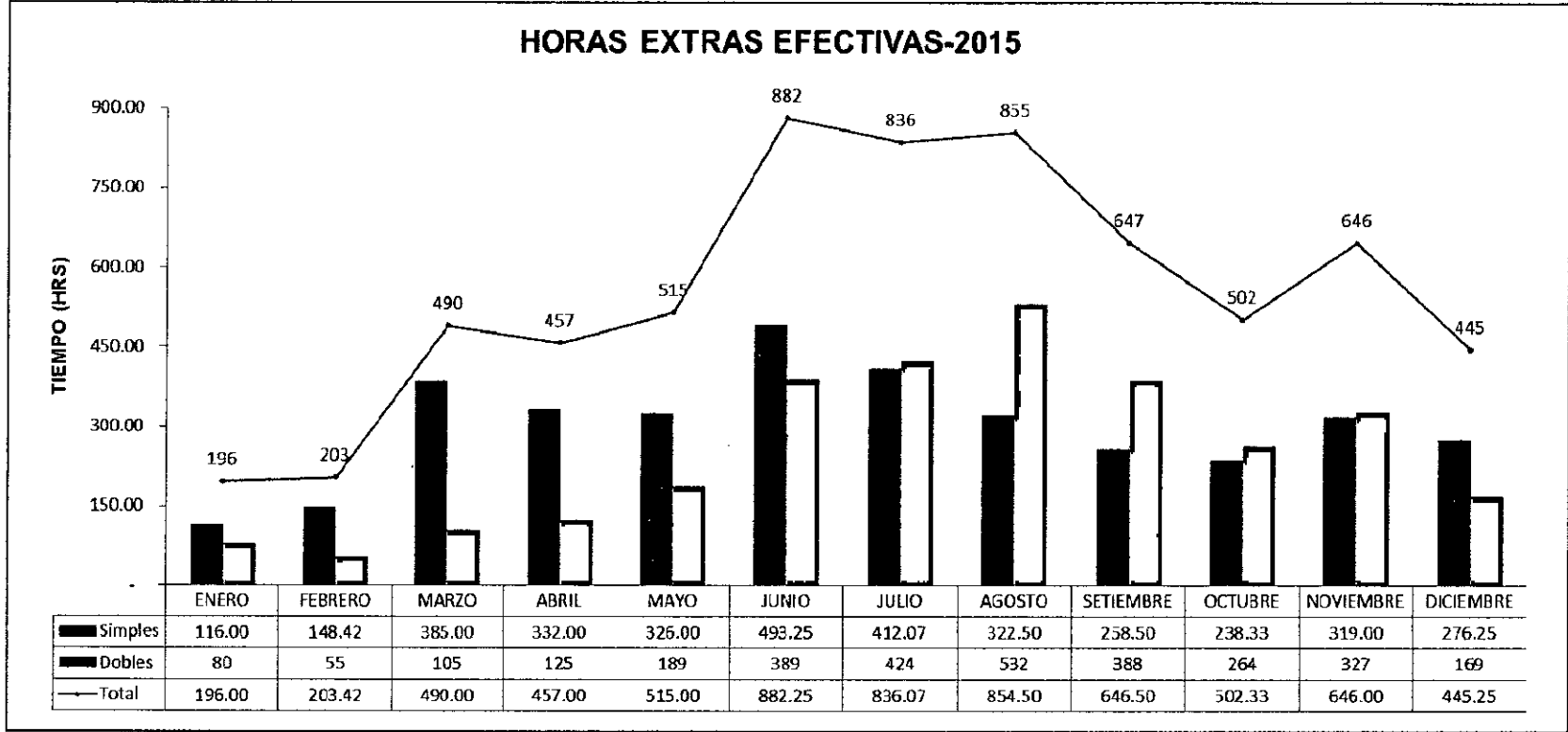
A continuación, se muestra algunos registros referenciales:

Gráfico 01: Gasto de Mantenimiento 2014-2015



Fuente: Dpto. Contabilidad – BASA

Gráfico 02: Sobre tiempo de Mantenimiento 2015



Fuente: Dpto. Recursos Humanos - BASA

4.3 Planteamiento del Problema

¿Cómo diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de producción de la empresa BASA a fin de aumentar su disponibilidad para generar una producción continua?

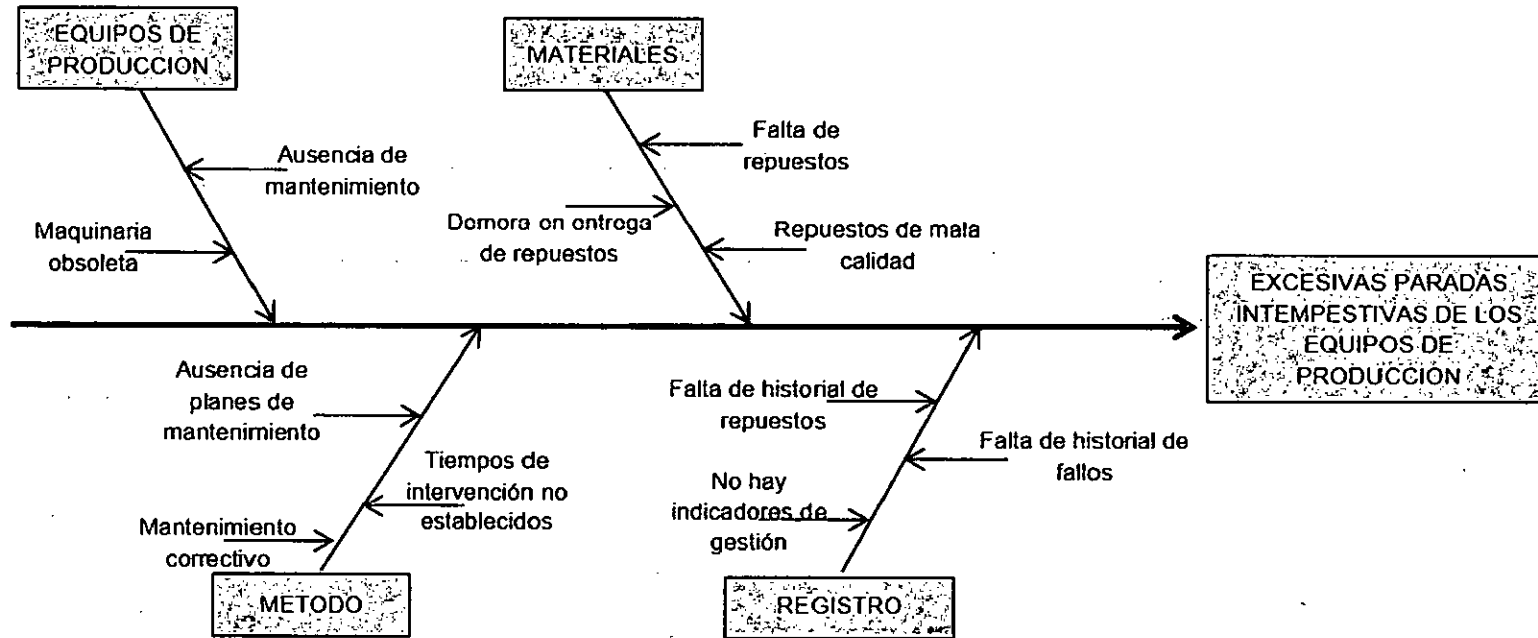
4.4 Justificación

Al realizar solo mantenimiento correctivo, se logra dar una solución temporal a la falla, lo cual conlleva a paradas no programadas de los equipos que afectan de forma negativa la producción.

Lo que se busca con el diseño e implementación del mantenimiento preventivo es lograr obtener un impacto positivo, dando como resultado el incremento de la disponibilidad de los equipos, permitiendo que estos se encuentren en buen estado de funcionamiento la mayor parte del tiempo de operación, cumpliendo de manera más eficaz el propósito para el cual han sido diseñados, de esta manera, se programa su mantenimiento para que el paro ocurra en un momento coordinado con el área de producción.

A continuación, se muestra el diagrama de causa-efecto, en el cual se puede observar que la mayoría de causas que originan las excesivas paradas intempestivas de los equipos de producción de BASA, se pueden solucionar con la ejecución de un mantenimiento preventivo, ya que este tipo de mantenimiento abarca el cumplimiento de funciones como la planificación, programación, ejecución y control de registros para las diversas actividades de mantenimiento que se realicen como la planificación, programación, ejecución y control de registros para las diversas actividades de mantenimiento que se realicen.

Figura 02: Diagrama Causa-Efecto



Fuente: Dpto. Mantenimiento BASA

4.5 Marco Teórico

4.5.1 Antecedentes del Estudio

La elaboración del siguiente proyecto se desarrolló tomando como referencia algunos trabajos que a continuación se detallan

INTERNACIONAL

- Eduardo Miñón Velázquez (2016 - MÉXICO), en su informe de experiencia laboral titulado: ***“Desarrollo profesional en mantenimiento preventivo y correctivo en máquinas de inyección de plástico y sus sistemas de enfriamiento”*** describe las actividades desarrolladas durante su permanencia en el área de mantenimiento, describe la organización y planificación que desarrolla el área, reconoce las fuerzas y debilidades de esta.

Este informe de experiencia laboral resalta la importancia del desarrollo de una buena planificación y programación de actividades a ejecutar por el personal de mantenimiento, las cuales, están direccionadas a los componentes de los equipos, evaluando la criticidad de cada uno para poder establecer frecuencias de intervención.

- Santiago García Garrido (2003- España), en su libro: ***“Organización y Gestión Integral de Mantenimiento”*** menciona técnicas para mejorar la gestión del mantenimiento, establece pautas para la elaboración de los planes de mantenimiento, gestión de repuestos, gestión de los recursos humanos.

Esta publicación nos brinda una secuencia a considerar para el desarrollo de la implementación de mantenimiento preventivo para diversos equipos, esta información ha servido como un manual práctico durante el desarrollo de los planes de mantenimiento preventivo.

NACIONAL

- Enrique Miguel Rivera Rubio (2011 - Perú), en su tesis: ***“Sistema de Gestión del Mantenimiento Industrial.”*** Hace énfasis en la norma UNE 20812 la cual se basa en hacer un proceso sistemático y documentado de análisis cualitativo, que revisa y estudia en profundidad la fiabilidad de un sistema y subsistemas de los equipos.

Esta tesis nos ha servido como modelo para la elaboración de las estrategias y planes de mantenimiento, los cuales no deben estar primordialmente definidos por el constructor o por un departamento ajeno a mantenimiento (producción), sino realizarlo partiendo de las propias averías; esto es, partiendo de la realidad de cada sistema, funcionando en su entorno o en su contexto operacional.

4.5.2 Marco Conceptual

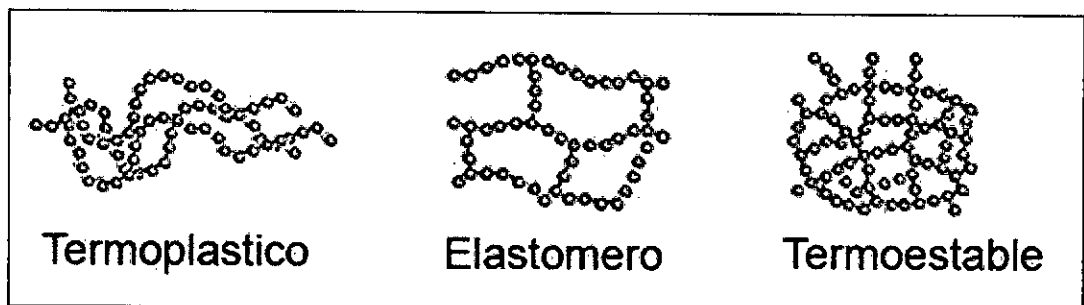
Los Plásticos

Los plásticos son polímeros que se moldean a partir de la presión y el calor. Una vez que alcanzan el estado que caracteriza a los materiales que solemos denominar como plásticos, resultan bastante resistentes a la degradación y, a la vez, son livianos. De este modo, los plásticos pueden emplearse para fabricar una amplia gama de productos.

Clasificación

Según la disposición de las moléculas que forman el polímero se distinguen tres grupos de plástico

Figura 03: Clasificación de Plástico



Fuente: Internet

- **Termoestables**

También denominados durómetros o duro plastos. Son aquellas materias poliméricas que, por la acción del calor, endurecen de forma irreversible.

Tienen en su composición macromoléculas reticuladas en el espacio, que en el proceso de endurecimiento o de curado, se reticulan más estrechamente.

Dado a que no permiten la fundición y no reblandecen son materiales que presentan muy buenas propiedades en altas temperaturas, junto con su alta resistencia térmica presentan alta resistencia química, rigidez.

En general, los termoestables poseen una buena estabilidad dimensional, estabilidad térmica, resistencia química y propiedades eléctricas. Es por ello que los materiales termoestables se aplican en múltiples campos, se pueden citar:

- Aeroespacial: Componentes de misiles, alas.
- Aplicaciones domésticas: Interruptores, asas, etc.
- Construcción: Techos, chapas para forrar paredes, pinturas, etc.
- Vestimenta: Botones, ropa tratada, etc.
- Eléctrico: Cuadro conexiones, recubrimientos.
- Muebles: Puertas imitación madera,
- Médico: Rellenos dentales, implantes ortopédicos, etc.
- Recreo: Raquetas tenis, barcas, etc.

• **Termoplásticos**

Son compuestos que pueden ser deformados bajo la influencia del calor y de la compresión, conservando su nueva forma al enfriarse y dejar de actuar la acción, pero que pueden ser nuevamente reblandecidos por el calor y vueltos a moldear. El proceso de su moldeo es, por lo tanto, reversible. e inclusive lo hacen un material fácilmente reciclable

La principal ventaja de los termoplásticos es su resistencia a los efectos de la corrosión a la gama más amplia posible de productos químicos. Los termoplásticos se instalan mucho más rápida y fácilmente y tienen mayor durabilidad que los productos metálicos.

Dentro de sus aplicaciones, se puede citar:

- Automoción: Piezas de motores, colectores, etc.
- Limpieza: bolsas de basura, fibra para fabricación de alfombras

- Médico: Bolsas de suero, elementos de fijación, hilos de saturación, cepillo de dientes
- Construcción: Tuberías de PVC
- Vestimenta: Suela para zapatos, trajes impermeables
- Aplicaciones domésticas: Sartenes, platos, vasos

- **Elastómeros**

Son polímeros amorfos, es decir que no tienen una forma determinada. Mediante procesos físicos y químicos, los elastómeros son moldeados según las necesidades de la producción. Cuando están a temperatura ambiente, los elastómeros son blandos y fácilmente deformables. Debido a la presencia de enlaces covalentes los elastómeros regresan a su forma original, lo cual evita que la deformación sea permanente

Dentro de sus aplicaciones, se puede citar:

- Minería: Fabricación de llantas para patines y patinetas.
- Industria: Aislamiento térmico y eléctrico

PROCEDIMIENTOS DE FABRICACIÓN CON PLÁSTICO

La fabricación de artículos de plástico se realiza mediante el proceso de Inyección, Soplado

Moldeo por Inyección

Es una técnica de procesado de plástico más común para la obtención de productos plásticos, las inyectoras de plástico están diseñadas para la realización de este proceso.

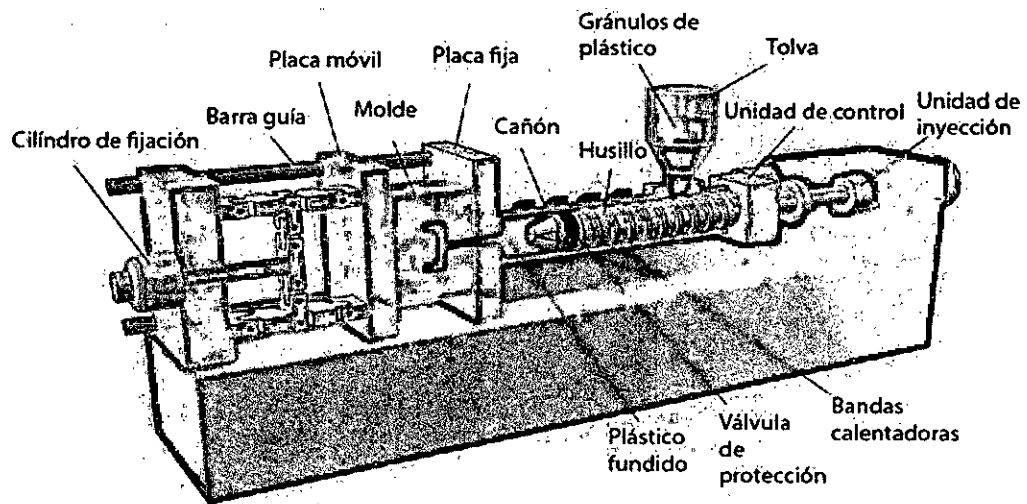
El fundamento del moldeo por inyección es inyectar un polímero fundido en un molde cerrado y frío, donde solidifica para dar el producto. La pieza moldeada se recupera al abrir el molde para sacarla.

Las partes principales de una máquina de inyección (Inyectora) son:

- La unidad de inyección: En la cual se funde e inyecta el material conformada por un cilindro de inyección, una tolva, y un tornillo.

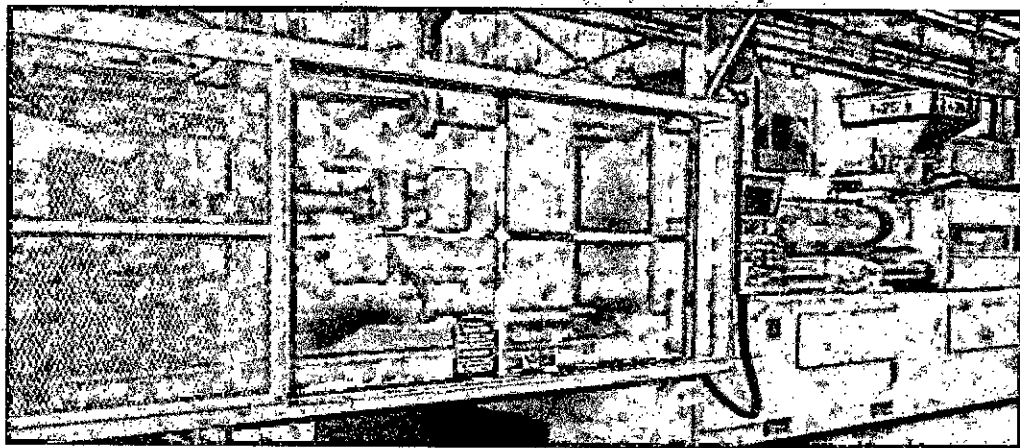
-La unidad de cierre: En la cual se aloja el molde, cumple la función de mantener las dos mitades del molde alineadas correctamente entre sí; mantener cerrado el molde durante la inyección aplicando una fuerza de tonelaje (sujeción) suficiente para resistir la fuerza de inyección; abrir y cerrar el molde en los momentos apropiados.

Figura 04 :Componentes de una Inyectora de Plástico



Fuente: Internet

Figura 05: Inyectora de Plástico

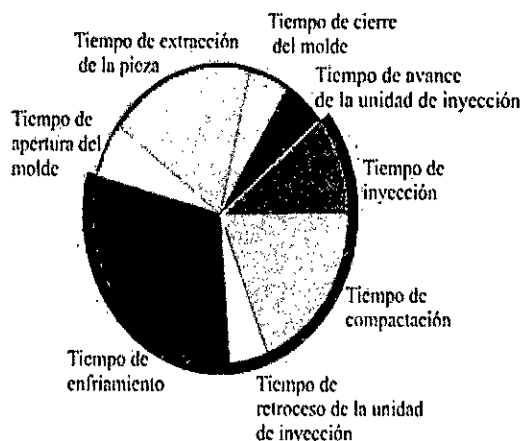


Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

El ciclo de inyección se realiza según la secuencia:

1. Cierre de molde: En el cual actúa el sistema de cierre, la máquina ejecuta el movimiento para cerrar el molde
2. Avance de la Unidad Inyección: Movimiento en el cual la unidad de inyección avanza hasta que la boquilla entra en contacto con el bebedero del molde
3. Inyección: Movimiento en el cual el pistón avanza empujando el material, el cual se introduce en la cavidad del molde.
4. Compactación: También conocido como tiempo de mantenimiento, en el cual el molde permanece cerrado y el polímero comienza a enfriarse.
5. Retroceso de la Unidad de Inyección: Se inicia cuando la entrada a la cavidad se solidifica, en ese momento la unidad de inyección retrocede.
6. Enfriamiento: Se da cuando el polímero toca las partes frías del molde.
7. Apertura de molde: Momento en el que se abre el molde para poder extraer la pieza

Figura 06: Ciclo de Inyección

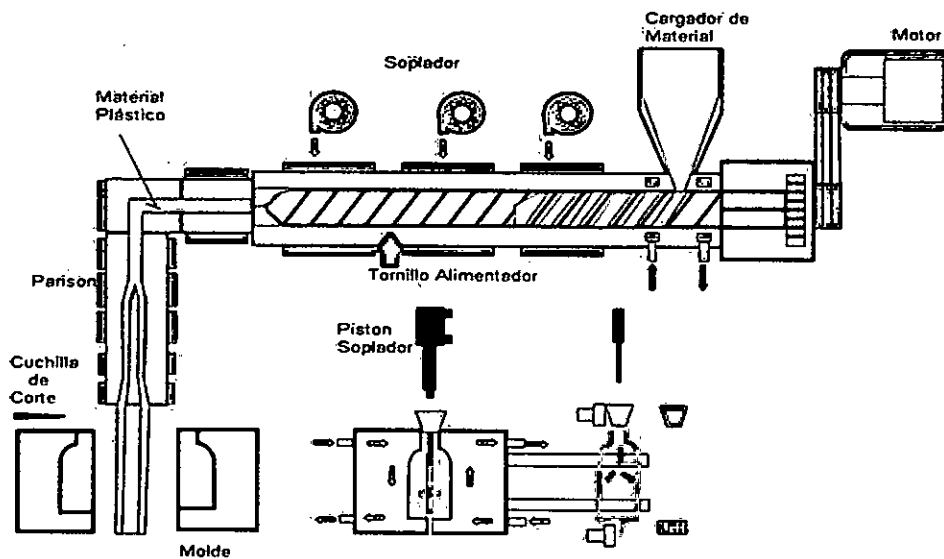


Fuente: Internet

Moldeo por Soplado

Este proceso se realiza para la fabricación de piezas huecas, sin tener que unir dos o más partes moldeadas separadamente, las sopladoras están diseñadas para la realización de este proceso, sus componentes principales se muestran en la siguiente figura:

Figura 07: Componentes de una Sopladora de Plástico



Fuente: Departamento de Mantenimiento

Figura 08: Sopladora de Plástico

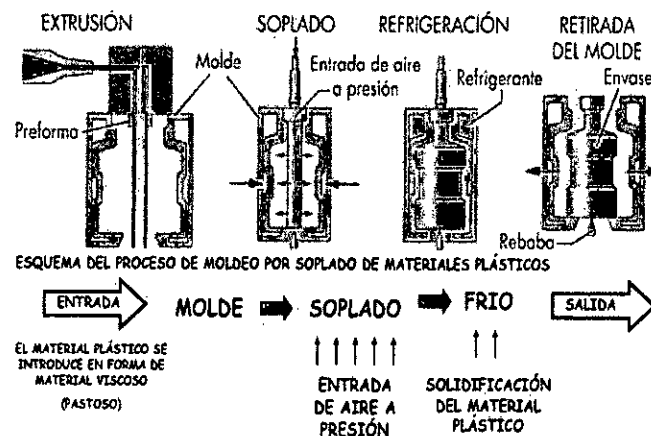


Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

El procedimiento de fabricación de accesorios de plástico mediante este proceso está definido por:

1. Fusión del material plástico: De manera similar al proceso de inyección en las inyectoras, el tornillo que está en la cámara de calefacción avanza empujando el material fundido
2. Obtención del precursor (manga): El material fundido uniforme se desplaza a través del tubo guiador y deja caer la manga, la longitud que cae es la longitud total del molde.
3. Cerrado de molde: Una vez que la manga descienda la longitud adecuada, se cierra el molde para dar inicio al soplado
4. Soplado: Ingresa el pistón que realizara el soplado y el material fundido se pegara a las paredes del molde, los cuales enfriaran el material
5. Enfriamiento del material: Se da en las paredes del molde donde recircula agua natural o fría.
6. Retiro de Pieza: Una vez enfriado el molde se abre, para poder retirar la pieza ya fabricada

Figura 09: Ciclo de Soplado



Fuente: Internet

EQUIPOS DENTRO DE UNA INDUSTRIA PLÁSTICA

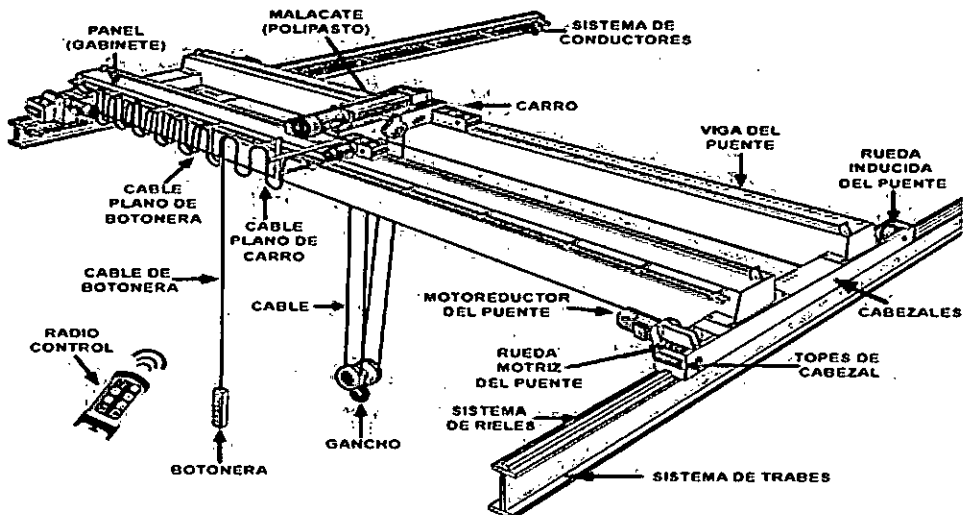
Adicional a los equipos principales como son las inyectoras y sopladoras, existen otros equipos que forman parte de los diversos procesos de la industria del plástico, que a continuación se detalla:

Grúa Puente

La grúa puente es un tipo de aparato de elevación compuesto por una viga simple sobre vigas carrileras, apoyada en columnas, dispuestos sobre una estructura resistente.

La grúa puente realiza el movimiento longitudinal mediante la traslación de la viga principal a través de los carriles elevados, la rodadura es por ruedas metálicas, el movimiento transversal se realiza mediante el desplazamiento de un carro sobre dos carriles dispuestos sobre la viga principal, el movimiento vertical se realiza a través del mecanismo de elevación como el polipasto

Figura 10 : Componentes de la Grúa Puente

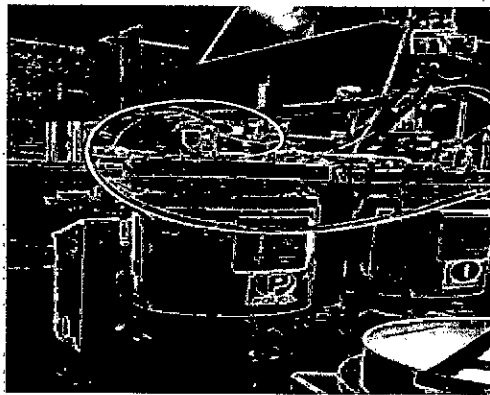


Fuente: Internet

Inyectora de Espuma de Poliuretano

La máquina inyectora de espuma realiza la mezcla de dos componentes químicos (isocianato con el poliol) para la obtención de espuma de poliuretano rígido a baja densidad usado como aislante térmico en los Coolers; la espuma es fácil de inyectar gracias a la manejabilidad de la máquina a través de su cabezal mezclador en cual incluye un pistón para la expulsión de la espuma de poliuretano.

Figura 11: Inyectora de Poliuretano



Fuente: Dpto. de Mantenimiento-BASA

Túnel de Termo Encogido

Estos equipos están diseñados para contraer a través de calor algún tipo de empaque, quedando ajustado según la forma del producto permitiendo que se observe claramente y logrando la protección del producto contra la humedad, contaminación, rayones, etc.

El termo encogido desarrolla las siguientes etapas

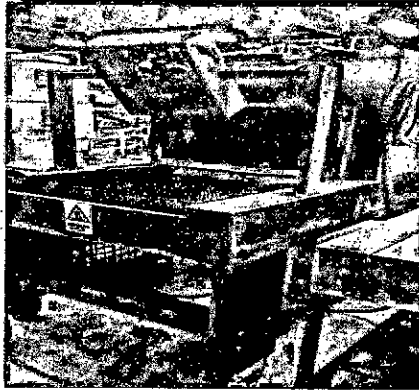
Etapa 01: El empaque se ablanda en dirección transversal y longitudinal

Etapa 02: El empaque inicia la retracción, alcanzando la forma del material

Etapa 03: El empaque transparente deja de contraerse

Etapa 04: El empaque completa su retracción mientras se enfría.

Figura 12 : Túnel de Termo encogido



Fuente: Dpto. de Mantenimiento-BASA

Molino de Cuchilla

El molino de cuchillas es un equipo diseñado para realizar el corte del producto plástico no conforme, su funcionamiento se realiza mediante el impacto de un metal duro (cuchilla) contra el producto plástico, dependiendo la carga del impacto de la longitud de la cuchilla en relación con el momento torsor (cupla, torque) del motor. Ese impacto se realiza dentro de la cámara de triturado, que limita el recorrido del producto tantas veces sean necesarias hasta que la secuencia de impactos reduzca el material al buscado.

Figura 13 : Molino de Cuchillas



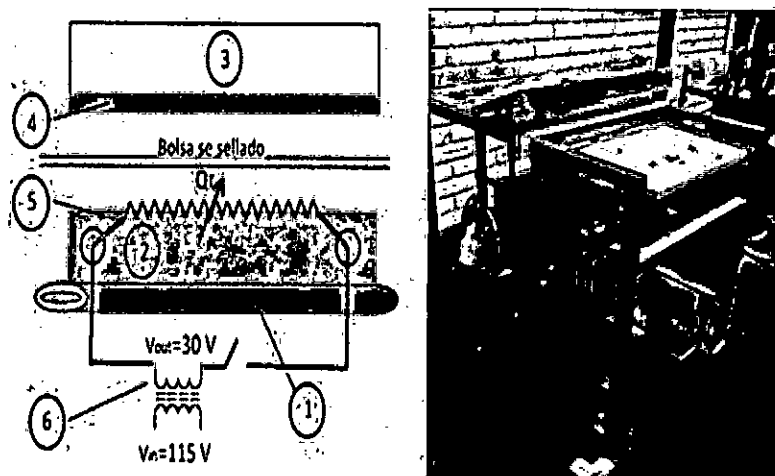
Fuente: Dpto. de Mantenimiento-BASA

Selladora de Bolsa

Equipos diseñados para sellar bolsas de plástico mediante la acción de presión y calor, debiendo regularse según el tipo de bolsa. Sus principales componentes son:

- 1.- Bolsa neumática
- 2.- Teflon adhesivo
- 3.- Mordaza superior
- 4.- Caucho siliconado
- 5.- Micron
- 6.- Transformador

Figura 14 : Componentes de una Selladora de bolsa



Fuente: Dpto. de Mantenimiento-BASA

Paletizadora

Comúnmente llamada envolvedora de plástico está conformada por una columna con una altura de envoltura real de aproximadamente 2m en el que sube un cabezal (o porta rollo), en forma automática (sensor óptico), cuenta con una plataforma giratoria de 1.80 m de diámetro. En esta plataforma se ponen las tarimas para envolverlas. Se pueden poner esquineros según sea el producto que emplear, por ejemplo: cuando son

productos ligeros, se requiera proteger las esquinas de la carga contra golpes, dándole mayor rigidez al mismo.

Figura 15 : Paletizadora



Fuente: Dpto. de Mantenimiento-BASA

Impresora

La impresora Serigráfica es empleada para la impresión sobre superficies curvas, como botellas, baldes de material plástico

La impresión se realiza a través de impresora, enmarcada en un marco, que se emulsiona con una materia fotosensible. Por contacto, el original se expone a la luz para endurecer las partes libres de imagen. Por el lavado con agua se diluye la parte no expuesta, dejando esas partes libres en la tela del cual se coloca la tinta, que se extiende sobre toda la tela por medio de una regla de goma. La tinta pasa a través de la malla en la parte de la imagen y se deposita en el producto plástico

Figura 16: Impresora Serigráfica



Fuente: Dpto. de Mantenimiento-BASA

MANTENIMIENTO

PARADIGMA PASADO: "El hombre de mantenimiento se siente bien cuando ejecuta una buena reparación"

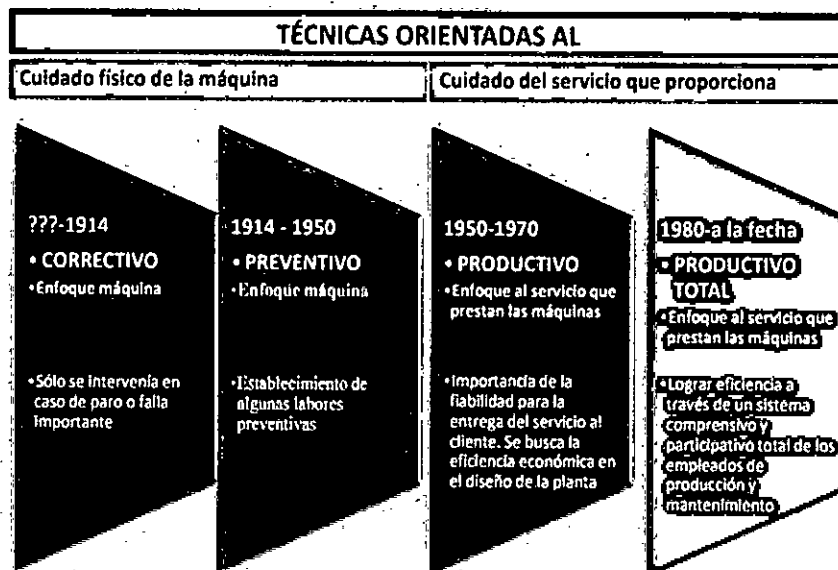
PARADIGMA MODERNO: "El hombre de mantenimiento se siente bien cuando consigue evitar todas las fallas no previstas"

Dentro de este contexto podemos decir que el mantenimiento está basado en actividades de conservación de los activos a fin de evitar su degradación y con ello asegurar su correcto funcionamiento.

Evolución de Mantenimiento

Según Dr. J. Gpe. Octavio Cabrera Lazarini, en su publicación de Gestión de mantenimiento, describe la evolución del mantenimiento en cuatro etapas muy diferenciadas, que a continuación se muestra:

Figura 17: Evolución del Mantenimiento



Fuente: Internet

La evolución del mantenimiento ha dependido de las experiencias para desarrollar los distintos tipos de mantenimiento proporcionando más y mejores herramientas para la pronta detección de elementos que puedan causar daños a las máquinas y procesos

Importancia del Mantenimiento

La ejecución del mantenimiento en la industria es importante ya que:

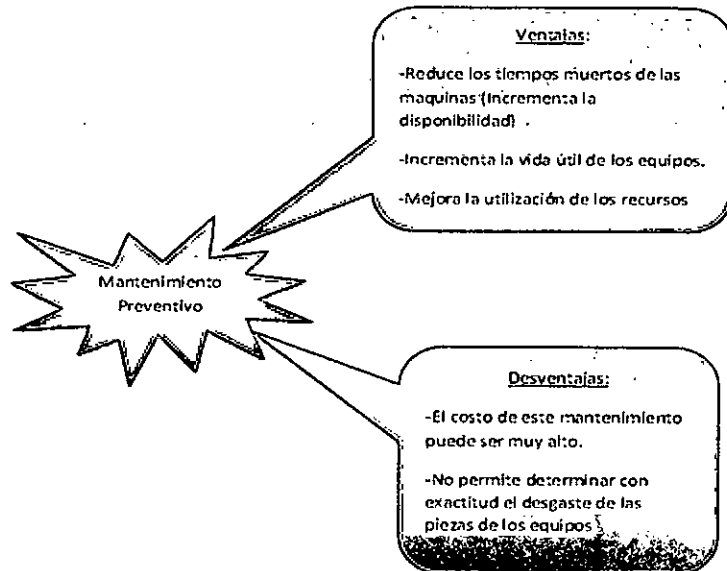
- Genera una ventaja competitiva en su sector en un corto plazo.
- Incrementa la confiabilidad de los equipos
- Elimina los riesgos laborales
- Previene de daños irreparables en los equipos.

Tipos de Mantenimiento:

❖ Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento nace de la necesidad de minimizar o anular el mantenimiento correctivo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados, de tal manera que asegure una alta disponibilidad de los equipos maximizando su vida útil.

Figura 18: Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo



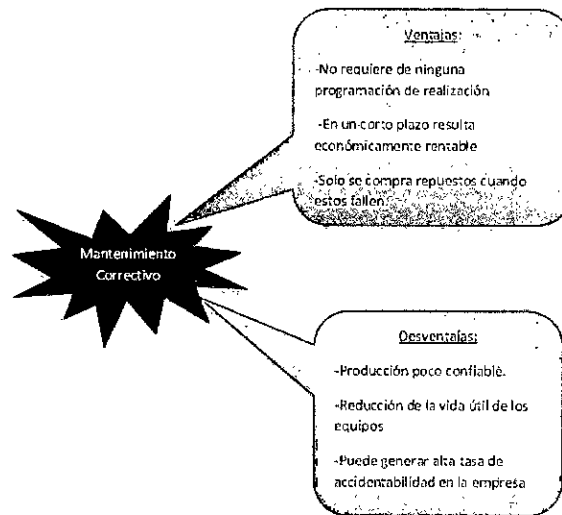
Fuente: Elaboración Propia

❖ Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo es un tipo de mantenimiento que consiste en ir reparando las averías a medida que se van produciendo.

El personal encargado de avisar de las averías es el propio usuario de las máquinas y equipos, y el encargado de realizar las reparaciones es el personal de mantenimiento.

Figura 19: Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo



Fuente: Elaboración Propia

❖ Mantenimiento Predictivo

Este tipo de mantenimiento está basado fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción, etc. Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etc.

Para ello, se usan para ello instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipos eléctricos, etc.

Sus ventajas:

- Reduce los tiempos de parada.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento
- Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto

4.5.3 Definiciones de Términos Básicos

- ❖ Activo: Término contable para cualquier recurso que tiene un valor, un ciclo de vida y genera un flujo de caja. Puede ser humano, físico y financiero intangible.
- ❖ Equipo: Unidad conformada por un conjunto de componentes y piezas, agrupadas para formar un sistema funcional
- ❖ Sistema Hidráulico: Es un mecanismo operado por la resistencia que ofrece la transmisión o la presión cuando el líquido es forzado a través de una pequeña abertura o tubo.
- ❖ PLC: Dispositivo electrónico el cual controla la lógica de funcionamiento de los equipos en tiempo real
- ❖ Falla: Terminación de la capacidad del equipo para realizar la función requerida
- ❖ Criticidad: Es un indicador proporcional al riesgo que permite establecer las prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas.
- ❖ Historial del Mantenimiento: Registro que muestra las reparaciones, refacciones, entre otros, se emplea para ayudar a la planeación del mantenimiento.
- ❖ Análisis de Aceite: Conjunto de procedimientos y mediciones aplicados al aceite hidráulico de los equipos, el cual proporciona información sobre el grado de contaminación con partículas sólidas y otros componentes

4.5.4 Marco Normativo

➤ NORMA AFNOR X 60010 – 60011

Esta norma francesa proporciona la clasificación del mantenimiento antes y después de ocurrida la falla:

Antes de ocurrida la falla la denomina mantenimiento preventivo, disgregando en mantenimiento preventivo sistemático y mantenimiento preventivo condicional.

Después de ocurrida la falla la denomina mantenimiento correctivo

➤ NORMA UNE-EN 13460:2009

Esta Norma Europea UNE-EN 13460:2009 “Documentos para el mantenimiento” establece el flujo de trabajo de mantenimiento lo cual sirve como punto de partida para la elaboración de documentación necesaria para el mantenimiento, de igual manera la documentación necesaria en la interacción con las demás áreas.

Establece además que la información obtenida en los documentos debe estar archivada de manera disponible ante cualquier consulta, generando así “ARCHIVO TÉCNICO DE MANTENIMIENTO”

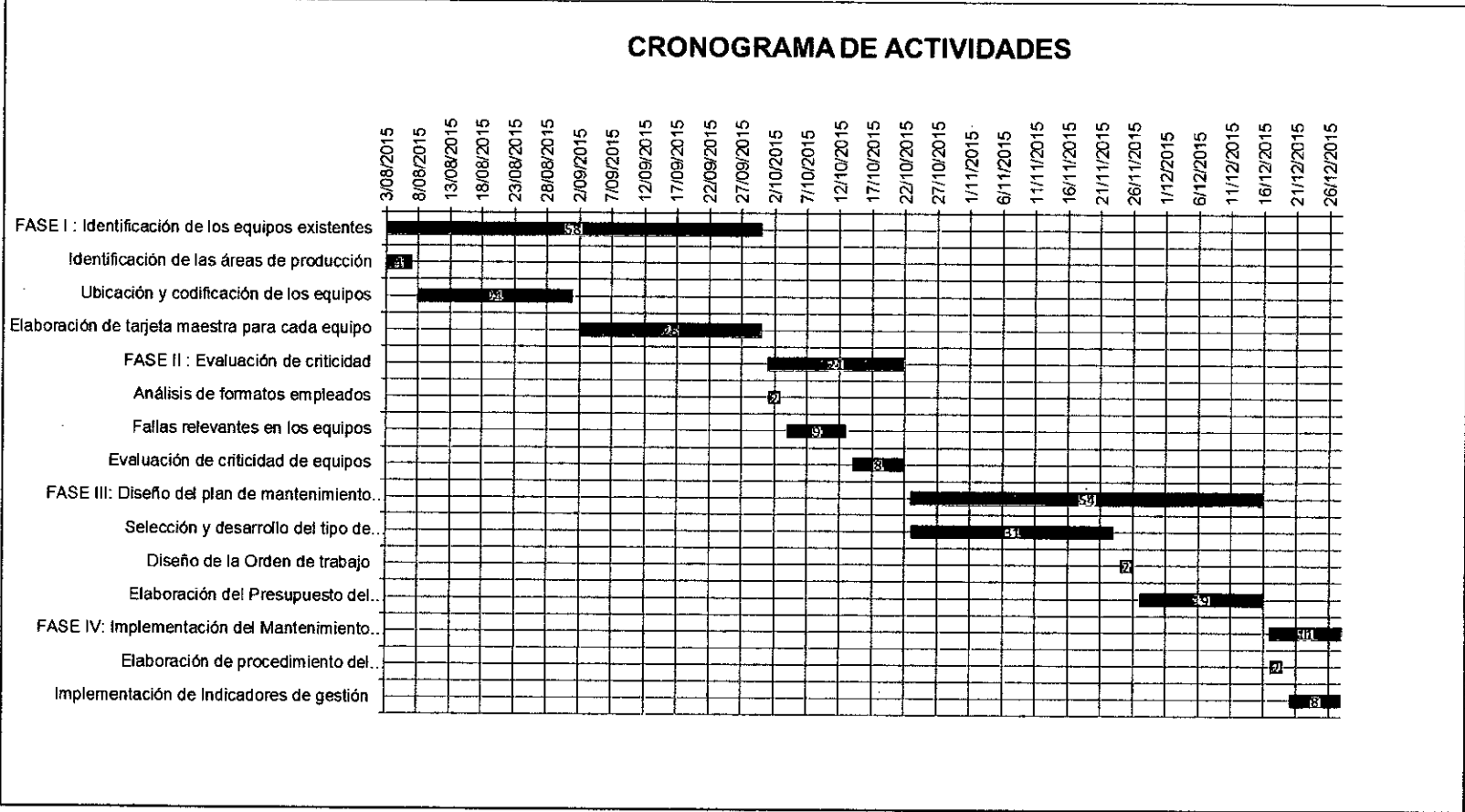
4.6 Fases del Proyecto

Con la finalidad de establecer el tiempo necesario para la realización de las actividades previas a la ejecución del mantenimiento preventivo en los equipos de la empresa, se elaboró el siguiente cronograma, en el cual se consideraron las siguientes fases:

1. Fase I: Identificación de los equipos existentes
 - Identificación de las áreas de producción
 - Ubicación y codificación de los equipos
 - Elaboración de la tarjeta maestra para cada equipo
2. Fase II: Evaluación de criticidad
 - Análisis de formatos empleados
 - Fallas relevantes en los equipos
 - Evaluación de criticidad de los equipos
3. Fase III: Diseño del plan de mantenimiento preventivo
 - Selección y desarrollo del plan de mantenimiento preventivo
 - Diseño de la orden de trabajo
 - Elaboración del presupuesto de mantenimiento
4. Fase IV: Implementación del plan de mantenimiento preventivo.
 - Elaboración del procedimiento de mantenimiento
 - Implementación de indicadores de gestión

El desarrollo de cada uno de ellos se detalla a continuación:

Gráfico 03 : Cronograma de Actividades



Fuente: Dpto. Mantenimiento-BASA

4.6.1 Fase I: Identificación de los equipos existentes

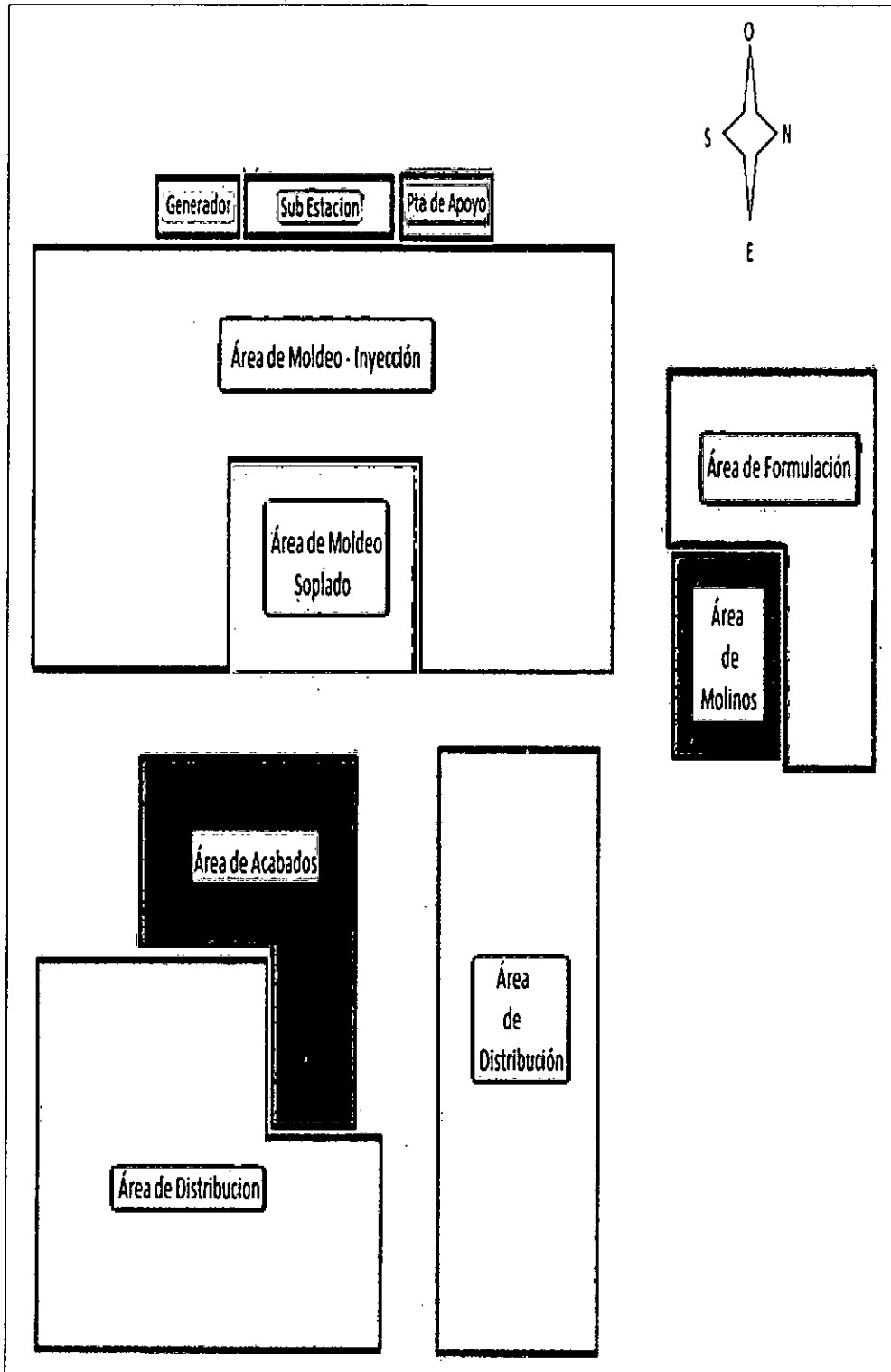
Identificación de las Áreas de Producción

BASA cuenta con 06 áreas de producción, las cuales una distribución de áreas de producción el cual logra la más eficiente combinación de mano de obra, materiales y transporte, lo cual reduce los tiempos de movilización.

- En el área de formulación, se realizan las diferentes mezclas de materia prima del plástico, para luego ser distribuidas a las otras áreas correspondientes.
- En el área de Moldeo Inyección se desarrollo el proceso de inyección, en el cual se funde el material y se da la forma en el molde específico para cada producto.
- En el área de moldeo soplado se desarrolla el proceso de soplado en el cual se funde el material y cae en forma de manga, para luego tomar forma por la acción de un pistón soplador dentro del molde específico para cada producto
- En el área de molinos, se realiza el corte y se muele el producto no conforme, con la finalidad de reutilizar la materia prima del plástico
- En el área de acabados, se realiza el etiquetado, impresión, embolsado, empaquetado de todos los productos, según el requerimiento de cada cliente.
- En el área de distribución se almacena los productos para su posterior despacho, según fechas de entrega pactado.

Las áreas de generador, sub estación y Pta. de Apoyo, no figuran dentro de los activos de BASA, y están bajo supervisión de otra administración de mantenimiento.

Figura 20 : Esquema de distribución de áreas de producción



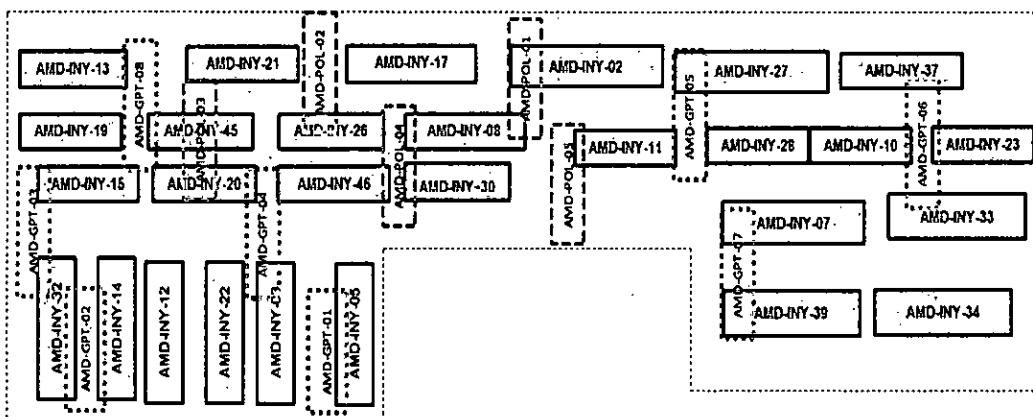
Fuente: Elaboración Propia

Ubicación y Codificación de los Equipos

La ubicación de los 85 equipos de la empresa está dada según la similitud en características técnicas y función a desempeñar en cada área de proceso:

- En el área de molde inyección se encuentran la familia de equipos de inyectoras, grúas puente y polipastos.

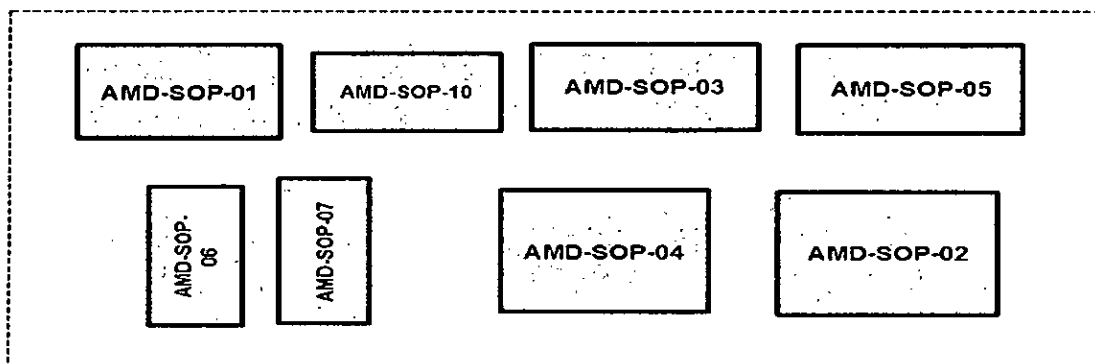
Figura 21 : Distribución de los equipos en el área de Moldeo Inyección



Fuente: Elaboración Propia

- En el área de moldeo soplado se encuentra la familia de equipos de sopladoras

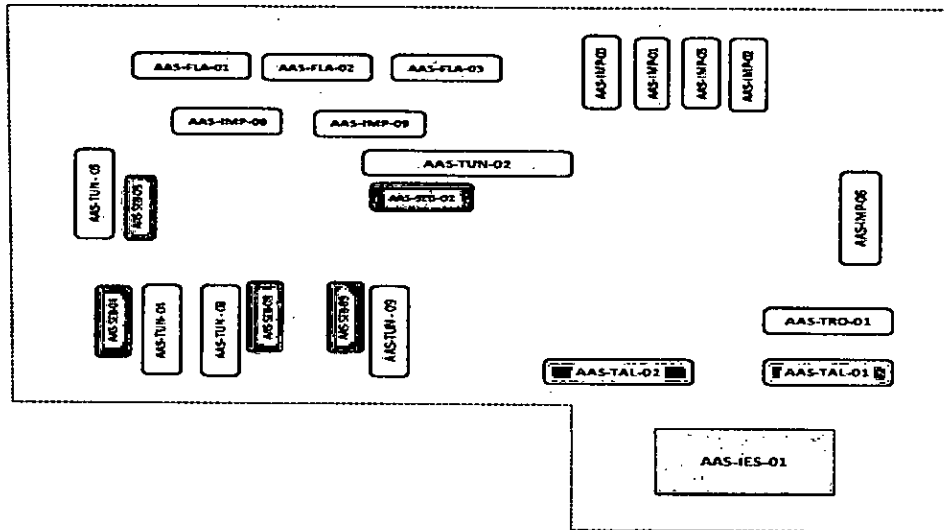
Figura 22 : Distribución de los equipos en el área de Moldeo Soplado



Fuente: Elaboración Propia

- En el área de acabados se encuentra la familia de equipos de Flameado, selladoras de bolsa, túneles de termo encogido, impresoras, taladro, troqueladora e inyectora de poliuretano

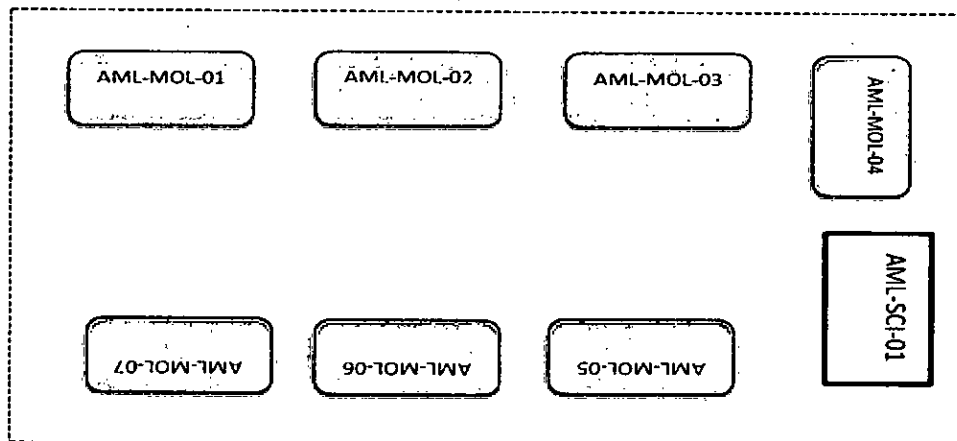
Figura 23 : Distribución de los equipos en el área de Acabados



Fuente: Elaboración Propia

- En el área de molinos, se encuentra la familia de equipos de molino y sierra circular

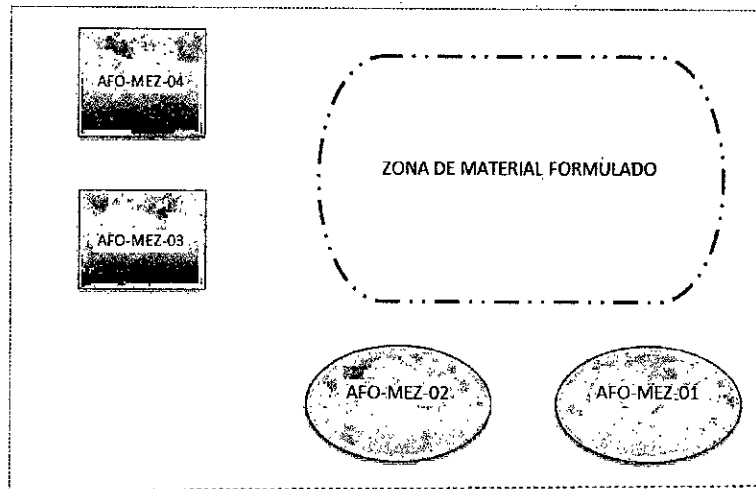
Figura 24 : Distribución de los equipos en el área de Molinos



Fuente: Elaboración Propia

- En el área de formulación se encuentra la familia de equipos de mezcladoras

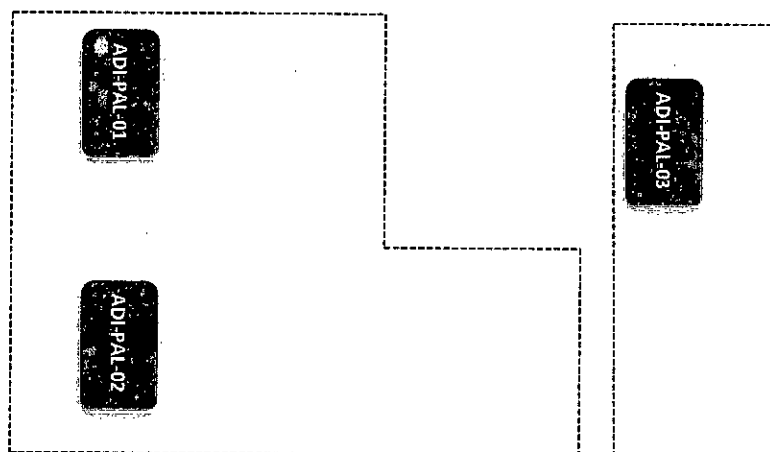
Figura 25 : distribución de los equipos en el área de Formulación



Fuente: Elaboración Propia

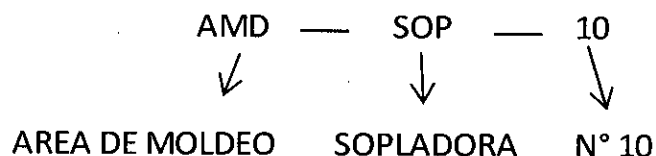
- En el área de distribución se encuentra la familia de equipos de paletizadoras

Figura 26 : Distribución de los equipos en el área de Distribución



Fuente: Elaboración Propia

La codificación de los equipos es una herramienta fundamental que facilita la gestión de mantenimiento (asignación de actividades, repuestos, entre otros), por lo que, para los equipos de la empresa, se estableció la nomenclatura alfanumérica teniendo las siguientes consideraciones:



- 1.- Especificación del área de producción a la que pertenecen
- 2.- Nombre general de los equipos
- 3.- Número correlativo del equipo según su antigüedad en planta

Cuadro 01 : Equipos del área de Moldeo Soplado



EQUIPOS - BASA

N°	CODIGO	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
1	AMD-SOP-01	SOPLADORA DE PLASTICO 01	MOLDEO SOPLADO
2	AMD-SOP-02	SOPLADORA DE PLASTICO 02	MOLDEO SOPLADO
3	AMD-SOP-03	SOPLADORA DE PLASTICO 03	MOLDEO SOPLADO
4	AMD-SOP-04	SOPLADORA DE PLASTICO 04	MOLDEO SOPLADO
5	AMD-SOP-05	SOPLADORA DE PLASTICO 05	MOLDEO SOPLADO
6	AMD-SOP-06	SOPLADORA DE PLASTICO 06	MOLDEO SOPLADO
7	AMD-SOP-07	SOPLADORA DE PLASTICO 07	MOLDEO SOPLADO
8	AMD-SOP-10	SOPLADORA DE PLASTICO 10	MOLDEO SOPLADO

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 02: Equipos del área de Molino



EQUIPOS - BASA

N°	CODIGO	DESCRIPCION	UBICACIÓN
1	AML-MOL-01	MOLINO DE CUCHILLA 01	MOLINOS
2	AML-MOL-02	MOLINO DE CUCHILLA 02	MOLINOS
3	AML-MOL-03	MOLINO DE CUCHILLA 03	MOLINOS
4	AML-MOL-04	MOLINO DE CUCHILLA 04	MOLINOS
5	AML-MOL-05	MOLINO DE CUCHILLA 05	MOLINOS
6	AML-MOL-06	MOLINO DE CUCHILLA 06	MOLINOS
7	AML-MOL-07	MOLINO DE CUCHILLA 07	MOLINOS
8	AML-SCI-01	SIERRA CIRCULAR 01	MOLINOS

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 03: Equipos del área de Distribución



EQUIPOS - BASA

N°	CODIGO	DESCRIPCION	UBICACIÓN
1	ADI-PAL-01	PALEADOR 01	DISTRIBUCION
2	ADI-PAL-02	PALEADOR 02	DISTRIBUCION
3	ADI-PAL-03	PALEADOR 03	DISTRIBUCION

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 04: Equipos del área de Formulación



EQUIPOS - BASA

N°	CODIGO	DESCRIPCION	UBICACIÓN
1	AFO-MEZ-01	MEZCLADOR 01	FORMULACION
2	AFO-MEZ-02	MEZCLADOR 02	FORMULACION
3	AFO-MEZ-03	MEZCLADOR 03	FORMULACION
4	AFO-MEZ-04	MEZCLADOR 04	FORMULACION

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 05: Equipos del área de Acabados



EQUIPOS - BASA

N°	CODIGO	DESCRIPCION	UBICACIÓN
1	AAS-FLA-01	FLAMEADOR 01	ACABADOS
2	AAS-FLA-02	FLAMEADOR 02	ACABADOS
3	AAS-FLA-03	FLAMEADOR 03	ACABADOS
4	AAS-IES-01	INYECTORA DE ESPUMA	ACABADOS
5	AAS-IMP-01	IMPRESORA 01	ACABADOS
6	AAS-IMP-02	IMPRESORA 02	ACABADOS
7	AAS-IMP-03	IMPRESORA 03	ACABADOS
8	AAS-IMP-05	IMPRESORA 05	ACABADOS
9	AAS-IMP-06	IMPRESORA 06	ACABADOS
10	AAS-IMP-08	IMPRESORA 08	ACABADOS
11	AAS-IMP-09	IMPRESORA 09	ACABADOS
12	AAS-SEB-02	SELLADORA DE BOLSA 02	ACABADOS
13	AAS-SEB-04	SELLADORA DE BOLSA 04	ACABADOS
14	AAS-SEB-05	SELLADORA DE BOLSA 05	ACABADOS
15	AAS-SEB-08	SELLADORA DE BOLSA 08	ACABADOS
16	AAS-SEB-09	SELLADORA DE BOLSA 09	ACABADOS
17	AAS-TAL-01	TALADRO 01	ACABADOS
18	AAS-TAL-02	TALADRO 02	ACABADOS
19	AAS-TRO-01	TROQUELADORA 01	ACABADOS
20	AAS-TUN-02	TUNEL DE TERMORECOGIDO 02	ACABADOS
21	AAS-TUN-04	TUNEL DE TERMORECOGIDO 04	ACABADOS
22	AAS-TUN-05	TUNEL DE TERMORECOGIDO 05	ACABADOS
23	AAS-TUN-08	TUNEL DE TERMORECOGIDO 08	ACABADOS
24	AAS-TUN-09	TUNEL DE TERMORECOGIDO 09	ACABADOS

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 06: Equipos del área de Moldeo Inyección



EQUIPOS - BASA

Nº	CODIGO	DESCRIPCION	UBICACIÓN
1	AMD-GPT-01	GRUA PUENTE 01	MOLDEO INYECCION
2	AMD-GPT-02	GRUA PUENTE 02	MOLDEO INYECCION
3	AMD-GPT-03	GRUA PUENTE 03	MOLDEO INYECCION
4	AMD-GPT-04	GRUA PUENTE 04	MOLDEO INYECCION
5	AMD-GPT-05	GRUA PUENTE 05	MOLDEO INYECCION
6	AMD-GPT-06	GRUA PUENTE 06	MOLDEO INYECCION
7	AMD-GPT-07	GRUA PUENTE 07	MOLDEO INYECCION
8	AMD-INY-02	INYECTORA DE PLASTICO 02	MOLDEO INYECCION
9	AMD-INY-03	INYECTORA DE PLASTICO 03	MOLDEO INYECCION
10	AMD-INY-05	INYECTORA DE PLASTICO 05	MOLDEO INYECCION
11	AMD-INY-08	INYECTORA DE PLASTICO 08	MOLDEO INYECCION
12	AMD-INY-10	INYECTORA DE PLASTICO 10	MOLDEO INYECCION
13	AMD-INY-11	INYECTORA DE PLASTICO 11	MOLDEO INYECCION
14	AMD-INY-12	INYECTORA DE PLASTICO 12	MOLDEO INYECCION
15	AMD-INY-13	INYECTORA DE PLASTICO 13	MOLDEO INYECCION
16	AMD-INY-14	INYECTORA DE PLASTICO 14	MOLDEO INYECCION
17	AMD-INY-15	INYECTORA DE PLASTICO 15	MOLDEO INYECCION
18	AMD-INY-17	INYECTORA DE PLASTICO 17	MOLDEO INYECCION
19	AMD-INY-19	INYECTORA DE PLASTICO 19	MOLDEO INYECCION
20	AMD-INY-20	INYECTORA DE PLASTICO 20	MOLDEO INYECCION
21	AMD-INY-21	INYECTORA DE PLASTICO 21	MOLDEO INYECCION
22	AMD-INY-22	INYECTORA DE PLASTICO 22	MOLDEO INYECCION
23	AMD-INY-23	INYECTORA DE PLASTICO 23	MOLDEO INYECCION
24	AMD-INY-26	INYECTORA DE PLASTICO 26	MOLDEO INYECCION
25	AMD-INY-27	INYECTORA DE PLASTICO 27	MOLDEO INYECCION
26	AMD-INY-28	INYECTORA DE PLASTICO 28	MOLDEO INYECCION
27	AMD-INY-30	INYECTORA DE PLASTICO 30	MOLDEO INYECCION
28	AMD-INY-32	INYECTORA DE PLASTICO 32	MOLDEO INYECCION
29	AMD-INY-34	INYECTORA DE PLASTICO 34	MOLDEO INYECCION
30	AMD-INY-37	INYECTORA DE PLASTICO 37	MOLDEO INYECCION
31	AMD-INY-39	INYECTORA DE PLASTICO 39	MOLDEO INYECCION
32	AMD-INY-45	INYECTORA DE PLASTICO 45	MOLDEO INYECCION
33	AMD-INY-46	INYECTORA DE PLASTICO 46	MOLDEO INYECCION
34	AMD-POL-01	POLIPASTO 01	MOLDEO INYECCION
35	AMD-POL-02	POLIPASTO 02	MOLDEO INYECCION
36	AMD-POL-03	POLIPASTO 03	MOLDEO INYECCION
37	AMD-POL-04	POLIPASTO 04	MOLDEO INYECCION
38	AMD-POL-05	POLIPASTO 05	MOLDEO INYECCION

Fuente: Elaboración Propia

Elaboración de Tarjeta Maestra

Los registros forman parte de un proceso sistemático, organizado, planificado y controlado en los cuales se plasma y evidencia el cumplimiento de las distintas actividades realizadas por el personal de mantenimiento, teniendo en consideración lo siguiente:

- La información debe ser registrada en forma clara y concisa
- Los registros deben ser entregados en tiempo y forma
- Deben ser archivados en lugares rápidamente ubicables para fines de revisión, actualización, retiro

La información registrada es base fundamental para la elaboración de indicadores de gestión.

Es por ello que se elaboró un resumen de los registros con los que se debería contar en el área.

Cuadro 07: Existencia de Formatos

FORMATO	EXISTENCIA		OBSERVACIONES
	SI	NO	
Solicitud de Servicio	X		Formato elaborado por el departamento de producción, en el cual se contempla el motivo de la solicitud fecha, hora de inicio y fin.
Herramientas Asignadas	X		Formato elaborado por el departamento de almacen para el control de herramientas asignadas al personal
Reporte de trabajo diario		X	
Orden de Trabajo		X	
Lubricación		X	
Filtrado de Aceite		X	
Inspección de equipos		X	
Solicitud de requerimiento de repuestos		X	

Fuente: Dpto. de Mantenimiento-BASA

Reporte de Fallas

El contar con un registro de reporte diario, donde se detallen los trabajos realizados en los equipos es de gran importancia ya que con la información que se recopile en este registro podrá reducirse los tiempos de intervención para la solución de fallas recurrentes, deducir los métodos de prevención que sean necesarios para evitar que vuelva a suceder la falla logrando identificar la causa raíz.

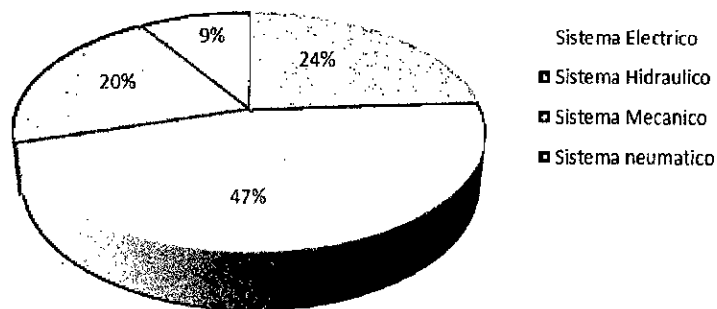
Al no contar con registro alguno, se elaboró junto con los supervisores un listado de fallas relevantes para cada familia de equipos.

Estas fallas involucraban tiempos extensos de reparación.

Toda esta información servirá como base para la priorización de actividades dentro del plan de mantenimiento preventivo.

- **Área de Moldeo-Inyección:** En esta área se observó que las fallas con mayor relevancia se presentaron en el sistema hidráulico de las inyectoras, en el sistema mecánico de las grúas puente y en el sistema eléctrico de los polipastos.

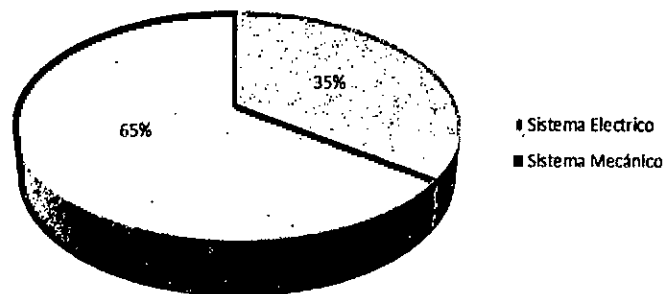
Gráfico 04: Fallas Relevantes en Inyectoras



Familia de Equipo	Sistema	Componente	Fallas Relevantes
Inyectora de Plástico	Sistema Hidráulico	Servoválvula	Baja presión de cierre de molde Trabamiento
		Pistones hidráulicos	Fuga de aceite Trabamiento
		Bomba hidráulica	No eleva presión Fuga de aceite
		Válvulas	Trabamiento
	Sistema Eléctrico	PLC	Boqueo de panel de operador Recalentamiento
		Electroválvulas	No llega señal
		Motor eléctrico	Recalentamiento
	Sistema Mecánico	Tornillo	No inyecta todo el material
		Acoplamientos	Rotura de elemento flexible
	Sistema Neumático	Valvula neumática	Trabamiento

Fuente: Dpto. de Mantenimiento-BASA

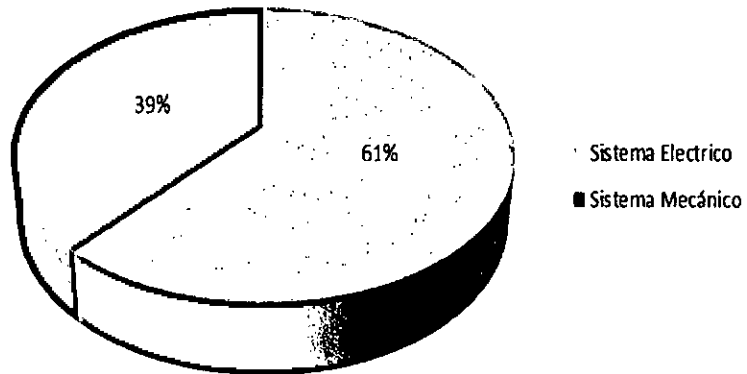
Gráfico 05: Fallas Relevantes en Grúa Puente



Familia de Equipo	Sistema	Componente	Fallas Relevantes
Grúa Puente	Sistema Eléctrico	Botonera	Trabamiento de pulsadores
		Cables	Rotura de Cable de alimentación
	Sistema Mecánico	Cables	Sobreposición en enrollador
		Caja reductora	Fuga de aceite
		Ruedas	Sonido en desplazamiento

Fuente: Dpto. de Mantenimiento-BASA

Gráfico 06: Fallas Relevantes en Polipasto

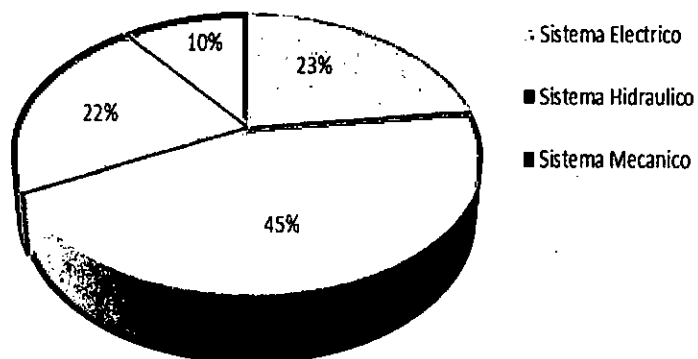


Familia de Equipo	Sistema	Componente	Fallas Relevantes
Polipasto	Sistema Eléctrico	Botonera	Trabamiento de pulsadores
		Cable de alimentacion	Rotura de Cable de alimentacion
		Fines de carrera	Rotura de Cable de alimentacion
	Sistema Mecánico	Cables	Sobreposicion en enrollador

Fuente: Dpto. de Mantenimiento-BASA .

- Área de Moldeo-Soplado: En esta área se observó que las fallas de mayor relevancia se dieron en el sistema hidráulico de las sopladoras

Gráfico 07: Fallas Relevantes en Sopladoras

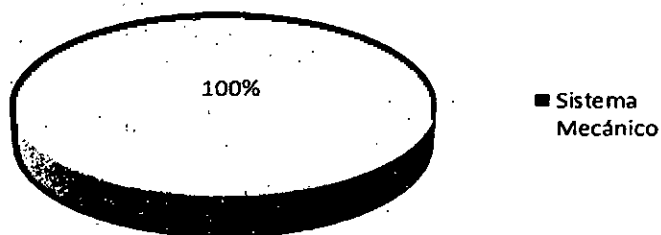


Familia de Equipo	Sistema	Componente	Fallas Relevantes
Sopladora de Plástico	Sistema Hidráulico	Servoválvula	Baja presión de cierre de molde Trabamiento
		Pistones Hidráulicos	Trabamiento
		Bomba hidráulica	No eleva presión Fuga de aceite
		Válvulas	Trabamiento
	Sistema Eléctrico	PLC	Desajuste de tarjetas Recalentamiento
		Fines de carrera	No activa
		Electroválvulas	No llega señal
	Sistema Mecánico	Cadenas	Rotura
		Acoplamientos	Rotura de elemento flexible
	Sistema Neumático	Acumulador	No eleva presión
Válvula desfogue		Saturación	

Fuente: Dpto. de Mantenimiento-BASA

- Área de Acabados: En esta área, las fallas relevantes de los equipos se dieron, por falta de ajuste o soltura de componentes debido a la vibración propia del trabajo de cada equipo

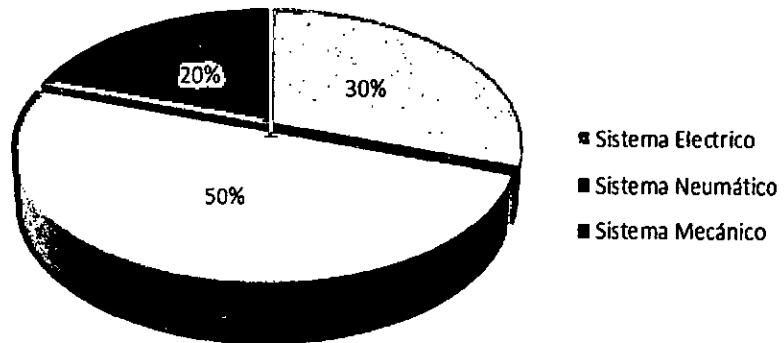
Gráfico 08: Fallas Relevantes en Troqueladora



Familia de Equipo	Sistema	Componente	Fallas Relevantes
Troqueladora	Sistema Mecánico	Estructura	Pernos sin ajuste
	Sistema Mecánico	Malla	Soltura

Fuente: Dpto. de Mantenimiento-BASA

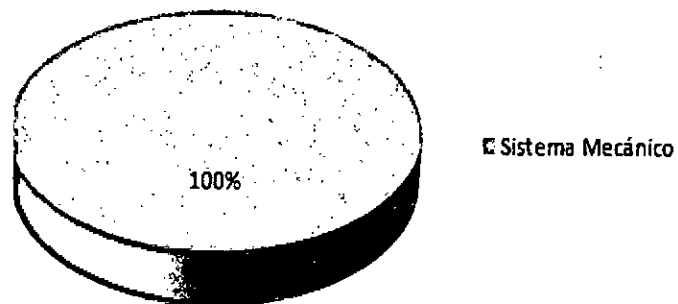
Gráfico 09: Fallas Relevantes en Flameador



Familia de Equipo	Sistema	Componente	Fallas Relevantes
Flameador	Sistema Eléctrico	Tablero eléctrico	Desajuste de cables
	Sistema Neumático	Tuberías	Obstrucción
	Sistema Mecánico	Articulaciones	Desgaste

Fuente: Dpto. de Mantenimiento-BASA

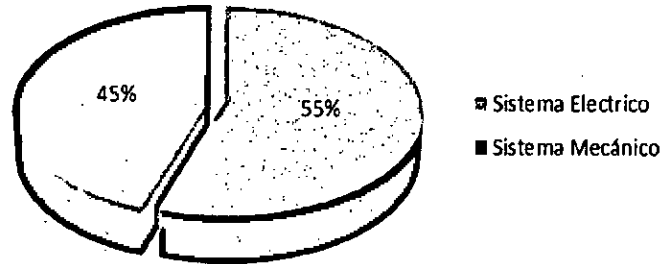
Gráfico 10: Fallas Relevantes en Impresora



Familia de Equipo	Sistema	Componente	Fallas Relevantes
Impresora	Sistema Eléctrico	Cables	Soltura
	Sistema Mecánico	Fajas	Rotura
	Sistema Mecánico	Articulaciones	Desgaste

Fuente: Dpto. de Mantenimiento-BASA

Gráfico 11: Fallas Relevantes en Túneles

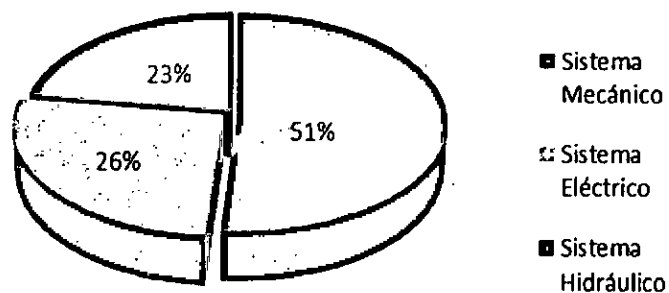


Familia de Equipo	Sistema	Componente	Fallas Relevantes
Túnel de Termocontraíble	Sistema Eléctrico	Resistencias	Resistencia abierta
	Sistema Eléctrico	Controlador temperatura	No muestra valor
	Sistema Mecánico	Chumaceras	Sin grasa

Fuente: Dpto. de Mantenimiento-BASA

- En el Área de Formulación: Las fallas relevantes en los mezcladores se dieron por rajadura de la estructura, debido al exceso de carga que introducía el operador

Gráfico 12: Fallas Relevantes en Mezclador

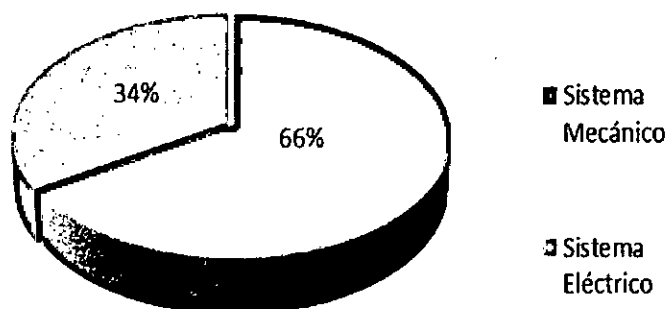


Familia de Equipo	Sistema	Componente	Fallas Relevantes
Mezclador	Sistema Eléctrico	Motor	Excesiva vibracion
	Sistema Mecánico	Estructura	Rajadura
	Sistema Hidráulico	Piston	Fuga

Fuente: Dpto. de Mantenimiento-BASA

- En el Área de Molinos: La sierra circular presento falla debido a que la cuchilla no contaba con una programación para afilado, esto generaba un exceso de tiempo en la realización del corte de material plástico con mayor espesor.

Gráfico 13: Fallas Relevantes en Sierra Circular



Familia de Equipo	Sistema	Componente	Fallas Relevantes
Sierra Circular	Sistema Eléctrico	Motor	Excesiva suciedad
	Sistema Mecánico	Cuchilla	Afilado

Fuente: Dpto. de Mantenimiento-BASA

Este reporte de fallas relevantes obtenido es el principal resultado de la falta de planificación, programación y ejecución de trabajos preventivos, las actividades de control se considerarán dentro del plan de mantenimiento preventivo a realizar.

Análisis de Criticidad de Equipos

Previo a la elaboración del plan de mantenimiento preventivo para los equipos de la empresa es importante realizar el análisis de criticidad, el cual, nos permite establecer prioridades en los diversos equipos, teniendo en consideración la contribución del riesgo total asociado al proceso.

Esta metodología genera una estructura que facilita la toma de decisiones, direccionando las acciones y recursos de acuerdo con la escala de criticidad; Para el desarrollo de este análisis se utilizó la siguiente matriz genérica de ponderación de criticidad

Cuadro 08: Matriz de Ponderación de Criticidad

B
BASA

MATRIZ DE PONDERACION

ITEM	VARIABLES	CONCEPTO	PONDERACION	OBSERVACIONES
1	Efecto sobre el Servicio que proporciona:	Para	4	
		Reduce	2	
		No para	0	
2	Valor Técnico - Económico:			
	Considerar el costo de Adquisición, Operación y Mantenimiento.	Alto	3	Más de US\$ 20 000
		Medio	2	
		Bajo	1	Menos de US\$ 1000
3	La falla Afecta:			
	a. Al Equipo en sí	Si	1	Deteriora otros componentes?
		No	0	
	b. Al Servicio	Si	1	Origina problemas a otros equipos?
		No	0	
	c. Al operador:	Riesgo	1	Posibilidad de accidente del operador?
		Sin Riesgo	0	
	d. A la seguridad en general	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas u equipos cercanos
		No	0	
4	Probabilidad de Falla (Confiabilidad):			
		Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se necesite?
		Baja	0	
5	Flexibilidad del Equipo en el Sistema:			
		Único	2	No existe otro igual o similar
		By pass	1	El sistema puede seguir funcionando.
		Stand by	0	Existe otro igual o similar no instalado
6	Dependencia Logística:			
		Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar
		Local/Ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.
		Local	0	Repuestos se consiguen localmente.
7	Dependencia de la Mano de Obra:			
		Terceros	2	El Mantenimiento requiere contratar a terceros.
		Propia	0	El Mantenimiento se realiza con personal propio.
8	Facilidad de Reparación (Mantenibilidad):			
		Baja	1	Mantenimiento difícil.
		Alta	0	Mantenimiento fácil.

ESCALA DE REFERENCIA		
A	CRITICO	16 a 20
B	IMPORTANTE	11 a 15
C	REGULAR	06 a 10
D	OPCIONAL	00 a 05

Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

De los resultados obtenidos en los 85 equipos de la empresa se obtuvo la relación de 44 equipos a los cuales se debe intensificar las actividades de mantenimiento preventivo.

Cuadro 09: Lista de equipos críticos

N°	COD.	NOMBRE DEL EQUIPO	PONDERACION											ESCALA DE REFERENCIA	
			1	2	3a	3b	3c	3d	4	5	6	7	8		TOTAL
1	AAS-IES-01	INYECTORA DE ESPUMA 01	4	3	1	1	1	1	0	2	1	2	1	17	CRITICO
2	AMD-INY-02	INYECTORA DE PLASTICO 02	4	2	1	1	0	0	2	2	1	2	1	16	CRITICO
3	AMD-INY-17	INYECTORA DE PLASTICO 17	4	2	1	1	0	0	2	2	2	2	1	17	CRITICO
4	AMD-INY-32	INYECTORA DE PLASTICO 32	4	2	1	1	0	0	2	1	2	2	1	16	CRITICO
5	AMD-INY-46	INYECTORA DE PLASTICO 46	4	3	1	1	0	0	2	2	2	2	1	18	CRITICO
6	AMD-SOP-01	SOPLADORA DE PLASTICO 01	4	2	1	1	0	0	2	2	1	2	1	15	CRITICO
7	AMD-GPT-01	GRUA PUENTE 01	2	2	1	1	0	0	2	1	1	0	1	11	IMPORTANTE
8	AMD-GPT-02	GRUA PUENTE 02	2	2	1	1	0	0	2	1	1	0	1	11	IMPORTANTE
9	AMD-GPT-03	GRUA PUENTE 03	2	2	1	1	0	0	2	1	1	0	1	11	IMPORTANTE
10	AMD-GPT-04	GRUA PUENTE 04	2	2	1	1	0	0	2	1	1	0	1	11	IMPORTANTE
11	AMD-GPT-05	GRUA PUENTE 05	2	2	1	1	0	0	2	1	1	0	1	11	IMPORTANTE
12	AMD-GPT-06	GRUA PUENTE 06	2	3	1	1	0	0	2	1	1	0	1	12	IMPORTANTE
13	AMD-GPT-07	GRUA PUENTE 07	2	3	1	1	0	0	2	1	1	0	1	12	IMPORTANTE
14	AAS-IMP-03	IMPRESORA 03	2	2	1	1	0	0	2	1	1	0	1	11	IMPORTANTE
15	AMD-INY-03	INYECTORA DE PLASTICO 03	4	1	1	1	0	0	2	1	1	0	1	12	IMPORTANTE
16	AMD-INY-05	INYECTORA DE PLASTICO 05	4	1	1	1	0	0	2	1	1	0	1	12	IMPORTANTE
17	AMD-INY-08	INYECTORA DE PLASTICO 08	4	1	1	1	0	0	2	1	1	0	1	12	IMPORTANTE
18	AMD-INY-10	INYECTORA DE PLASTICO 10	4	2	1	1	0	0	0	1	1	0	1	11	IMPORTANTE
19	AMD-INY-11	INYECTORA DE PLASTICO 11	4	2	1	1	0	0	2	1	1	0	1	13	IMPORTANTE
20	AMD-INY-12	INYECTORA DE PLASTICO 12	4	1	1	1	0	0	2	1	1	0	1	12	IMPORTANTE
21	AMD-INY-13	INYECTORA DE PLASTICO 13	4	2	1	1	0	0	0	1	1	0	1	11	IMPORTANTE
22	AMD-INY-15	INYECTORA DE PLASTICO 15	4	1	1	1	0	0	2	1	1	0	1	12	IMPORTANTE
23	AMD-INY-19	INYECTORA DE PLASTICO 19	4	2	1	1	0	0	2	1	1	0	1	13	IMPORTANTE
24	AMD-INY-20	INYECTORA DE PLASTICO 20	4	1	1	1	0	0	2	1	1	0	1	12	IMPORTANTE
25	AMD-INY-21	INYECTORA DE PLASTICO 21	4	2	1	1	0	0	2	1	1	0	1	13	IMPORTANTE
26	AMD-INY-23	INYECTORA DE PLASTICO 23	4	2	1	1	0	0	2	1	1	0	1	13	IMPORTANTE
27	AMD-INY-26	INYECTORA DE PLASTICO 26	4	1	1	1	0	0	2	1	1	0	1	12	IMPORTANTE
28	AMD-INY-27	INYECTORA DE PLASTICO 27	4	2	1	1	0	0	2	1	1	0	1	13	IMPORTANTE
29	AMD-INY-28	INYECTORA DE PLASTICO 28	4	2	1	1	0	0	0	1	1	2	1	13	IMPORTANTE
30	AMD-INY-34	INYECTORA DE PLASTICO 34	4	3	1	1	0	0	0	1	1	2	1	14	IMPORTANTE
31	AMD-INY-37	INYECTORA DE PLASTICO 37	4	3	1	1	0	0	0	1	1	2	1	14	IMPORTANTE
32	AMD-INY-39	INYECTORA DE PLASTICO 39	4	3	1	1	0	0	0	1	1	2	1	14	IMPORTANTE
33	AMD-INY-45	INYECTORA DE PLASTICO 45	4	2	1	1	0	0	2	1	1	0	1	13	IMPORTANTE
34	AML-SCI-01	SIERRA CIRCULAR 01	2	1	1	0	1	1	0	2	1	2	1	12	IMPORTANTE
35	AMD-SOP-02	SOPLADORA DE PLASTICO 02	4	2	1	1	0	0	2	1	1	2	1	15	IMPORTANTE
36	AMD-SOP-03	SOPLADORA DE PLASTICO 03	4	1	1	1	0	0	2	1	1	2	1	14	IMPORTANTE
37	AMD-SOP-04	SOPLADORA DE PLASTICO 04	4	2	1	1	0	0	2	1	1	2	1	15	IMPORTANTE
38	AMD-SOP-05	SOPLADORA DE PLASTICO 05	4	1	1	1	0	0	0	1	1	2	1	12	IMPORTANTE
39	AMD-SOP-06	SOPLADORA DE PLASTICO 06	4	1	1	1	0	0	2	1	1	0	1	12	IMPORTANTE
40	AMD-SOP-07	SOPLADORA DE PLASTICO 07	4	1	1	1	0	0	2	1	1	0	1	12	IMPORTANTE
41	AMD-SOP-10	SOPLADORA DE PLASTICO 10	4	1	1	1	0	0	0	2	1	0	1	11	IMPORTANTE
42	AAS-TRO-01	TOQUELADORA 01	2	2	1	1	0	0	2	1	1	0	1	11	IMPORTANTE
43	AAS-TUN-04	TUNER DE TERMOCONTRAIBLE	2	2	1	1	0	0	2	1	1	0	1	11	IMPORTANTE
44	AAS-TUN-08	TUNER DE TERMOCONTRAIBLE	2	2	1	1	0	0	2	1	1	0	1	11	IMPORTANTE

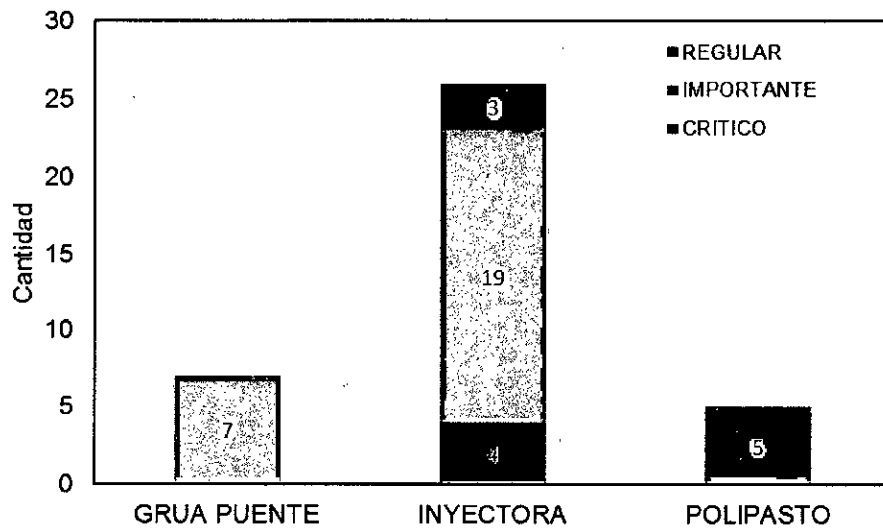
Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

Visualizando la criticidad de los equipos por área de producción y por familia de equipos tenemos:

En el área de moldeo inyección:

- Las grúas puente obtuvieron un resultado de criticidad importante, debido a que su inoperatividad generaría el empleo de montacargas para la realización de los cambios de molde en las inyectoras y sopladoras.
- De las 26 inyectoras solo 04 figuran en escala crítica, debido a dificultad de reparación de componentes electrónicos y a la necesidad de importación de algunos de ellos. (tarjetas, programas).
- Los polipastos obtuvieron un resultado de criticidad regular, debido a que su uso no es continuo, lo que facilita la programación de intervenciones.

Gráfico 14: Criticidad de equipos de Moldeo Inyección

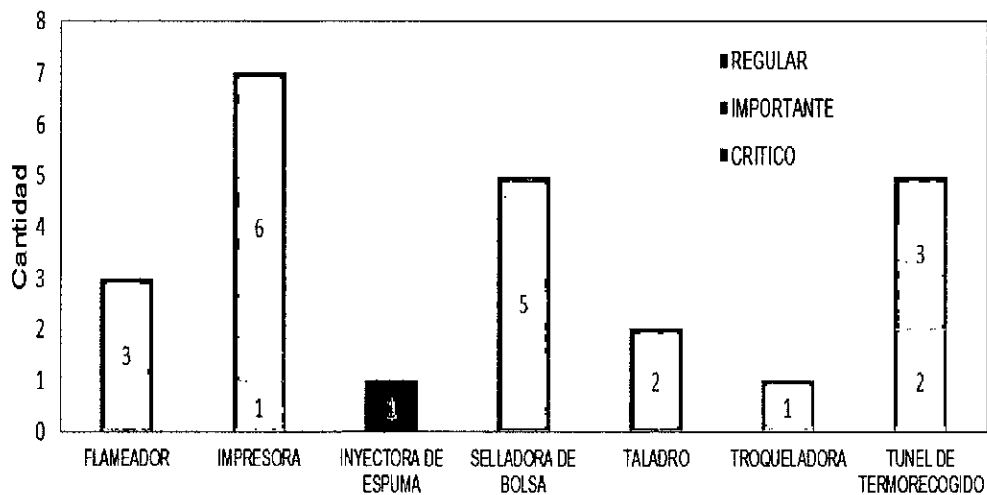


Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

En el área de Acabados:

- Para equipos como Flameador, selladora de bolsa y taladro se obtuvo como resultado, una criticidad regular debido a que cuentan con equipos de stand by, lo que genera espacios para alguna intervención programada.
- La inyectora de espuma de poliuretano está dentro de la escala de referencia crítica, principalmente porque los componentes químicos que contiene la mezcla son altamente corrosivos, lo cual deteriora los sellos, y genera picadura pudiendo entrar en contacto con los operadores y generar algún tipo de quemadura
- Los túneles de termo encogido e impresoras obtuvieron como resultado una criticidad importante y crítica debido a las fallas de algunos de ellos
- La troqueladora obtuvo una criticidad importante, debido a la falta de mecanismos de seguridad para cuidado de los operarios y al no contar con otro equipo similar.

Gráfico 15: Criticidad de equipos de Acabados

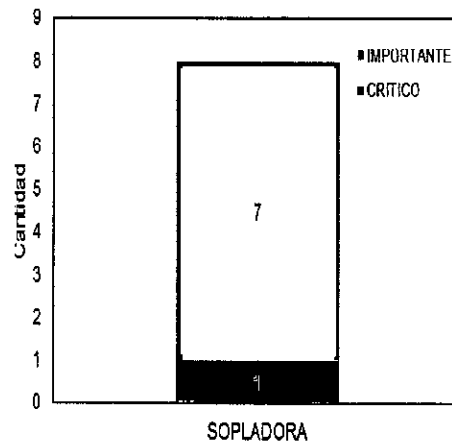


Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

En el área de Soplado:

- De las 08 sopladoras, se obtuvo 01 con resultado crítico, debido principalmente a que es necesario tercerizar la reparación de algunos de sus componentes, y la importación de otros.

Gráfico 16: Criticidad de equipos Moldeo Soplado

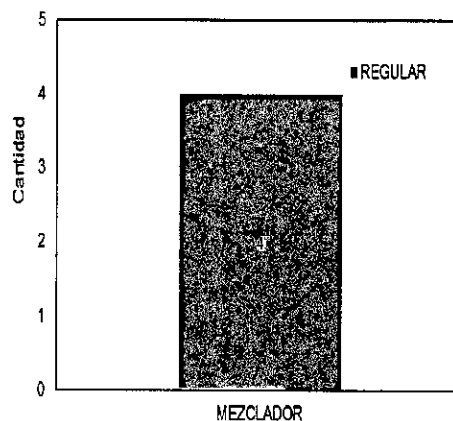


Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

En el área de Formulación:

- Las 04 mezcladoras existentes, obtuvieron criticidad regular, debido al reporte de vibración registrado por el técnico de mantenimiento

Gráfico 17: Criticidad de equipos de Formulación

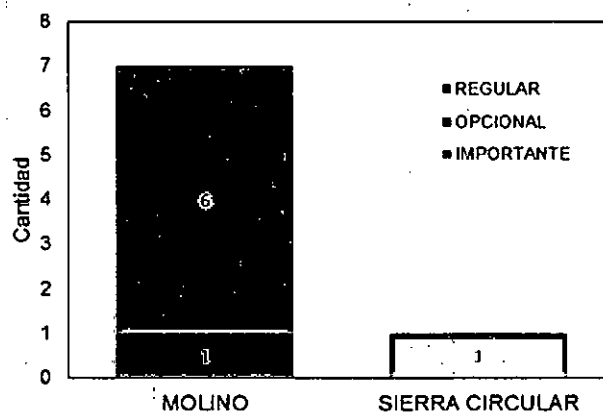


Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

En el área de Molinos:

- La sierra circular figura dentro de criticidad importante principalmente no contar con otro equipo similar de respaldo
- Los molinos obtuvieron criticidad regular y opcional, dado que su operación no afecta la producción ni a la seguridad del operador.

Gráfico 18: Criticidad de equipos del área de Molinos

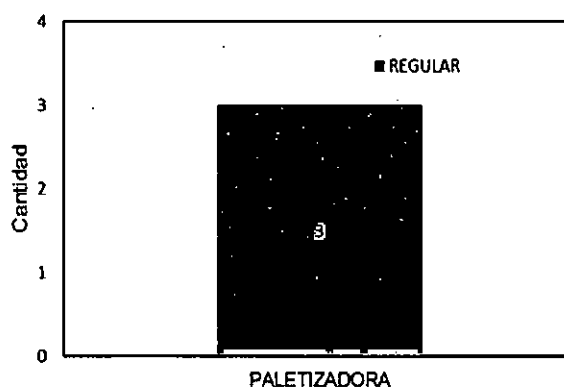


Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

En el área de Distribución:

- Las 03 paletizadoras obtuvieron una criticidad regular debido a su poca frecuencia de uso y bajo riesgo de accidentabilidad.

Gráfico 19: Criticidad de equipos del área de Distribución



Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

4.6.3 Fase III: Diseño del Plan de Mantenimiento Preventivo

Selección del Tipo de Mantenimiento Preventivo

En concordancia con la norma ISO 14224.2016 y la norma AFNOR X 60010, el mantenimiento preventivo se disgrega en dos tipos:

1.- Mantenimiento Preventivo Sistemático - Predeterminado:

Aplicado a los 45 equipos que están dentro de la escala de referencia crítica e importante de la matriz de ponderación de criticidad

Este tipo de mantenimiento preventivo involucra la realización de diversas actividades de recambio, ajustes, reparaciones y lubricación en diversos componentes de los equipos bajo una frecuencia establecida y agrupadas según las siguientes especialidades

- ❖ **Actividades Mecánicas:** Las cuales son ejecutadas por un técnico mecánico bajo la dirección del supervisor de mantenimiento Mecánico Hidráulico
- ❖ **Actividades Eléctrico /Electrónico:** Las cuales son ejecutadas por un técnico Electricista o Electrónico bajo la dirección del supervisor de mantenimiento Eléctrico /Electrónico
- ❖ **Actividades Hidráulicas:** Las cuales son ejecutadas por un técnico mecánico especialista en sistemas hidráulicos bajo la dirección del supervisor de mantenimiento Mecánico Hidráulico
- ❖ **Lubricación:** La cual es ejecutada por un técnico mecánico, con conocimiento de lubricación bajo la dirección del supervisor de mantenimiento Mecánico Hidráulico

La realización de esta actividad en los equipos de las industrias plásticas es de gran importancia por los beneficios que ofrece

Dentro de lo cual se destaca la reducción significativa del desgaste de los componentes, extendiendo la vida útil de estos a un costo reducido.

Es por ello que se desarrolló el plan de lubricación bajo la siguiente secuencia:

1.1 Identificación de puntos de lubricación:

Se identificó los puntos a lubricar de cada equipo bajo un esquema gráfico, el cual se colocó en una zona visible de cada equipo

Figura 29: Identificación de puntos de lubricación



Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

1.2 Selección del tipo adecuado de lubricante a usar:

Para la selección del aceite ideal a usar en los tanques hidráulicos, se toma en consideración el cuidado a las bombas hidráulicas, las cuales generan un alto costo en reparación. En los equipos de inyectoras y sopladoras se cuenta con bombas hidráulicas tipo pistones.

Estas bombas hidráulicas son más durables en operación que las de álabes o paletas. Pueden producir presiones mucho más altas – por encima de las 6000 psi. Operan en un rango de viscosidad que va desde los 10 hasta los 160 cSt a la temperatura de operación.

Dado que los componentes se encuentran con desgaste y las condiciones de carga y velocidad son variables se opta por emplear un aceite de grado de viscosidad 68

Se trabajará con el estándar del uso de una sola marca, con ello, se elaboró la lista de lubricantes a usar para cada punto de aplicación, como se muestra a continuación:

Cuadro 10: Lista de lubricantes

UBICACIÓN	LUBRICANTE
Tanque Hidráulico	Mobil DTE 26
Caja Reductoras	Mobilgear 632
Unidades Centralizadas	Mobil 85W140
Zapata de Deslizamiento	Mobil EP-2
Tuercas de Altura de Molde	
Acoplamientos	
Rodamientos	
Columnas	

Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

En el Anexo 01 se adjunta las hojas técnicas de cada lubricante

1.3 Cartilla de lubricación:

Se elaboró la cartilla de lubricación con la finalidad de llevar el control del consumo de lubricante, así como el cumplimiento de lo programado.

Figura 30: Cartilla de Lubricación

	CARTILLA DE LUBRICACIÓN	CODIGO: B-LUB-01
		VERSION: 1
		OT: _____

SEMANA : _____	FECHA : _____
EJECUTADO POR: _____	DURACION DEL TRABAJO (MM): _____
TURNO: _____	

N°	EQUIPO	PUNTO DE LUBRICACION	ACTIVIDAD	FREC	REALIZADO (N°)	LUBRICANTE	CANT. EMPLEADA
1			Engrase <input type="radio"/> Llenado <input type="radio"/>				
2			Engrase <input type="radio"/> Llenado <input type="radio"/>				
3			Engrase <input type="radio"/> Llenado <input type="radio"/>				
4			Engrase <input type="radio"/> Llenado <input type="radio"/>				
5			Engrase <input type="radio"/> Llenado <input type="radio"/>				
6			Engrase <input type="radio"/> Llenado <input type="radio"/>				
7			Engrase <input type="radio"/> Llenado <input type="radio"/>				
8			Engrase <input type="radio"/> Llenado <input type="radio"/>				
9			Engrase <input type="radio"/> Llenado <input type="radio"/>				
10			Engrase <input type="radio"/> Llenado <input type="radio"/>				
11			Engrase <input type="radio"/> Llenado <input type="radio"/>				

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES

V° B° SUPERVISOR

V° B° COORDINADOR DE AREA

Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

1.4 Filtrado de Aceite Hidráulico:

Dentro de los beneficios del filtrado de aceite hidráulico en los equipos de la empresa tenemos:

- Retención mediante filtros las partículas contaminantes propias del desgaste de componentes como sellos, pistones, etc.
- Extensión del tiempo de trabajo del aceite
- Cuidado de servo válvulas, la cual es un componente importante tanto de las inyectoras y sopladoras

Según la ISO 4406, la clase de contaminación está dada por tres números que indican el número de partículas por 100ml de fluido con tamaño superior a 4, 6, 14 μm según el tipo de servo válvulas que poseen los equipos de la empresa, se tiene la siguiente tabla:

Cuadro 11: Cantidad de Partículas en servo válvulas

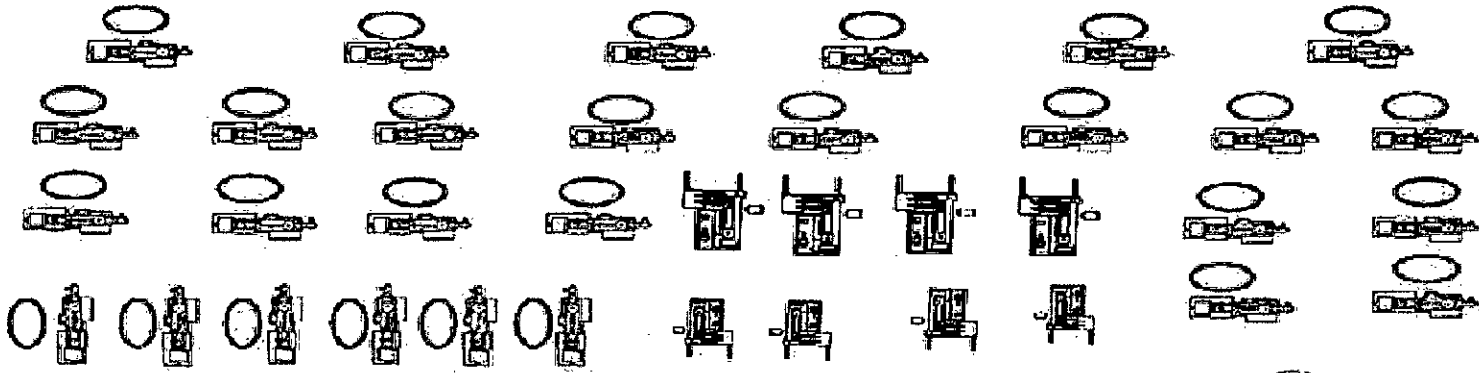
SERVOVALVULAS USADAS	VALORES RECOMENDADOS		
	4 μm	6 μm	14 μm
WIDMAN (DONALDSON)	16	14	11
REXROTH BOSCH	18	16	13
MOOG	17	14	11

Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

Esta actividad se realiza haciendo uso del equipo de Filtrado de Aceite el cual posee un panel electrónico donde se visualiza los valores durante la realización del proceso de filtrado

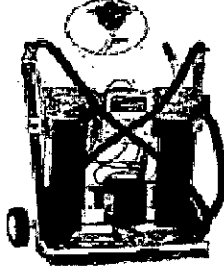
El desarrollo de esta actividad se evidencia mediante el siguiente registro "Control de filtración de aceite"


Figura 31: Control de Filtración de aceite Hidráulico



RUTA 1				VALORES DESPUES DEL FILTRADO			V* ¹
EQUIPO	FECHA	TURNO	TIEMPO	4 µm	6 µm	14 µm	
RUTA 2				VALORES DESPUES DEL FILTRADO			V* ¹
EQUIPO	FECHA	TURNO	TIEMPO	4 µm	6 µm	14 µm	
RUTA 3				VALORES DESPUES DEL FILTRADO			V* ¹
EQUIPO	FECHA	TURNO	TIEMPO	4 µm	6 µm	14 µm	

V*¹: SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO





**CONTROL DE
FILTRACION DE
ACEITE**

Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA


❖ **Mantenimiento Preventivo Basado en la condición:**

El cual involucra la realización de inspecciones periódicas en los equipos bajo el monitoreo de parámetros establecidos, a fin de garantizar su correcta operación esta inspección es realizada con equipos básicos de medición (pirómetro, pinza amperimétrica, entre otros) como también los órganos del oído, la vista y el tacto.

Este tipo de Mantenimiento Preventivo se aplica a los 41 equipos que están dentro de la escala de referencia regular y opcional de la matriz de ponderación de criticidad.

A continuación, se muestra un modelo de formato de inspección

Figura 32: Formato de inspección de los equipos de Acabados

 INSPECCION DE EQUIPOS DEL AREA DE ACABADOS		<small>CODIGO: B-INS-MPV-0</small>									
<small>BASA</small> Código de equipo :		Técnico Responsable:									
Nombre del equipo :		Fecha:									
Frecuencia:											
Marcar los casilleros de la derecha que describan la condición de los componentes mostrados en la columna de la izquierda.		Correcto	Requiere Lubricación	Requiere Ajuste	Requiere Reemplazo	Requiere Limpieza	Excesiva Vibración	Excesivo Calor	Requiere nivelación	Ver Comentarios	Adicionales
1.-Motor eléctrico:											
A. Rodamientos											
B. Base de fijación											
C. Temperatura											
D. Vibración											
E. Ruido											
2.-Tablero Eléctrico											
A. Puerta											
B. Pulsadores											
3.-Unidad de Mantenimiento F-R-L:											
A. Nivel de Aceite											
4.-Lineas:											
A. Estado de mangueras											
B. Acoplamientos											
5.-Otros:											
A. Faja											
B. Resistencias											
C. Estructura											
Comentarios Adicionales:											

VºBº SUPERVISOR

VºBº COORDINADOR

Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

Diseño de la Orden de Trabajo

Las órdenes de trabajo son formatos diseñados por el área de mantenimiento y emitidas por el planificador, en cada OT se describe las actividades específicas a ejecutar por el personal técnico de mantenimiento, ya sean destinadas a realizar mantenimiento preventivo, correctivo programado, mejoras o proyectos.

Las especificaciones que figuran en cada OT son:

- ❖ Número de emisión
- ❖ Lugar y equipo de intervención
- ❖ Fecha de inicio y termino del trabajo
- ❖ Solicitante de la actividad
- ❖ Repuestos y/o materiales a usar
- ❖ Registro de observaciones y recomendaciones

El personal técnico de mantenimiento tiene la responsabilidad de cumplir con todas las actividades plasmadas en la orden de trabajo y reportar el detalle de su ejecución en el formato de reporte diario de trabajo.

Figura 33: Formato de Orden de Trabajo

B BASA	ORDEN DE TRABAJO				CODIGO: B-OT-MPV-01	
				NUMERO DE OT: _____		
I. DATOS DEL EQUIPO Y DE LA ACTIVIDAD						
CODIGO		TIPO DE OT				
NOMBRE		EQUIPO DISPONIBLE	SI	NO		
AREA						
II. RESPONSABLES						
COORDINADOR		_____				
SUPERVISOR		_____				
III. FECHAS Y TIEMPOS:						
FECHA DE EMISION	_____	HORA	_____	FECHA MAX. ENTREGA	_____	
FECHA DE INICIO	_____	HORA	_____	DURACION ESTIMADA	_____	
FECHA DE TERMINO	_____	HORA	_____	DURACION REAL	_____	
IV. DESCRIPCION DEL TRABAJO:						
N°	UBICACION	ACTIVIDAD	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTIMADO		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
V. REPUESTOS / SUMINISTROS:						
CODIGO	DESCRIPCION	CANT. ESTIMADA	FIRMA RECEPCION	CANT. REAL	CANT. DEVOLUCION	DEVOLUCION FIRMA DE RECEPCION
VI. PERSONAL REQUERIDO:						
NOMBRE	CODIGO	HRS. NORM	HRS. EXT.	HRS. ESP.	TERCEROS	
VII. OBSERVACIONES						

Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

Presupuesto del Plan de Mantenimiento Preventivo

La elaboración del presupuesto para el desarrollo de mantenimiento preventivo es muy importante pues nos ayuda a conocer la cantidad de dinero destinado y a su vez nos permite desarrollar alternativas que reduzcan estos costos originados por fallas en los equipos

Para realizar el presupuesto de los trabajos de mantenimiento preventivo se consideró los diferentes costos involucrados en la ejecución del plan de mantenimiento preventivo

- Presupuesto por Mano de Obra: De los 22 técnicos que conforman el área de mantenimiento 6 han sido asignados a la ejecución de actividades de mantenimiento preventivo, en base a ello se elabora el cuadro de estimación de costo anual por mano de obra, para trabajos de mantenimiento preventivo

Cuadro 12: Presupuesto por Mano de Obra

ESPECIALIDAD	CATEGORIA	RANGO DE SUELDO (S/)	CANTIDAD PERSONAL	COSTO MANO DE OBRA ANUAL
TECNICO LUBRICADOR	I	2800-3500	1	S/. 39,200
TECNICO MECANICO	II	1800-2800	2	S/. 50,400
TECNICO ELECTRICISTA	II	2000-3100	1	S/. 28,000
TECNICO ELECTRONICO	I	3100-3500	2	S/. 74,400
TOTAL ANUAL				S/. 192,000

Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

- Presupuesto por Consumibles: Este es un costo fijo mensual el cual involucra lubricantes, lijas, gasolina, gas, alcohol, entre otros, cuyo valor mensual asciende a: S/. 4,230.25

- Presupuesto por Repuestos: Se agrupó para cada equipo el costo de los repuestos asociados a las actividades de mantenimiento preventivo incluyendo la frecuencia de ejecución, bajo la siguiente estructura:

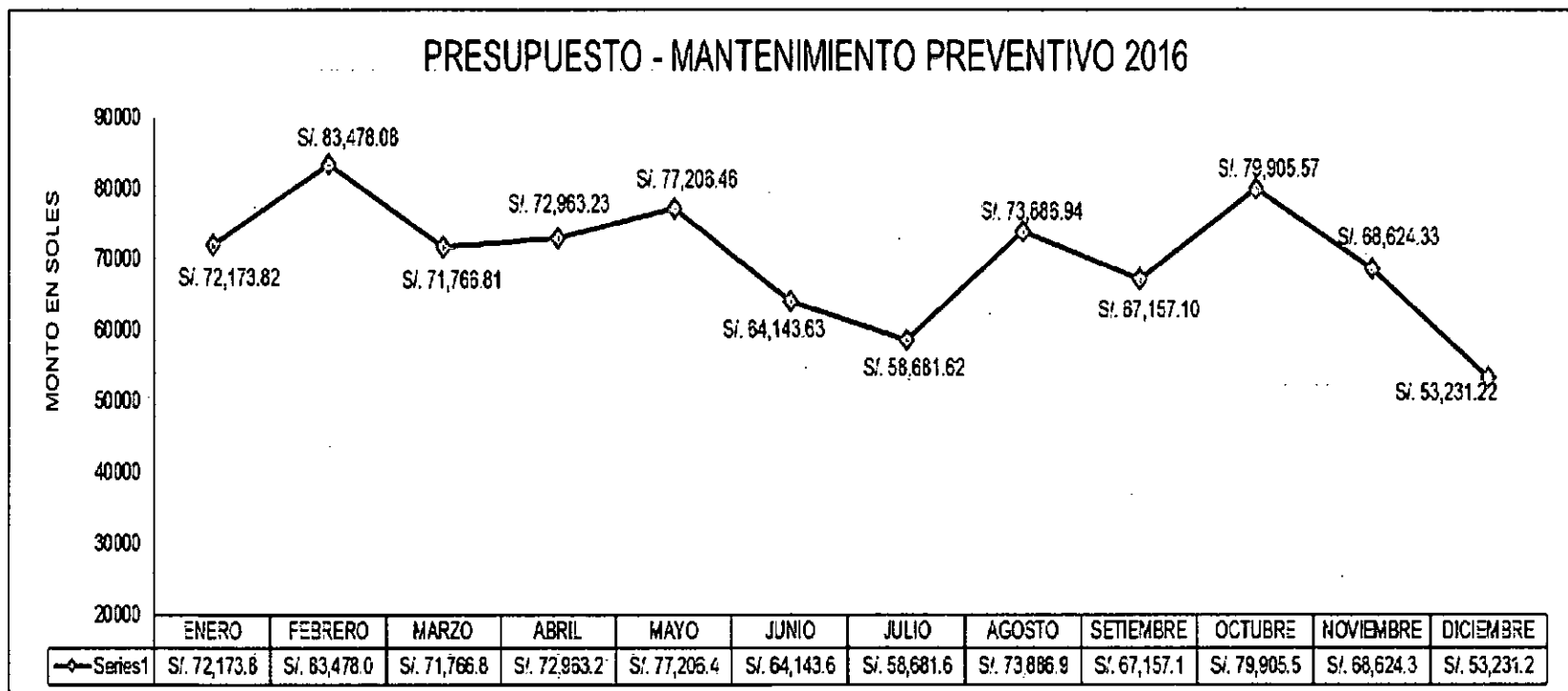
Cuadro 13: Modelo de Presupuesto por repuestos

EQUIPO	ACTIVIDADES A REALIZAR	FRECUENCIA	COSTO POR REPUESTO EMPLEADO	COSTO TOTAL
AMD-INY-02	CAMBIO DE RODAMIENTOS EN LOS 02 MOTORES	1	S/. 350.00	S/. 350.00
	CAMBIO DE ELEMENTO FLEXIBLE	1	S/. 264.00	S/. 264.00
	CAMBIO DE FILTROS HIDRAULICOS	1	S/. 1,658.00	S/. 1,658.00
	CAMBIO DE RETENES, ORING EN BLOCK DE VALVULAS	2	S/. 782.21	S/. 1,564.42
	CAMBIO DE UNIDAD FRL , MANGUERAS NEUMATICAS, VALVULAS	1	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00
	ANALISIS DE ACEITE	2	S/. 230.00	S/. 460.00
	CAMBIO DE SELLOS EN BOMBA HIDRAULICA	1	S/. 1,624.41	S/. 1,624.41
	CAMBIO DE ANILLO TORPEDO	1	S/. 3,250.00	S/. 3,250.00
	CAMBIO DE EMPAQUETADURA EN MOTOR HIDRAULICO	2	S/. 250.00	S/. 500.00
	CABLE SILICONADO PARA CALEFACCION	1	S/. 890.00	S/. 890.00
	MANGUERAS HIDRAULICAS	1	S/. 650.00	S/. 650.00
	BRUÑIDO Y CROMADO DE PISTONES HIDRAULICOS	1	S/. 4,950.00	S/. 4,950.00
	CAMBIO DE SELLOS EN CILINDROS HIDRAULICOS	1	S/. 2,975.25	S/. 2,975.25
	ACCESORIOS ELECTRICOS (CONTACTORES, RELE, FUSIBLE, RESISTENCIAS)	1	S/. 3,648.24	S/. 3,648.24
			TOTAL	S/. 23,984.32

Fuente: Departamento de Mantenimiento

Luego de desarrollar el presupuesto por repuestos para cada equipo, se obtiene el presupuesto anual para la ejecución del mantenimiento preventivo, el cual asciende a S/. 843,218.80. Este monto fue aprobado por la gerencia de operaciones para el año 2016. En el siguiente gráfico se muestra el desglose del presupuesto por mes:

Gráfico 20: Presupuesto Mantenimiento Preventivo 2016



Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

4.6.4 Fase IV: Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo

Esta fase de implementación contempla el procedimiento de ejecución y los indicadores de gestión que medirán la eficacia de la implementación según los resultados obtenidos

Procedimiento de Mantenimiento Preventivo

La implementación del procedimiento para la ejecución del mantenimiento preventivo tiene como finalidad establecer la secuencia de actividades a seguir para lograr el desarrollo eficiente de cada proceso del mantenimiento preventivo según los criterios establecidos por el departamento.

Dentro de este procedimiento se incluyen

- Objetivo
- Alcance
- Responsabilidades
- Definiciones
- Descripción
- Diagrama de flujo

El cumplimiento del procedimiento permite:

- Lograr una eficiente atención de los trabajos de mantenimiento preventivo programado ya que los procesos establecidos se desarrollan de manera ágil y oportuna
- Establecer los niveles de responsabilidad del personal para que desarrolle eficazmente su función.

En el Anexo 02, se adjunta el procedimiento de mantenimiento preventivo del departamento de mantenimiento.

Indicadores de Mantenimiento

1. Disponibilidad

Siendo el principal objetivo de la gerencia y el departamento de mantenimiento el de reducir los tiempos de paro de los equipos durante una producción, se hace necesario desarrollar el indicador de disponibilidad el cual nos permite medir y evaluar la eficacia del mantenimiento.

Se establece como meta del indicador de disponibilidad un resultado >85%, esto debido a que la empresa desarrolla el proceso tipo BATCH (discontinuo), teniendo un horario laborable únicamente 6 días a la semana

El cálculo del indicador de disponibilidad se realiza mediante el desarrollo de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}} * 100$$

En donde:

- Horas Totales: Horas de trabajo en un periodo establecido
- Horas paradas por mantenimiento: Involucra el total de horas de intervención durante el desarrollo de las diversas actividades de mantenimiento realizado en el equipo.

El análisis de los resultados se expone a la gerencia de forma mensual mediante el tablero de control que se adjunta en el Anexo 03

2. Cumplimiento de Órdenes de Mantenimiento Preventivo

El cumplimiento de órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo es de gran importancia, debido a que muestra evidencia de una buena planificación y programación de trabajos

En los primeros meses del 2016 (enero, febrero, marzo), se estableció una meta de 95%, la cual se logró superar, ante ello que la gerencia decide ser más exigente y en los meses siguientes se establece una meta del 99%, bajo las siguientes consideraciones:

- Mantenimiento debe solicitar la disponibilidad de los equipos con anticipación no menor a 1 semana.
- Producción debe entregar los equipos solicitados a mantenimiento, salvo alguna producción urgente la cual debe estar visada por el gerente de operaciones
- Mantenimiento no debe exceder de los plazos estipulados para cada actividad, de lo contrario debe solicitar la aprobación del tiempo excedente al gerente de operaciones.

El cálculo de este indicador se desarrolla mediante la siguiente fórmula:

$$\%Cumplimiento\ de\ Órdenes\ MPv = \frac{\# \text{ Órdenes MPv Realizadas}}{\# \text{ Órdenes MPv Emitidas}} * 100$$

En donde:

Órdenes MPV Realizadas: Cantidad de órdenes de trabajo ejecutados por el personal de mantenimiento

Órdenes MPv Emitidas: Cantidad de órdenes entregadas por el planificador de mantenimiento al coordinador de mantenimiento.

V. EVALUACIÓN TÉCNICO- ECONÓMICO

El resultado obtenido se evidencia mediante la emisión de gráficos en los cuales se observa las tendencias positivas de la mejora de los indicadores técnicos y económicos que impactaron de manera favorable en las distintas familias de equipos con los que cuenta la empresa.

5.1 Resultados de los Indicadores Técnicos

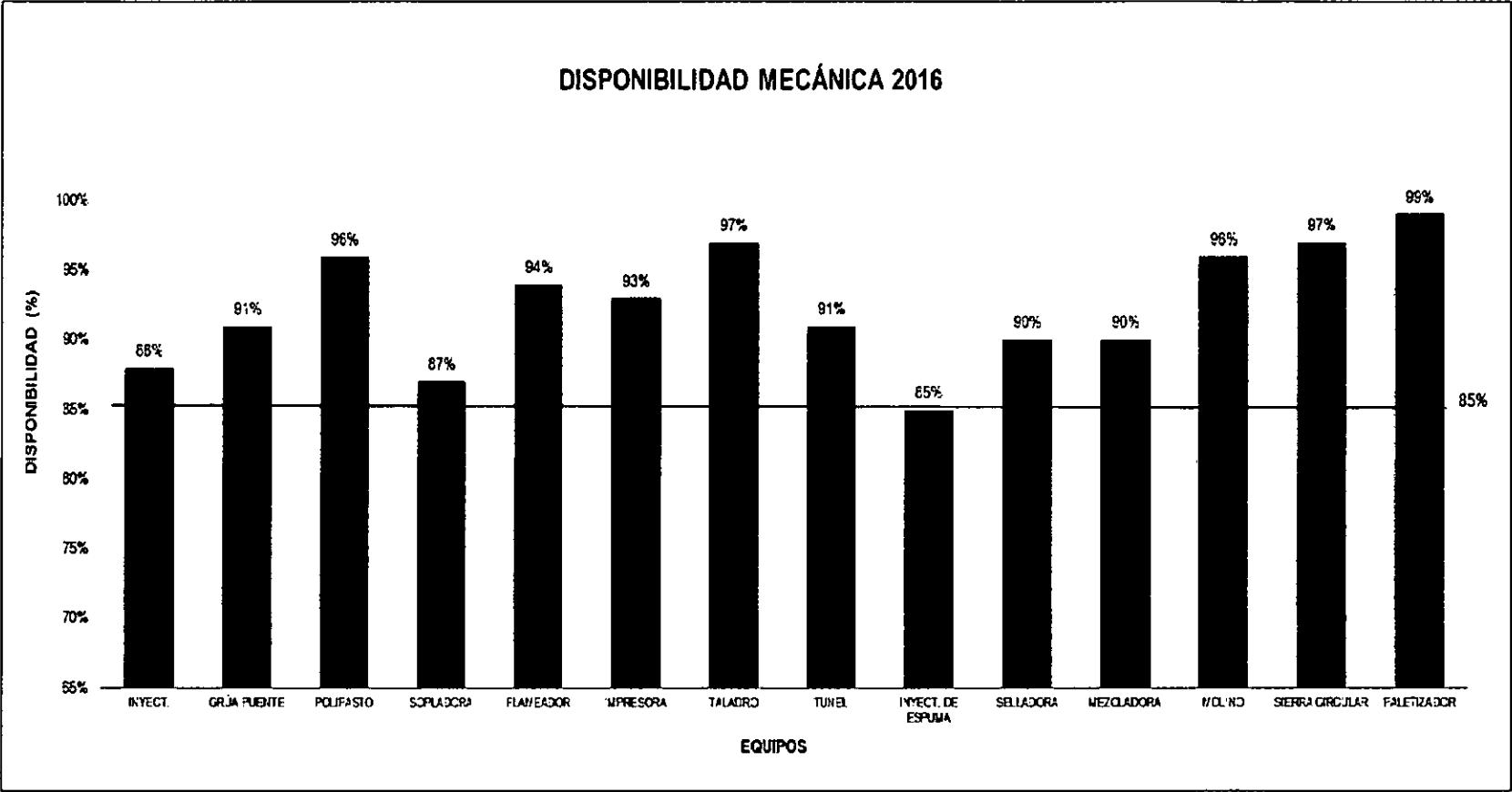
A continuación, se muestra los resultados del indicador de disponibilidad el cual tuvo un promedio de 92% sobrepasando la meta propuesta, logrando el objetivo principal de la gerencia general y de toda la empresa.

Cuadro 14: Cuadro resumen de Disponibilidad

ÁREA	FAMILIA	META	DISPONIBILIDAD 2016
MOLDEO -INYECCION	INYECTORA	85%	88%
	GRÚA PUENTE	85%	91%
	POLIPÁSTO	85%	96%
MOLDEO-SOPLADO	SOPLADORA	85%	87%
ACABADOS	FLAMEADOR	85%	94%
	IMPRESORA	85%	93%
	TALADRO	85%	97%
	TUNEL	85%	91%
	INYECT. DE POLIURETANO	85%	85%
	SELLADORA	85%	90%
FORMULACION	MEZCLADORA	85%	90%
MOLINOS	MOLINO	85%	96%
	SIERRA CIRCULAR	85%	97%
DISTRIBUCION	PALETIZADOR	85%	99%
	PROMEDIO		92%

Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

Gráfico 21: Disponibilidad de equipos 2016



Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

En los gráficos siguientes se muestran para cada familia de equipos, los tiempos de intervención según el tipo de mantenimiento ejecutado:

Con ello se puede observar que el grupo de familia de inyectoras, sopladoras e grúas puente registran la mayor cantidad de horas de intervención.

Dentro del grupo de familia de inyectoras, se observa que para las INY-10, INY-19 tuvieron mayor tiempo en la realización de actividades de mantenimiento correctivo no programado, esto debido principalmente a la espera de repuestos electrónicos importados.

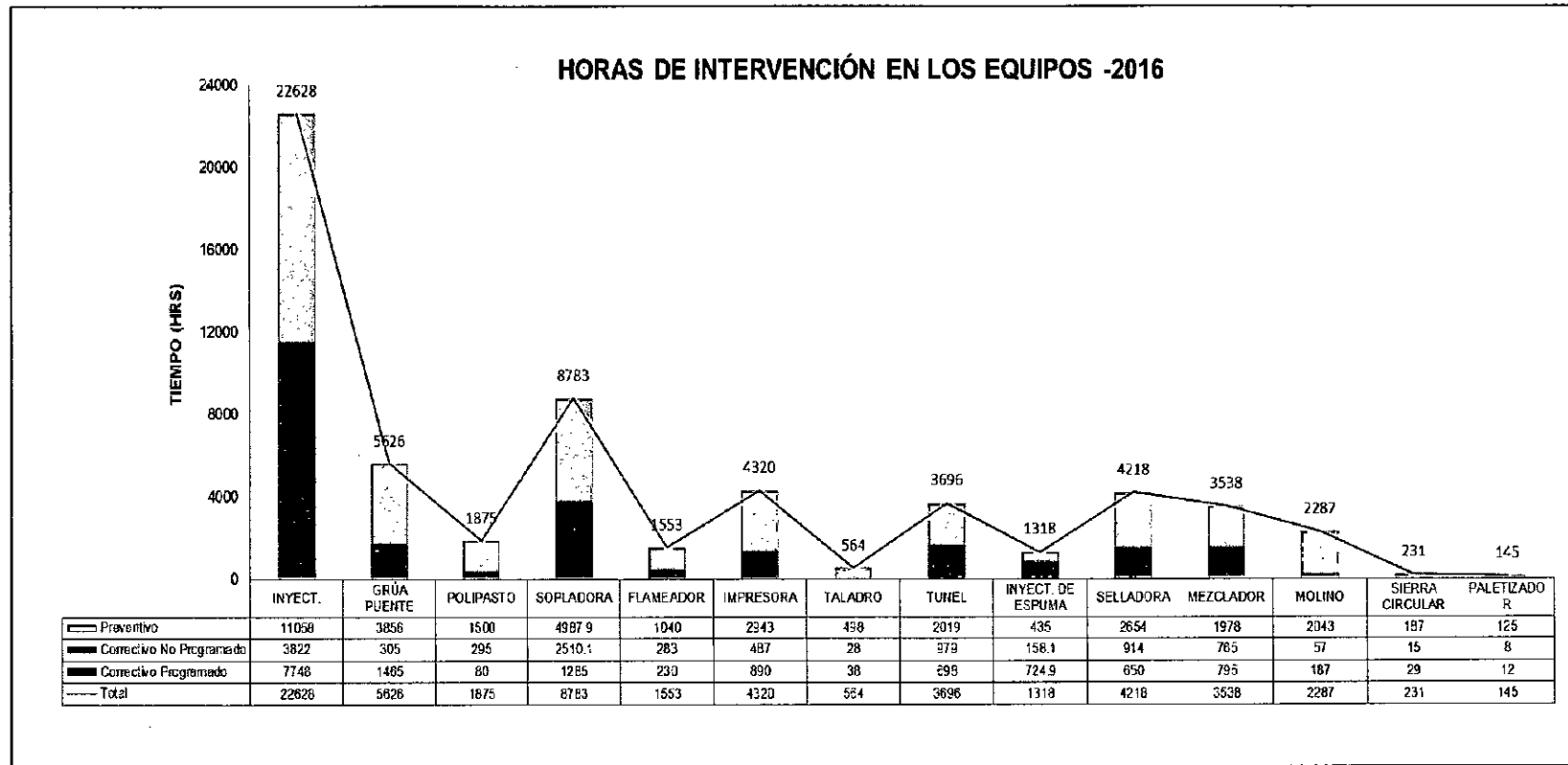
Dentro del grupo de familia de sopladoras, se observa que tuvo mayor incidencia el correctivo programado, esto debido a que algunos componentes se encontraban con excesivo desgaste y se priorizó su reparación en coordinación con el área de producción.

Para la familia de grúas puente, se observa que tuvo mayor duración el mantenimiento preventivo, esto debido al mayor tiempo empleado en desarrollo de trabajos en altura.

De manera general las horas empleadas en la realización del mantenimiento correctivo programado fue del 24%, el mantenimiento preventivo obtuvo el 58% y el mantenimiento correctivo no programado obtuvo el 18%.

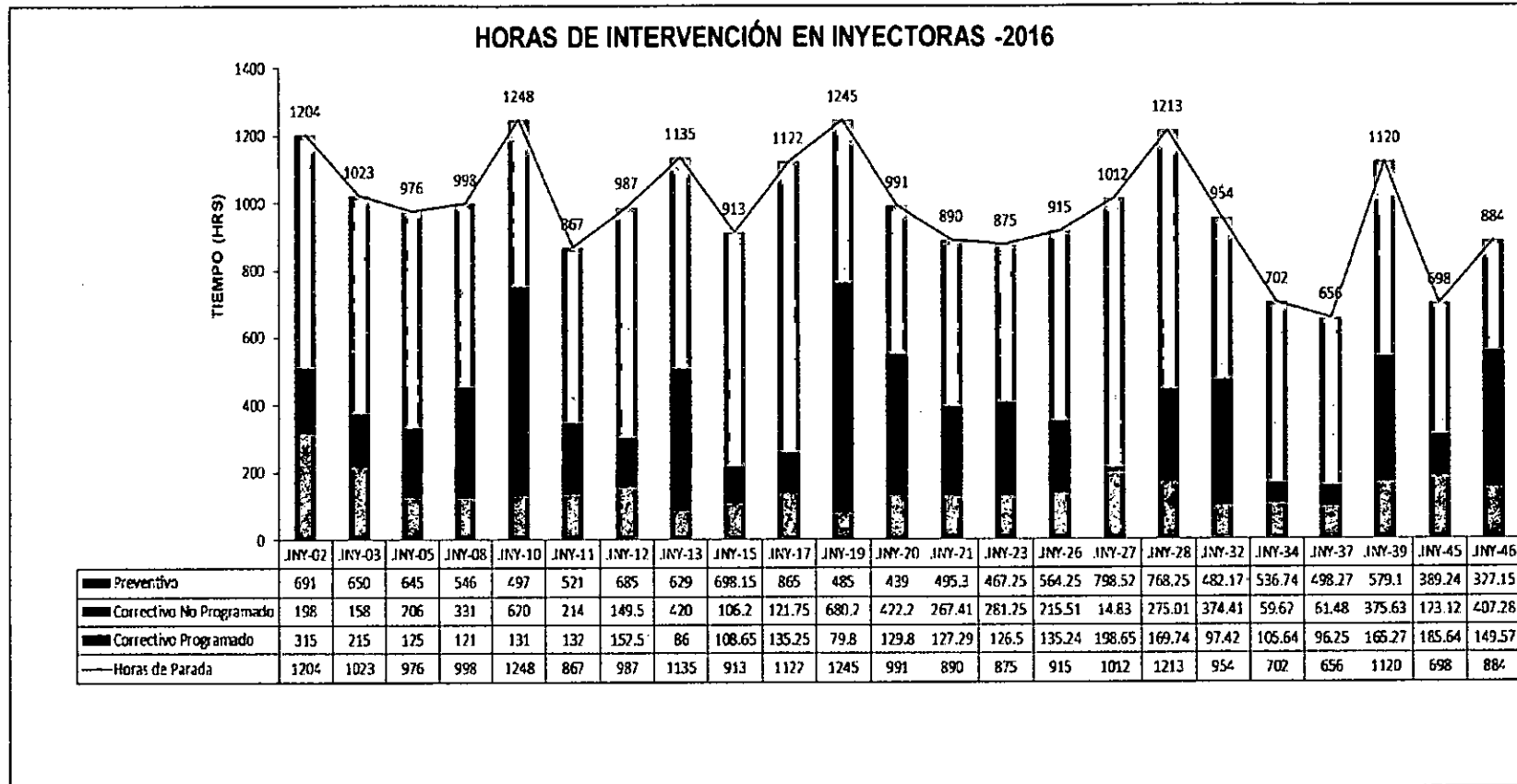
El indicador de cumplimiento de Órdenes de Mantenimiento preventivo alcanzó un promedio de 98.34%, lo cual muestra un correcto desempeño de toda el área de mantenimiento y una adecuada planificación de trabajos conjuntamente con las demás áreas de la empresa.

Gráfico 22: Tiempos de Intervención por familia de equipo



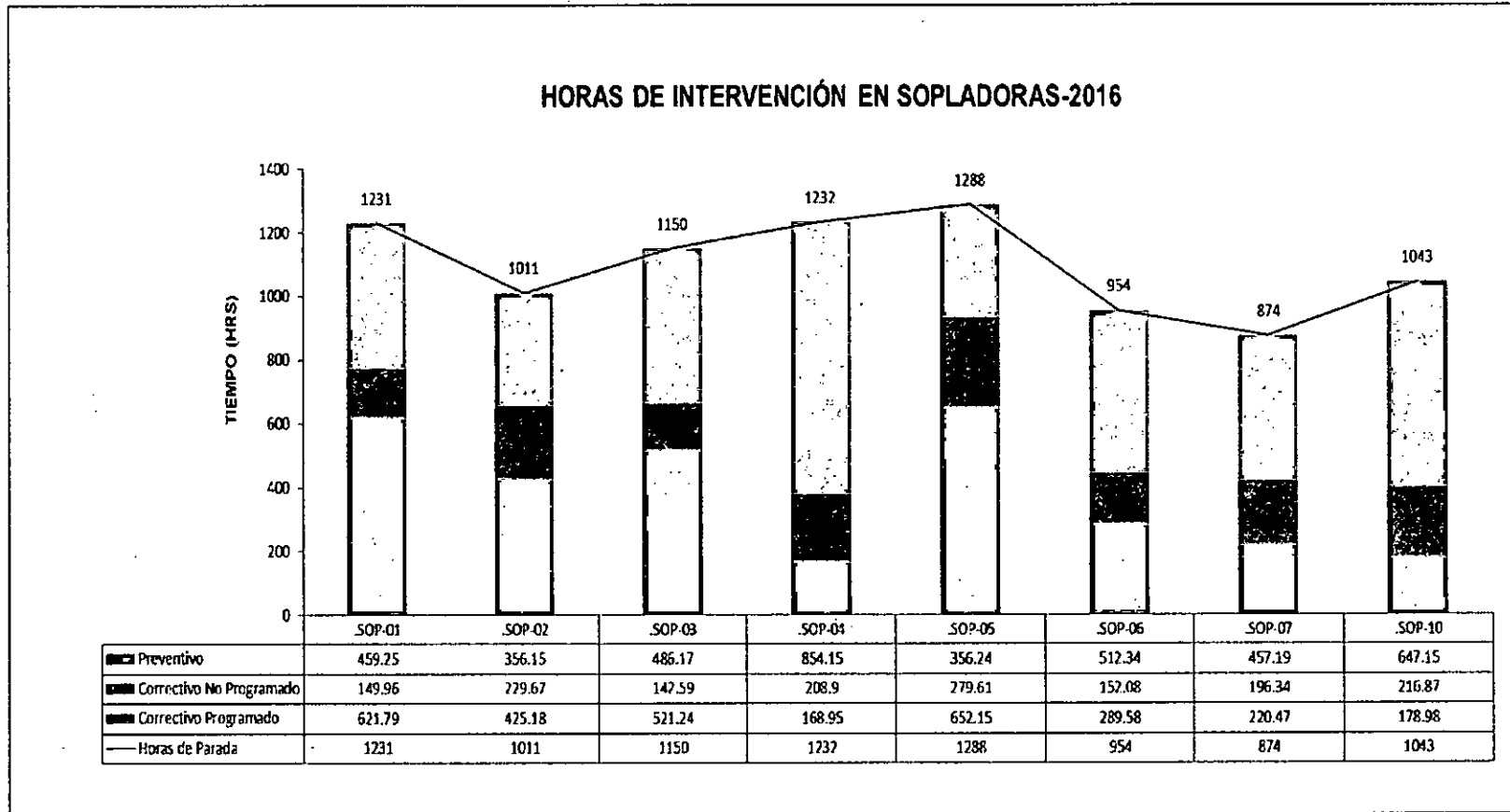
Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

Gráfico 23: Tiempo de Intervención según el tipo de mantenimiento en Inyectoras



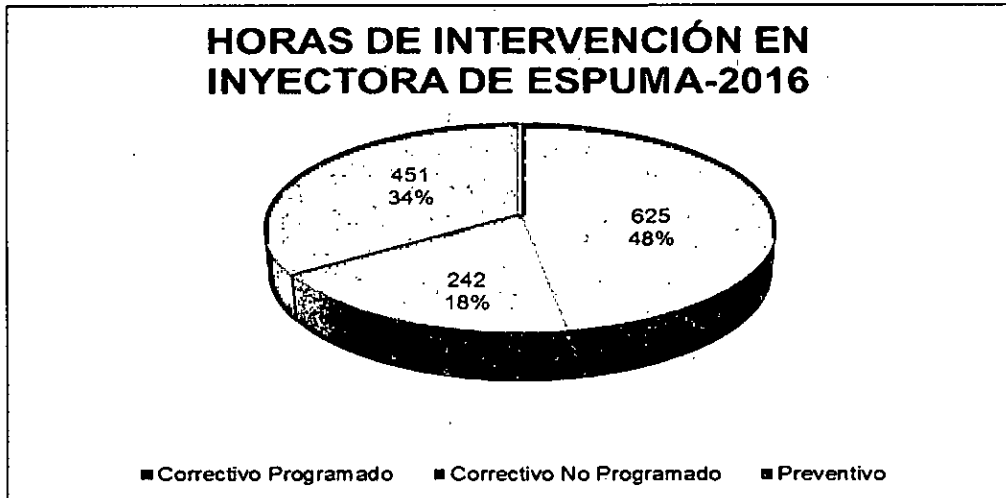
Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

Gráfico 24: Tiempo de Intervención según el tipo de mantenimiento en Sopladoras



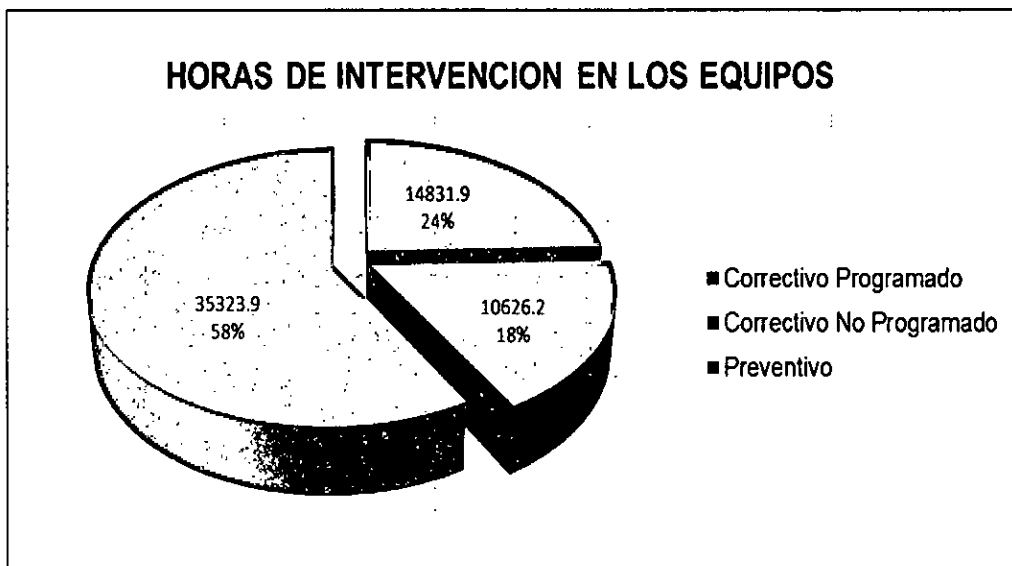
Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

Gráfico 25: Tiempo de Intervención según el tipo de mantenimiento en Inyectora de Espuma



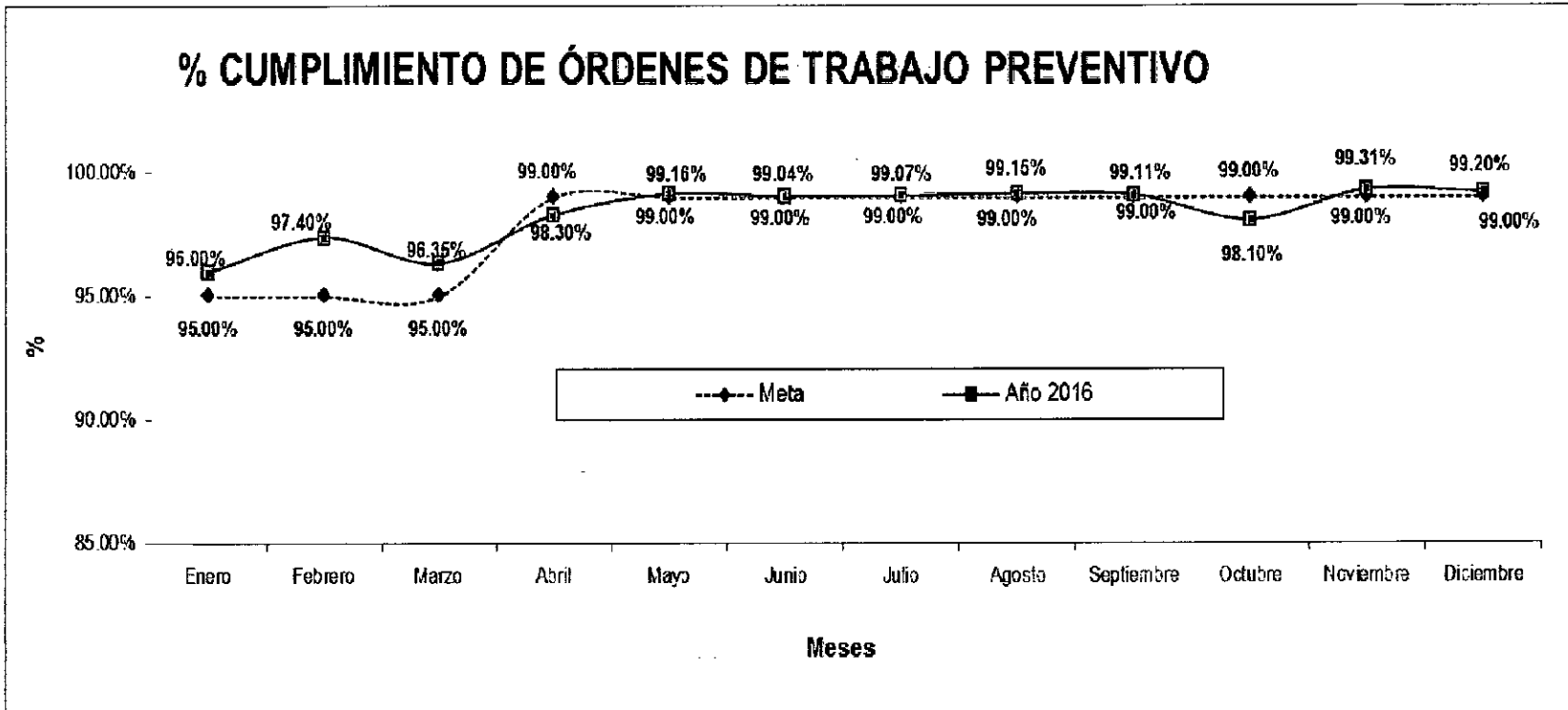
Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

Gráfico 26: Tiempo de Intervención según tipo de mantenimiento



Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

Gráfico 27: Cumplimiento de Órdenes de Trabajo de Mantenimiento Preventivo



Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

5.2 Resultados de los Indicadores Económicos

Horas Extras

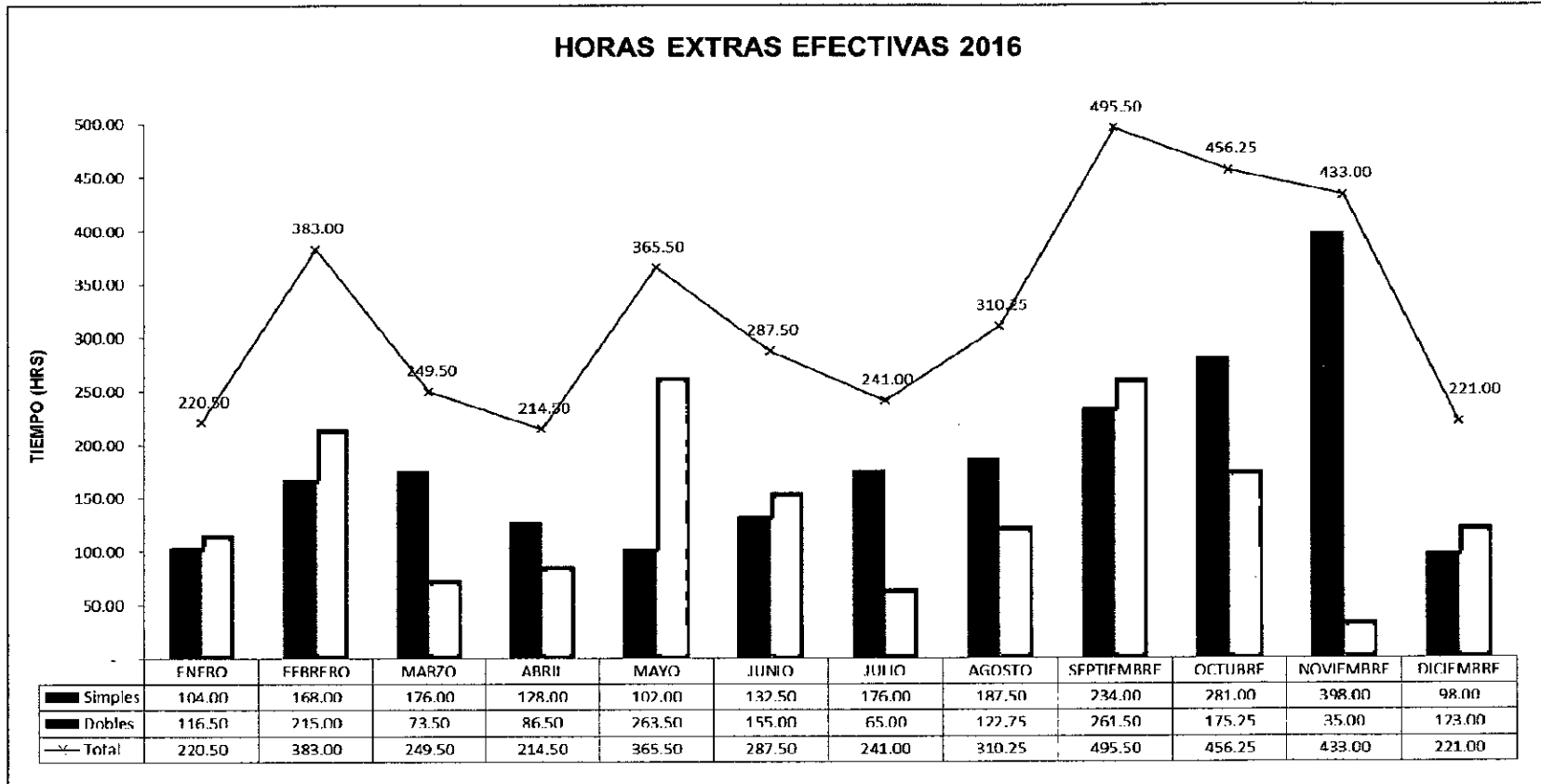
Dado la ejecución de un mantenimiento preventivo planificado y bajo una distribución adecuada de los recursos, en el 2016 se logró reducir en un 41% el sobretiempo generado por horas extras dobles del 2015, en un 39% el sobretiempo generado por horas simples. De manera general se redujo en un 40% el total de horas de sobretiempo del área de mantenimiento, cuya valorización es la siguiente.

Cuadro 15: Valorizado sobretiempo 2015-2016

	2015 (S/.)	2016 (S/.)
ENERO	2,180.4	2,662.3
FEBRERO	2,041.5	4,724.2
MARZO	4,700.5	2,551.7
ABRIL	4,597.8	2,377.9
MAYO	5,561.6	4,969.1
JUNIO	10,042.9	3,495.8
JULIO	9,954.6	2,417.4
AGOSTO	10,953.4	3,420.7
SETIEMBRE	8,172.6	5,980.3
OCTUBRE	6,054.0	4,988.9
NOVIEMBRE	7,686.7	3,697.2
DICIEMBRE	4,852.6	2,717.6
TOTAL	76,798.4	44,003.0
REDUCCION (S/.)		32,795.4

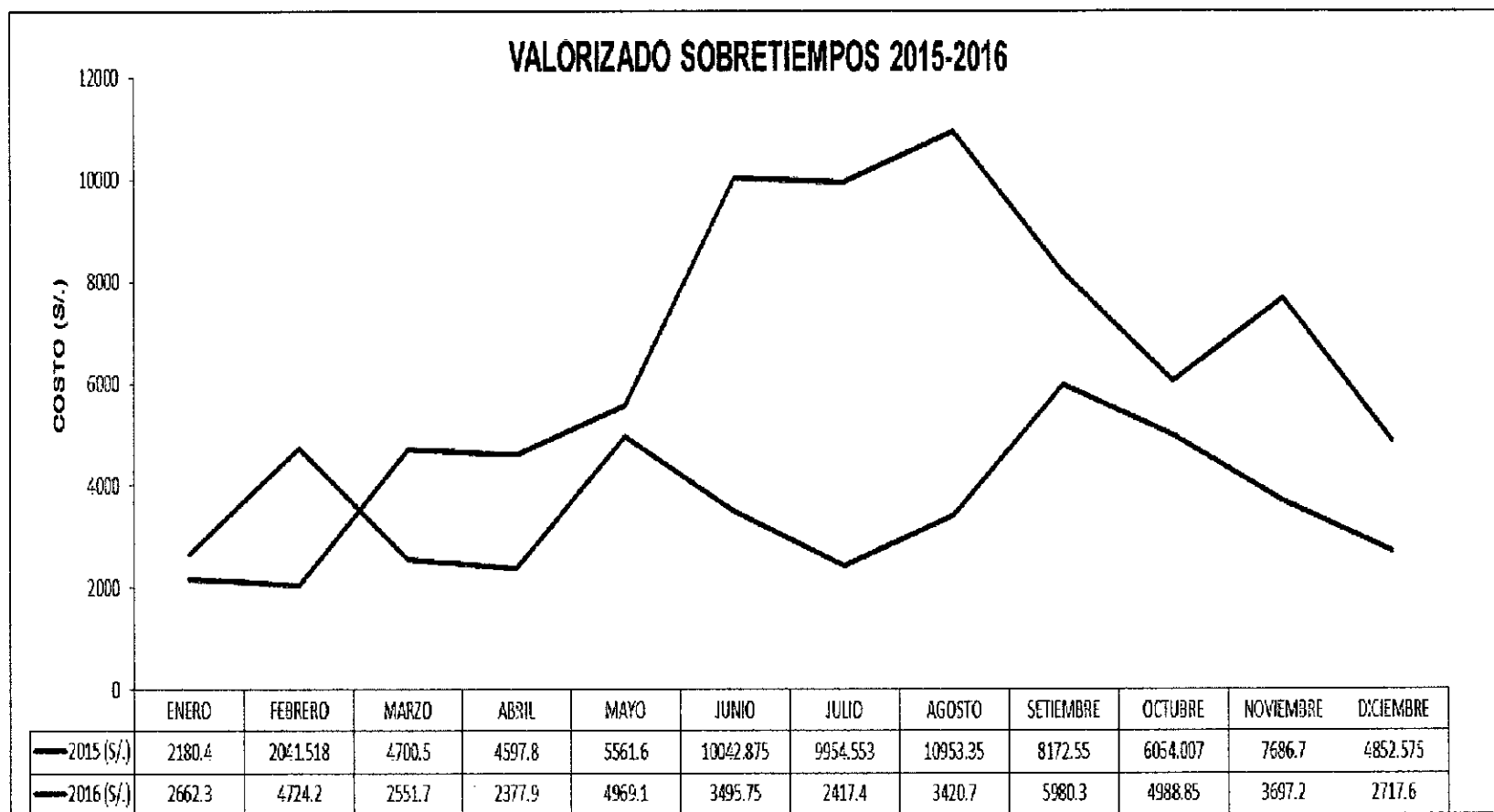
Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

Gráfico 28: Horas extras Efectivas 2016



Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

Gráfico 29: Valorizado de sobretiempos 2015-2016



Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

Presupuesto VS Gasto del Mantenimiento Preventivo

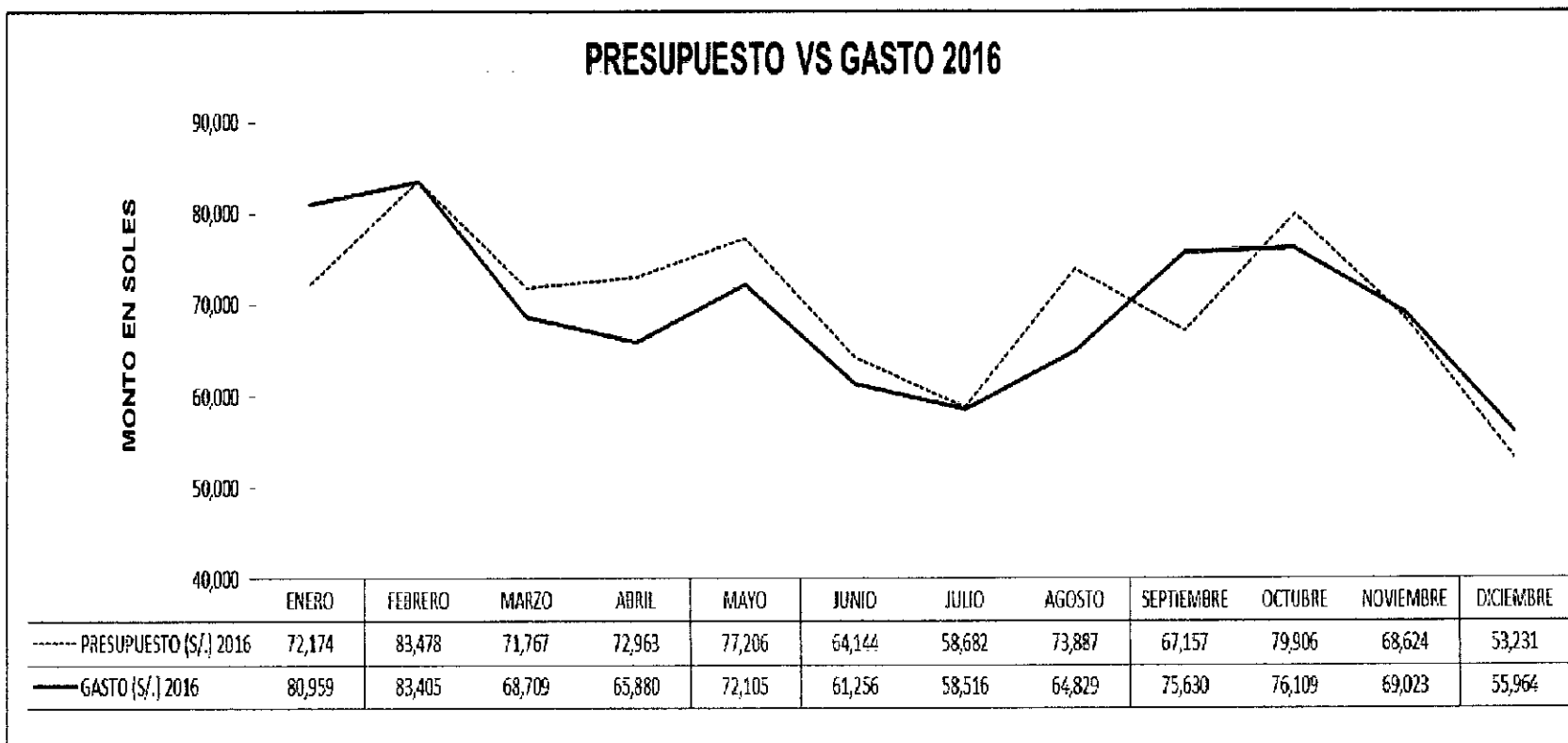
En el siguiente cuadro se observa el presupuesto establecido vs el gasto real de la ejecución del mantenimiento preventivo para el año 2016, en el cual solo se tuvo una variación de 1% equivalente a 10,835 soles menor a lo presupuestado.

Cuadro 16: Presupuesto VS Gasto de mantenimiento Preventivo 2016

MES	2016	
	PRESUPUESTO (S/.)	GASTO (S/.)
ENERO	72,174	80,959
FEBRERO	83,478	83,405
MARZO	71,767	68,709
ABRIL	72,963	65,880
MAYO	77,206	72,105
JUNIO	64,144	61,256
JULIO	58,682	58,516
AGOSTO	73,887	64,829
SETIEMBRE	67,157	75,630
OCTUBRE	79,906	76,109
NOVIEMBRE	68,624	69,023
DICIEMBRE	53,231	55,964
TOTAL	843,219	832,384
VARIACION (%)		1
MONTO (S/.)		10,835

Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

Gráfico 30: Presupuesto VS Gasto 2016



Fuente: Departamento de Mantenimiento-BASA

Costo del Mantenimiento

El cuadro de costo de mantenimiento contempla el gasto total asociado a los costos fijos y costos variables.

Dentro del costo efectivo anual presentado por el área de contabilidad se evidenció una reducción del 16% del monto anual respecto año anterior.

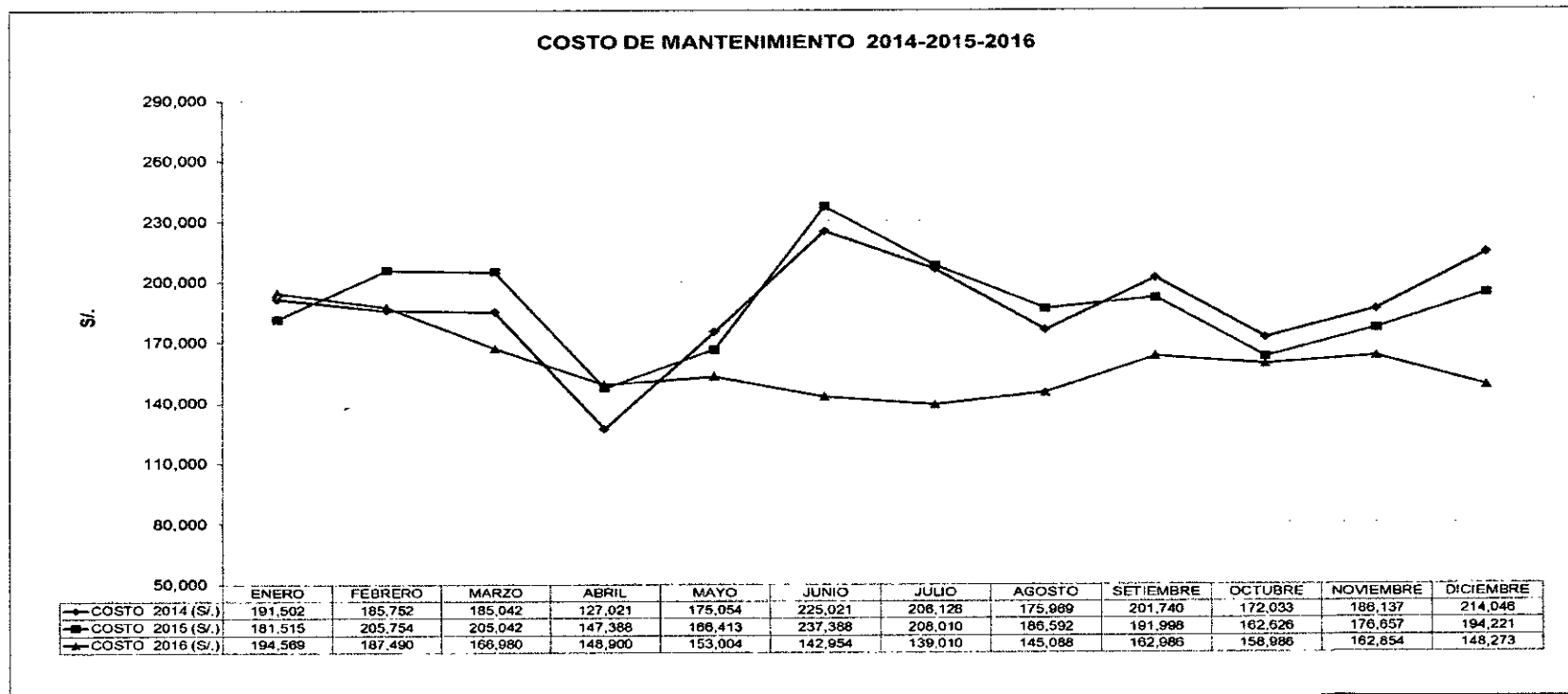
En el cuadro siguiente se muestra la variación mes a mes de los años 2014, 2015 y 2016.

Cuadro 17: Comparativo costos 2014-2015-2016

MES	COSTO 2014 (S/.)	COSTO 2015 (S/.)	COSTO 2016 (S/.)
ENERO	191,502	181,515	194,569
FEBRERO	185,752	205,754	187,490
MARZO	185,042	205,042	166,980
ABRIL	127,021	147,388	148,900
MAYO	175,054	166,413	153,004
JUNIO	225,021	237,388	142,954
JULIO	206,128	208,010	139,010
AGOSTO	175,969	186,592	145,088
SETIEMBRE	201,740	191,998	162,986
OCTUBRE	172,033	162,626	158,986
NOVIEMBRE	186,137	176,657	162,854
DICIEMBRE	214,046	194,221	148,273
TOTALES	2,245,446.46	2,263,604.96	1,911,093.88
		REDUCCIÓN (%)	16%

Fuente: Departamento de Contabilidad-BASA

Gráfico 31: Costo de Mantenimiento 2014-2015-2016



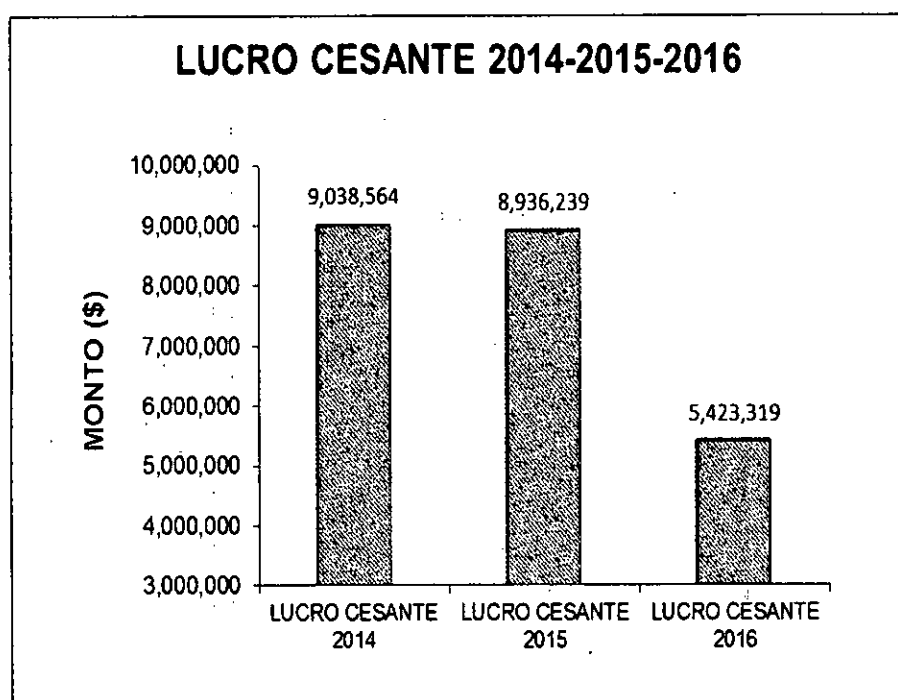
Fuente: Departamento de Contabilidad-BASA

Lucro Cesante (\$)

En el gráfico siguiente se puede observar la pérdida monetaria (\$) de la empresa generado por la inoperatividad de los equipos, debido a la gran cantidad de intervenciones correctivas que se ejecutaba en los años 2014-2015.

En el 2016 se logró reducir el monto de lucro cesante en un 39% respecto al año anterior, lo cual evidencia la efectividad del mantenimiento preventivo planificado.

Gráfico 32: Lucro Cesante 2014-2015-2016

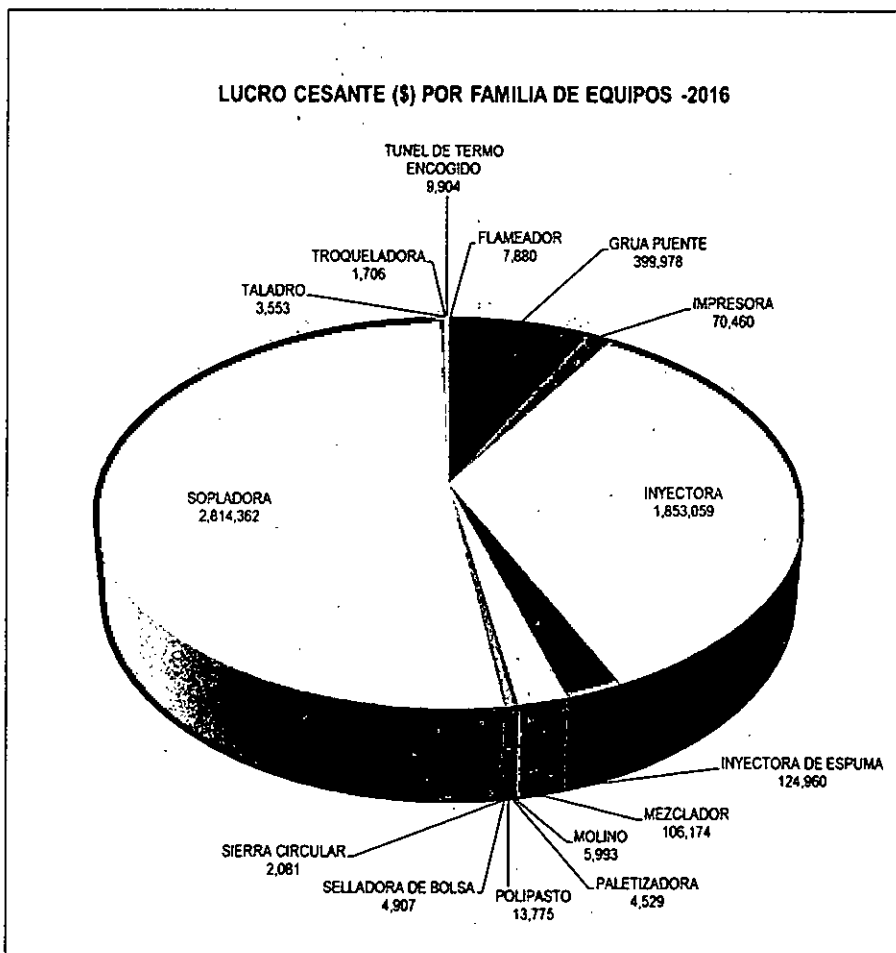


Fuente: Departamento de Producción-BASA

En el 2016 los equipos que generaron mayor lucro cesante fueron:

- Las sopladoras con un 52% del total, debido a las intervenciones por reparaciones mayores, generado por el estado de excesivo desgaste de algunos de sus componentes
- Las inyectoras con un 34% del total, debido a las intervenciones por filtración de aceite y otros mantenimientos ejecutados
- Las grúas puente con un 7% del total, debido a la demora de importación de algunos componentes.

Gráfico 33: Lucro Cesante por Familia de Equipos-2016



Fuente: Departamento de Producción-BASA

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Con el diseño e implementación del mantenimiento preventivo se logró alcanzar y superar la meta de disponibilidad propuesta (85%)
- Con el formato de Tarjeta maestra implementado se logró recopilar información técnica de cada uno de los equipos de la empresa, lo que es de gran importancia para implementación de una gestión de repuestos
- La evaluación de criticidad en los equipos permitió establecer prioridades para la asignación de recursos en las actividades de mantenimiento
- La correcta distribución de actividades y del personal trajo como consecuencia un mejor control y reducción en horas de sobretiempos
- Los indicadores de gestión permitió visualizar el desarrollo de la gestión de mantenimiento, con lo cual se logró tomar medidas para minimizar las desviaciones que se presentaban

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda implementar instructivos de trabajo para salvaguardar la seguridad del personal y evitar daños en los equipos durante el desarrollo de las actividades de mantenimiento.
- Se recomienda capacitar al personal operativo en actividades básicas de mantenimiento con la finalidad de seguir minimizando los tiempos de paro de máquinas.
- Evaluar la implementación de un ERP para mejorar la gestión del departamento de mantenimiento.

VII. REFERENCIALES

1. FRANCISCO JAVIER CÁRCEL CARRASCO
Planteamiento de un modelo de mantenimiento industrial basado en técnicas de gestión del conocimiento
España, Editorial OmniaScience, 2014
2. LEANDRO TORRES
Gestión Integral de activos físicos y mantenimiento
España, 2016
3. ALBERTO MORA GUTIERREZ
Mantenimiento: Planeación, ejecución y control
Editorial Alfaomega, 2016
4. LLUÍS CUATRECASAS ARBÓS
Gestión del mantenimiento de los Equipos Productivos
Edición 2012
5. INTEGRA MARKETS
Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial
Publicación, Enero 2018

VIII. ANEXOS Y PLANOS

- Anexo 01 : Información Técnica de lubricantes
- Anexo 02 : Procedimiento de Mantenimiento preventivo
- Anexo 03: Tablero de control de disponibilidad
- Anexo 04: Tarjeta Maestra de Inyectora
- Anexo 05: Tarjeta Maestra de Sopladora
- Anexo 06: Plan de Mantenimiento Preventivo