

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONORORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



**IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS
TALLADORAS PARA DISMINUIR LAS PARADAS NO PROGRAMADAS EN LA
EMPRESA TOPSA PRODUCTOS ÓPTICOS S.A.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

ÁREA DE INVESTIGACIÓN
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

AUTOR

Br. WILLIAM MARTÍN CALDERÓN MENDOZA

ASESOR

ING. SAUL LINARES VERTIZ

TRUJILLO – PERÚ
2014

“IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LAS TALLADORAS PARA DISMINUIR LAS PARADAS NO PROGRAMADAS EN LA EMPRESA TOPSA PRODUCTOS ÓPTICOS S.A.”

AUTOR:

BR. WILLIAM M. CALDERÓN MENDOZA

APROBADO POR:

ING. LUIS A. VARGAS DÍAZ
PRESIDENTE
CIP: 104175

ING. LENIN H. LLANOS LEÓN
SECRETARIO
CIP: 139213

ING. OSCAR M. DE LA CRUZ RODRIGUEZ
VOCAL
CIP: 085598

ING. SAÚL N. LINARES VERTIZ
ASESOR
CIP: 142215

DEDICATORIA

Por el esfuerzo no solo mío sino también de esas personas que me dieron su apoyo y sus consejos mi familia y en especial a mi mamá Fanny, mi tía Wilma y mi hermana Giovanna las mujeres quienes son mi fuerza y mi inspiración para lograr mis metas gracias por estar a mi lado.

AGRADECIMIENTOS

A Dios quien me dio la fortaleza, salud y la fe. Por ser mi Padre y guía, regalándome cada maravilloso día para cumplir mis metas.

A mi madre y tía: Fanny y Wilma, porque creyeron en mí, por su apoyo, comprensión y sacrificio, porque me sacaron adelante dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque gracias a ustedes hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre me dieron la fuerza necesaria en los momentos más difíciles de mi carrera y ante cualquier obstáculo que se me presenta.

A mis abuelitos: Graciela y Raúl por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

A mis tíos y mi enamorada, por su apoyo incondicional y sabios consejos en los momentos más difíciles.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	4
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	17
CAPÍTULO III: MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS.....	44
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	66
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	71
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....	74
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES.....	76
CAPÍTULO VIII: BIBLIOGRAFÍA.....	78
CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
ANEXOS.....	82
ANEXO N°1.....	83
ANEXO N°2.....	84
ANEXO N°3.....	85
ANEXO N°4.....	86

LISTADO DE CUADROS

RESULTADO DE ENCUESTA A OPERARIOS.....	47
RESULTADO DE ENCUESTA A TÉCNICOS DE DPTO. DE MANT.....	50
RESULTADO DE ENREVISTA A OPERARIOS.....	54
RESULTADO DE ENTREVISTA A TÉCNICOS DE DPTO. DE MANT.....	57
CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS ÁREA DE FREE FORM.....	59
PROMEDIO DE HORAS DE ATENCIÓN DE FALLAS IDEAL Y REAL.....	65
COSTO DE MANTENIMIENTO DE ACUERDO A FALLAS ATENDIDAS.....	65

LISTADO DE ILUSTRACIONES

GRÁFICO PORCENTUAL DE ENCUESTA A OPERARIOS.....	48
GRÁFICO PORCENTUAL ENCUESTA A TÉCNICOS.....	51
GRÁFICO PORCENTUAL ENTREVISTA A OPERARIOS.....	55
GRÁFICO PORCENTUAL ENTREVISTA A OPERARIOS.....	55
GRÁFICO PORCENTUAL ENTREVISTA A TÉCNICOS.....	58
PROGRAMA PARA REGISTRO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO.....	62
HOJA DE REQUERIMIENTO DE ATENCIÓN A FALLAS DE MÁQUINAS.....	63
LISTADO DE ÓRDENES EN TIEMPO REAL.....	64
REPORTE DE ATENCIÓN DE FALLA EN LAS MÁQUINAS.....	65
GRÁFICO DE DISPONIBILIDAD DE MÁQUINA.....	68
GRÁFICO TIEMPO PROMEDIO DE ATENCIÓN DE FALLAS DE MÁQUINAS.....	69
GRÁFICO DE CUMPLIMIENTO DEL MANTENIMIENTO TALLADORA DTL.....	70

RESUMEN

Objetivo: Disminuir el número de paradas no programadas de las talladoras en la empresa TOPSA S.A.; mediante la gestión de mantenimiento así poder planificar el mantenimiento por cronogramas y el poder tener un registro del número de paradas de las máquinas.

Materiales y Procedimientos: Se realizó encuestas a los operarios de las máquinas para poder ver las precauciones que toman para evitar el paro de las mismas a la vez se tomará en cuenta para que con los manuales se pueda crear los cronogramas para el mantenimiento preventivo llevando estos datos a un software el cual servirá como una base de datos.

Resultados: Con la gestión de mantenimiento aplicada se pudo registrar un 87% en mejora con respecto a la disponibilidad de las máquinas ya que se tuvo la supervisión del cumplimiento de los cronogramas de acuerdo al plan de mantenimiento, el tiempo que se lleva en cada mantenimiento se excedió un 0.3% debido a que se tuvo que cubrir las fallas que se fueron acumulando por el mantenimiento correctivo que se empleaba en la empresa para esto el costo en el mantenimiento se excedió un 5% por lo mismo que la acumulación de fallas en las máquinas agravaron más a la misma necesitando repuestos también para poder cumplir con el mantenimiento programado se necesitaba de cambio de piezas gastadas por el uso todo esto conllevó a un exceso en costos. En el cumplimiento de las tareas programadas se llegó a un 83% de lo planeado ya que los operarios quienes también cumplen un rol en el mantenimiento de las máquinas no cumplían en algunos casos este mantenimiento fuera de ello el apoyo por parte de los supervisores de planta quienes en su total tanto operarios como supervisores han tenido y siguen siendo capacitados para poder llegar a cumplir lo establecido con respecto a este cumplimiento.

Conclusiones: Se determinó que aplicando la gestión de mantenimiento se llega a tener un mejor control con respecto al mantenimiento de las máquinas al obtener registros, planes y cronogramas para el mantenimiento de las máquinas.

Palabras Clave: Gestión de mantenimiento.

ABSTRACT

Objective: Decrease the number of unscheduled stops of the Shapers machines at the factory TOPSA S.A.; for the maintenance management to this way plan the maintenance for schedules and obtain a register with the number of stops of the machines.

Materials and Procedures: I made surveys to the operators of the machines to this way I can see what they do to avoid the stop of the machine with this and the manuals I'm gonna make the schedules to the preventive maintenance and this data is gonna be save in a software like a database.

Results: With the maintenance management working we could register 87% better about the availability of the machines because we had to supervise the fulfillment of the schedules according to the maintenance plan, the time for each maintenance exceeded 0.3% because we had to cover the failures that accumulated for the corrective maintenance which was used at the factory therefore the cost of the maintenance exceeded 5% and therefore the failures in the machines worsen needing parts to comply with the scheduled maintenance also needs replacement of parts worn through use, all of this made an excess in the costs. In carrying out the scheduled tasks was reached 83% of schedule because operators who also have a role in the maintenance of the machines did not meet in some cases this maintenance out of it supported by plant supervisors who in their total both operators and supervisors have been trained and continue to get to meet the provisions with respect to such compliance.

Conclusions: Determined that applying the maintenance management I've got a better control about the maintenance of the machines because I can obtain registers, plans and schedules to the maintenance of the machines.

Keywords: Maintenance management

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una gran competitividad en la producción entre las empresas según sus diferentes rubros, por lo mismo se nota un mayor interés en el mantenimiento de las máquinas de producción industrial, que hacen que este proceso de producción sea posible por calidad del producto y cumplimiento en el tiempo de entrega del mismo hacia el cliente.

La empresa TOPSA PRODUCTOS ÓPTICOS S.A. se dedica al tratamiento de las lunas de los lentes de sol o de medida como: anti-réflex, sky, espejado, coloreado, etc. Para esto la empresa consta con las siguientes áreas las cuales se detallan a continuación de acuerdo a prioridad en atención con respecto al mantenimiento:

- Área de FreeForm.
- Área de Resina.
- Área de Biselado.
- Área de Tratamiento.

En cada área existe un diferente proceso y esto depende de la orden que proviene del área de Digitación; solo en el área de FreeForm y el área de Resina tienen una similitud en su proceso a excepción de que en el área de FreeForm se puede hacer grabado de nombres en las bases (luna de lentes) además de que el proceso es más automatizado que con máquinas de marca SCHNEIDER, el proceso de cada área se detalla a continuación:

FREEFORM:

- Marcadora: Esta máquina permite marcar el punto central de la base (luna de lentes) quedando grabado y como guía para el tallador.

- Protector de bases: En este equipo se cubre con una cinta adherible las bases para que queden protegidas evitando daños en las bases durante el bloqueo.
- Bloqueadora (CB BOND, CB BOND – E): Esta máquina contiene alloy líquido el cual se mantiene a una temperatura de 53°C, con esta máquina se adhiere la chapa de medida exacta a la base esto va de acuerdo a pedido que viene del área de Digitación. Esto tiene un proceso de enfriamiento de 40 min. para que pueda ser tallado caso contrario al momento de tallar se saldría la base ocasionando rotura de la base.
- Talladora (HSC SMART X, HSC SMART i-Rx): Esta máquina permite dejar la base con el espesor y diámetro correcto de acuerdo a los datos ingresados por el operario ya que debe tener en cuenta el cálculo previo que se hace para poder tener un buen acabado en la base (luna de lentes) y todo esto depende de los datos que se tiene en la orden generada en el área de Digitación. Este tipo de tallado es diferente al del área de Resina ya que al momento de tallar hay dos boquillas de las cuales salen chorros de agua con gran presión hacia el centro de las bases para evitar un terminado con partículas de residuos por el corte y así evitando el proceso de afinado.
- Pulidora (CCP SWIFT): En esta máquina para poder hacer el pulido se necesita de un líquido pulidor el cual circula en el interior de la máquina mientras se está haciendo el trabajo de pulido haciendo que la base quede con una superficie lisa.
- Marcadora Láser (CCL C*MARK): Esta máquina permite que se pueda hacer grabados de logos las cuales están y grabado de nombres los cuales se ven a contra luz y todo dependiendo de la orden del trabajo.

RESINA:

- Marcadora: Esta máquina permite marcar el punto central de la base (luna de lentes) quedando grabado y como guía para el tallador.
- Protector de bases: En este equipo se cubre con una cinta adherible las bases para que queden protegidas evitando daños en las bases durante el bloqueo.
- Bloqueadora: Esta máquina contiene alloy líquido el cual se mantiene a una temperatura de 53°C, con esta máquina se adhiere la chapa de medida exacta a la base esto va de acuerdo a pedido que viene del área de Digitación. Esto tiene un proceso de enfriamiento de 40 min. para que pueda ser tallado caso contrario al momento de tallar se saldría la base ocasionando rotura de la base.
- Talladora: Esta máquina permite dejar la base con el espesor y diámetro correcto de acuerdo a los datos ingresados por el operario ya que debe tener en cuenta el cálculo previo que se hace para poder tener un buen acabado en la base (luna de lentes) y todo esto depende de los datos que se tiene en la orden generada en el área de Digitación.
- Afinadora: Máquina que permite dejar sin las partículas de residuo que queda en la base después del tallado, para esta parte del proceso el operario debe buscar el molde de acuerdo a la medida de la base para poder hacer el afinado.
- Pulidora: En esta máquina para poder hacer el pulido se necesita de un líquido pulidor el cual circula sale por la boca de una manguera delgada la cual apunta al centro de las bases haciendo que la base quede con una superficie lisa.

BISELADO:

- **Lensometro:** Con este equipo el operario se encarga de verificar la medida de la base que se va a trabajar debe estar de acuerdo a la orden de trabajo.
- **Trazadora (KAPPA):** Con este equipo el operario se encarga de fijar el centro de la base, hacer el bloqueo respectivo de las bases y traza la parte interna de la montura para que este diseño quede grabado en la red y la forma será procesada en las biseladoras TITAN.
- **Biseladora (TITAN):** En esta área son en total 6 máquinas las cuales son trabajadas por un operario quien tiene la función de captar la orden con un lector de código de barras apareciendo en la pantalla la forma final de la base de acuerdo a lo que se trazó en las KAPPA. El operario debe modificar los valores que requiera para poder tener un buen acabado en el trabajo.
- **Biseladora (MEI 641):** Esta máquina es una biseladora más automatizada que las TITAN ya que tiene la misma función que las otras máquinas pero su tiempo de trabajo es más rápido y exacto.
- **Devastadora:** En esta área son en total 5 equipos de este tipo los cuales ayuda al operario hacer algunos cambios en las formas de las bases si es que no entrara en la montura.
- **Dilatador:** En esta área son en total 3 equipos de este tipo los cuales el operario usa en caso que necesita hacer un cambio en la montura.

TRATAMIENTO:

- Boxer: En esta área se cuenta con 2 máquinas de este modelo las cuales se encuentran en el lado de ANTI-REFLEX, con estas máquinas se hace el tratamiento de anti-réflex, sky o espejado a las bases de acuerdo a la orden de trabajo.
- Hcc: Esta máquina se encuentra en el lado de DURAQUARZ, con esta máquina se puede hacer el tratamiento para evitar un desgaste rápido de las lunas de los lentes por el uso del cliente.

Hoy en día la empresa TOPSA S.A. realiza un mantenimiento correctivo de manera que las máquinas talladoras tienden a fallar casi en forma consecutiva por diversos problemas tanto en la parte mecánica la cual ocasiona el calentamiento de la máquina por esfuerzo de la misma en alguna falla o por problemas electrónicos como el funcionamiento del sistema de ventilación de la máquina (coolers). Este tipo de mantenimiento es solo una solución momentánea hacia las fallas de las máquinas, esto reduce el tiempo de vida de las máquinas ya que con este tipo de mantenimiento se aumentan las fallas, así mismo el tiempo que toma el mantenimiento que se les realiza a las máquinas cuando falla aumenta afectando a la producción y retrasando la salida de los pedidos que se tienen por los clientes.

ENUNCIADO DEL PROBLEMA CIENTÍFICO

¿Cómo disminuir las paradas no programadas que llegan a sufrir las máquinas talladoras en la empresa TOPSA S.A.?

OBJETIVOS:

GENERAL:

- Disminuir el número de paradas no programadas de las talladoras en la empresa TOPSA S.A.; mediante la gestión de mantenimiento así poder planificar el mantenimiento por cronogramas y el poder tener un registro del número de paradas de las máquinas.

ESPECÍFICOS:

- Desarrollar la gestión del mantenimiento.
- Desarrollar cronogramas de mantenimiento para las máquinas.
- Desarrollar un registro del mantenimiento que se realiza a las máquinas.
- Desarrollar un software para determinar la disponibilidad de las máquinas.

a. HIPÓTESIS:

La implementación de una gestión del mantenimiento posibilitará una mejor planificación del mantenimiento disminuir las paradas no programadas de las máquinas talladoras en la empresa TOPSA S.A.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

II. MARCO TEÓRICO

Mantenimiento:

Mantenimiento; es una acción o actividad que esta direccionada a equipo industrial con la finalidad de mantenerlo operativo con niveles normales de confiabilidad; se podría decir que es el bien más importante de una empresa, donde abarca la capacidad de producir con tres factores claves: calidad, seguridad y rentabilidad.

La Gestión de Mantenimiento, es una forma de medición porcentual del funcionamiento operativo y productivo de la empresa, basándose en la planificación, programación, ejecución y registros de datos de actividades o tareas, planteándose objetivos en función de una dirección general y dependiendo de los resultados se tomaran decisiones concretas, para mejorar el sistema de mantenimiento y así cumplir con los objetivos previstos de la organización.

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

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

El Mantenimiento como estructura de apoyo, es un centro de costos a efectos de los intereses de la Empresa. Ciertamente, como un costo sólo se justifica si “perfecciona” el Negocio a través de la mejora de las condiciones de productividad, mediante la capacidad

continúa de adaptación, desarrollo y conservación (independiente de sus funciones particulares). Para ello, se debe enfocar adecuadamente la visión y la misión mediante la definición clara de políticas, objetivos, valores, entre otros.

Es un hecho que, en los escenarios de hoy, las Empresas se juegan su capacidad competitiva por la cantidad y calidad de los recursos que se comprometen en el área de Mantenimiento, debido a la capacidad de ésta para generar beneficios a su más inmediato grupo de interés como es, el área de Producción. La principal ventaja que ofrece el Mantenimiento, reside en la consecución de que los “Sistemas Productivos” (SP) continúen desempeñando las funciones deseadas y de esta forma contribuir a conservar las actividades productivas, de las cuáles la empresa obtiene las utilidades económicas (produciendo su sostenibilidad en un Negocio particular).

Aunado a ello, se encuentran las ventajas de obtener mayor utilidad económica para la empresa, al disminuir los costos de mantenimiento por pérdidas (sobre mantenimiento, indisponibilidad de los SP, entre otros), con lo cual se podría aumentar el margen potencial de ganancias, al sostener la influencia del costo del mantenimiento, en el costo final del producto, dentro del rango del 5 al 12%.

Por lo tanto, es necesario gestionar correctamente las necesidades y/o prioridades de la función de Mantenimiento, para lograr los efectos adecuados, a través de la mejora en cuanto a eficacia y eficiencia de procesos con lo cuál alcanzar la Excelencia

Operativa, cuyo fundamento básico se refiere a ofrecer servicios a un precio competitivo mediante el equilibrio entre la calidad y la funcionalidad, siendo la idea principal brindar el Mejor Costo Total.

Es importante recordar, que las funciones del mantenimiento cubren dos dimensiones: la primera está formada por las funciones primarias que son las que justifican el sistema de

mantenimiento implementado en una empresa, como un conjunto de elementos que generan valor, claramente definido por el objetivo de asegurar la disponibilidad planteada de los SP al menor costo posible, dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes y de las normas de seguridad, para salvaguardar a la empresa de los fallos y sus consecuencias en la producción, contribuyendo también a la eficacia económica dentro de su función productiva.

En segundo lugar, se encuentran las funciones secundarias como consecuencia de las características particulares de cada empresa, que demandan acciones prioritarias en distintas áreas como los inventarios de materiales y de medios específicos (para el desarrollo de los trabajos como las herramientas, instrumentos de medida, entre otros), además, de la capacitación de recursos humanos y el desarrollo de los programas de mantenimiento, con el fin de reducir las restricciones que optimizan la Gestión.

Lo anterior da lugar a establecer la Gestión del Mantenimiento como parámetro de referencia para evaluar, a través, de la supervisión de: la planificación, ejecución y control, el conjunto de actividades propias de la función, que permiten el uso efectivo y eficaz de los recursos con que cuenta la Organización, para alcanzar los objetivos que satisfacen los requerimientos de los diferentes grupos de interés, cuyo objetivo básico consiste en incrementar la disponibilidad de los SP (activos), partiendo de la ejecución de los mismos, mediante las mejoras incrementales a bajo costo, para ser competitivo, logrando que funcionen de forma eficiente y confiable dentro de un contexto de operación.

Es por ello, que al combatir el estigma asociado al riesgo que se toma, y el potencial fracaso, las Empresas pueden abrir la mente a la idea de ver en el mantenimiento una oportunidad de mejorar y no un costo más que perjudica la rentabilidad. Por eso se plantea como un recurso importante de la Organización de las Empresas entender y comprender la

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

Gestión del Mantenimiento

1. Concepto

La gestión de mantenimiento tiene como fin planificar, organizar, dirigir y controlar las actividades necesarias para obtener y conservar ventajas competitivas y un apropiado costo del ciclo de vida de los sistemas productivos, tratando de asegurar la competitividad y rentabilidad de la empresa. (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, párr.2).

2. Mantenimiento y competitividad

Debido a la globalización y liberalización de los mercados el desarrollo tecnológico ha ido creciendo y con esto el mantenimiento ya que con esto se busca el mantener una ventaja competitiva de las empresas y para ello se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

2.1.Calidad:

En mercados más evolucionados con mayor poder adquisitivo, la calidad es el principal factor para lograr ser competitivo. Algunas empresas requieren mantener una calidad alta para lograr competir (ejemplos: industria

metalmecánica y automotriz). (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, párr.4).

2.2.Productividad:

En mercados poco evolucionados con bajo poder adquisitivo, el precio es el principal factor para lograr ser competitivo. Algunas empresas requieren mantener bajo el precio para lograr competir (ejemplos: industria textil y alimenticia). En Latinoamérica, esta sigue siendo la principal estrategia que utiliza la industria local, sin embargo, esto cambia rápidamente debido a la apertura comercial y a la automatización de los procesos productivos, que eventualmente reducirá al mínimo la influencia del costo de la mano de obra, en el costo final del producto, permitiendo pagar buenos salarios y creando un mercado con mayor poder adquisitivo y más sofisticado en sus preferencias. (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, párr.5).

2.2.1. Servicio u Oportunidad:

Que es más que nada el enfocarse en el buen servicio al cliente al cual le llega el producto final. (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, párr.7).

2.3. Evolución del mantenimiento

	Antes	Ahora
Función Empresarial	Actividad auxiliar	Función estratégica
Importancia	Mal necesario	Influye en resultados
Líder	Técnico	Gerente
Objetivo	Reparaciones	Resultados

2.4. Importancia del Mantenimiento

- Dinamismo del entorno.
- Nivel de mecanización.
- Elevada complejidad de los equipos.
- Requerimientos de calidad mayores.
- Programas exigentes de operaciones.
- Necesidad de aprovechar mejor los recursos.
- Atención a la ecología.
- Exigencias de seguridad.
- Desarrollo histórico del mantenimiento

2.5. Desarrollo histórico del mantenimiento

2.5.1. Concepto de Mantenimiento:

- Conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (tiempo posible o tiempo de uso) y el mayor rendimiento.

- Mejora aspectos operativos relevantes como funcionalidad, seguridad, productividad, confort, imagen corporativa, salud e higiene. (María de Bona, 1999, Gestión Del Mantenimiento: Guía para el responsable de la conservación de locales e instalaciones, párr.3).

2.5.2. Mantenimiento Reactivo

- Desde el principio de los tiempos, el hombre siempre ha sentido la necesidad de mantener su equipo, aún las más rudimentarias herramientas o aparatos.
- La mayoría de las fallas que se experimentaban eran el resultado del uso y abuso, y esto sigue sucediendo en la actualidad. (Cuatrecasas Arbós, 2012, Gestión Del Mantenimiento de los Equipos Productivos, párr.5).
- Al principio solo se hacía mantenimiento cuando ya era imposible seguir usando el equipo. A eso se le llamaba Mantenimiento correctivo.

2.5.3. Mantenimiento Preventivo

- Fue hasta 1950 que un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento del equipo.

- Esta nueva tendencia se llamó "Mantenimiento Preventivo".
- Los gerentes de planta se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos, electricistas y otros técnicos, desarrollaran programas para lubricar y hacer observaciones clave para prevenir daños al equipo.
- Aun cuando ayudó a reducir pérdidas de tiempo, el Mantenimiento Preventivo era una alternativa costosa.
- La razón: Muchas partes se reemplazaban basándose en el tiempo de operación, mientras podían haber durado más tiempo.
- También se aplicaban demasiadas horas de labor innecesariamente.

2.5.4. Mantenimiento Productivo

- A principio de los años 50 se desarrolló el Mantenimiento Productivo (Productive Maintenance PM) , como un avance del mantenimiento preventivo que se orienta a prever los fallos de los sistemas mediante un plan adecuado enfocado a la producción y que incluía los conceptos de fiabilidad , confiabilidad y mantenibilidad.
- A finales de los años 60 la industria de la aviación, y en concreto los investigadores Nowland & Heap, hacen una importantísima aportación a la gestión del

Mantenimiento: el Reliability Centred Maintenance (RCM), se trata de un proceso metódico, lógico y objetivo que nació con un interés concreto: centrarse en la seguridad, y que pronto se comprobó que además de tener un fuerte impacto en la seguridad, mejoraba la disponibilidad y optimizaba recursos, el proceso permite determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas para cada activo físico teniendo en cuenta su fiabilidad o probabilidad al fallo.

- Los tiempos y necesidades cambiaron, en 1960 nuevos conceptos se establecieron, "Mantenimiento Productivo" fue la nueva tendencia que determinaba una perspectiva más profesional. (González Fernández, 2004, Auditoría del Mantenimiento e Indicadores de Gestión, párr.3).
- Se asignaron más altas responsabilidades a la gente relacionada con el mantenimiento y se hacían consideraciones acerca de la confiabilidad y el diseño del equipo y de la planta.
- Fue un cambio profundo y se generó el término de "Ingeniería de la Planta" en vez de "Mantenimiento", las tareas a realizar incluían un más alto nivel de conocimiento de la confiabilidad de cada elemento de las máquinas y las instalaciones en general. (González

Fernández, 2004, Auditoría del Mantenimiento e Indicadores de Gestión, párr.3).

2.5.5. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

- Diez años después, tomó lugar la globalización del mercado creando nuevas y más fuertes necesidades de excelencia en todas las actividades.
- Los estándares de "Clase Mundial" en términos de mantenimiento del equipo se comprendieron y un sistema más dinámico tomó lugar.
- TPM es un concepto de mejoramiento continuo que ha probado ser efectivo. primero en Japón y luego de vuelta a América (donde el concepto fue inicialmente concebido, según algunos historiadores). (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, par 10).
- Se trata de participación e involucramiento de todos y cada uno de los miembros de la organización hacia la optimización de cada máquina.
- Esta era una filosofía completamente nueva con un planteamiento diferente y que se mantendrá constantemente al día por su propia esencia.
- Implica un mejoramiento continuo en todos los aspectos y se le denominó TPM.

- Tal como lo vimos en la definición, TPM son las siglas en inglés de "Mantenimiento Productivo Total", también se puede considerar como "Mantenimiento de Participación Total" o "Mantenimiento Total de la Productividad". (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, párr.10).
- El propósito es transformar la actitud de todos los miembros de la comunidad industrial.
- Toda clase y nivel de trabajadores, operadores, supervisores, ingenieros, administradores, quedan incluidos en esta gran responsabilidad. (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, párr.10).
- La "Implementación de TPM" es un objetivo que todos compartimos.
- Mediante este esfuerzo, todos nos hacemos responsables de la conservación del equipo, el cual se vuelve más productivo, seguro y fácil de operar, aún su aspecto es mucho mejor. (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, párr.10).
- La participación de gente que no está familiarizada con el equipo enriquece los resultados pues en muchos casos ellos ven detalles que pasan desapercibidos para quienes vivimos con el equipo todos los días.

2.5.6. Mantenimiento Predictivo

- Y con el avance de la tecnología sobre todo electrónica e informática tuvo lugar una revolución en el mantenimiento preventivo, en una política de mantenimiento que recibió nombre propio. (García Garrido, 2010, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento, párr 4).
- El mantenimiento predictivo, consiste en una técnica para pronosticar en base a "indicios", el momento futuro de falla de un componente de una máquina, de tal suerte que dicho componente pueda reemplazarse, con suficiente anticipación como para establecer un plan, justo antes de que falle.(Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, párr..12).
- Así, el tiempo de paro del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.
- Se trata de una evolución que ha actuado en dos frentes: el de la reducción del costo del mantenimiento (con avances en las épocas de crisis financieras), y en el aumento de la disponibilidad de los equipos que se incrementaron desde las cifras cercanas al 60% en los años 60, hasta ratios superiores al 95% en la actualidad. (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, párr..12).

2.6. Teoría de la Fiabilidad

Conjunto de teorías y métodos matemáticos y estadísticos, procedimientos organizativos y prácticas operativas que, mediante el estudio de las leyes de ocurrencia de los fallos, están dirigidos a la resolución de los problemas de previsión, estimación y optimización de la probabilidad de la supervivencia, duración media de vida y probabilidad de tiempo de buen funcionamiento de un sistema. (R.E. Barlow, F. Proschan, 1965, *Mathematical Theory of Probability*, párr.10).

2.6.1. Tipos de fallas

- Gradual: Cuando se presenta una pérdida progresiva de las características modificando los valores de algún parámetro, se inicia como defecto que no impide operación.
- Repentina: Cuando la evolución hacia la falla no puede ser detectada, por lo que la avería, que impide la operación, se presenta en forma súbita e inesperada. (Barcelli, 2013, *Gestión Del Mantenimiento*, párr. 8).

2.6.2. Fiabilidad

- Fiabilidad (R):
 - Probabilidad que tiene una máquina o equipo de funcionar sin fallas durante un tiempo determinado en condiciones ambientales dadas.

- Presupone un criterio inequívoco para definir si funciona o no (puede usarse un Valor límite); que se establezca y mantenga constante las condiciones ambientales y de utilización en el período; y que se defina el intercalo durante el cual se requiere el funcionamiento. (García Garrido, 2010, Organización y Gestión Integral de Mantenimiento, párr. 6).

➤ Tasa de fallas:

- Frecuencia de falla de un elemento en un período dado que inicia estando en funcionamiento.
- Se calcula usualmente como el número de fallas en un período: Número de fallas/ Tiempo de operación.

➤ Una característica de la Fiabilidad es el Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF) de un sistema:

- Medida de la frecuencia de una falla.
- Inversa de la Tasa de Fallas en función del tiempo de un sistema:

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Número de fallas}} = \frac{1}{\lambda} \dots\dots\dots (\text{ec.1})$$

2.7. Modelos Estadísticos

- Las distribuciones de probabilidad sirven para la inferencia estadística de las variables aleatorias que surgen en los problemas de mantenimiento (Tiempo para la falla de los quipos y tiempo para completar una tarea).
- Los sistemas productivos están sujetos a fallas, que pueden formularse mediante modelos matemáticos para determinar el nivel óptimo de la política de mantenimiento. (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, párr 8).
- Leyes estadísticas que sirven como modelos para representar la fiabilidad y la tasa de fallas.
- La adopción de un modelo matemático dependerá del grado de ajuste de los datos reales con el modelo.

2.8. Fiabilidad de un sistema

- La fiabilidad de un sistema productivo depende de la estructura de sus elementos y del efecto de las perturbaciones:
 - Sistemas con elementos: en serie o redundantes.
 - Perturbaciones: acumulativas o independientes.
- Es importante conocer la fiabilidad del sistema para:
 - Analizar el sistema y disponer las acciones a tomar, estableciendo la política de mantenimiento.
 - Deducir características de seguridad de funcionamiento.

- Proyectar sistemas con fiabilidad óptima mediante funciones redundantes. (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, párr 8).

2.9. Mantenibilidad (M)

- Probabilidad de que la intervención de mantenimiento se efectúe dentro del tiempo previsto.
- Facilidad relativa para intervenir una máquina o equipo en el menor tiempo y con la mejor calidad. (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, párr 8).
- El indicador esencial de la Mantenibilidad de un sistema productivo es el Tiempo Promedio de Reparación (MTTR):
 - Mantenibilidad se define como la probabilidad de realizar la reparación en el MTTR.
 - Inversa de la Tasa de Reparación (μ).

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo muerto de reparaciones}}{\text{Número de reparaciones}} = \frac{1}{\mu} \dots\dots (ec.2)$$

2.10. Disponibilidad (A)

- Porcentaje de tiempo de buen funcionamiento del sistema productivo, calculado sobre un período largo.
- Probabilidad de que, en un instante cualquiera, el sistema productivo esté funcionando adecuadamente.

$$A = \frac{t(\text{operación})}{t(\text{carga})} = \frac{t(\text{carga}) - t(\text{parada})}{t(\text{carga})} \dots\dots (ec.3)$$

2.11. Sustituciones Preventivas

- La sustitución preventiva puede aumentar el valor de la disponibilidad de los sistemas productivos.
- Una sustitución preventiva es justificable o válida económicamente cuando:
 - La tasa de fallas es creciente.
 - El costo de la emergencia (paralización, materiales y mano de obra) es superior al de la sustitución. (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, par 8).
- Política de sustitución con un solo componente:
 - Edad constante (cuando falla o alcanza la edad “T”).
 - Fecha constante (cuando falla o con cadencia “T”).
 - $T =$ Edad óptima de sustitución preventiva o de intercalo constante de sustitución.
- Política con varios componentes:
 - Estática (intervalo de sustitución fijo).
 - Dinámica (recalcular intervalo en cada renovación).

2.12. Problema de gestión del mantenimiento

- Estimar el incremento de disponibilidad del sistema con un aumento de inversión en mantenimiento. (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, párr 8).

➤ Conservación de Disponibilidad (A), Fiabilidad (R) y Mantenibilidad

(M):

- Usando conceptos de Mantenibilidad, Prevención y Economía.
- Incrementando personal capacitado.
- Usando sistemas en “stand-by” e inventarios.
- Uniéndose a las áreas de ingeniería y de producción para mejorar diseños y procedimientos e investigar causas de paralizaciones, averías y defectos. (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, párr. 9).

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \dots\dots\dots (ec.4)$$

2.13. Tiempos de Mantenimiento

➤ Diagnóstico:

- Preparación.
- Localización de la falla.

➤ Actividad de Mantenimiento:

- Desmontaje.
- Obtención de repuestos y materiales.
- Actividad propiamente dicha.
- Calibración y ajuste.
- Montaje y ensamble final.

- Control:
 - Comprobación.
 - Limpieza y recogida.

2.13.1. Factores que influyen en los tiempos de mantenimiento

- Diseño de los activos físicos:
 - Máquinas y equipos (complejidad).
 - Componentes (configuración, accesibilidad, características).
- Planificación y Organización:
 - Personal calificado disponible.
 - Procedimientos y métodos.
 - Información.
 - Logística del mantenimiento.
 - Supervisión de las labores.
- Ejecución de las actividades:
 - Conocimientos y destreza del personal.
 - Herramientas, equipos e instrumentos.

2.14. Definiciones de mantenimiento

- Mantenimiento: Actividades dirigidas a conservar el estado teórico de los activos físicos, en beneficio del logro de los objetivos empresariales. (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, párr 8).

- Estado Teórico: Estado deseado de conservación de los activos físicos de la empresa.
- Estado Real: Estado actual de los activos físicos.

2.14.1. Objetivos de mantenimiento

- Proporciona servicio adecuado a producción.
- Garantizar seguridad.
- Evitar impacto ecológico.
- Asegurar calidad de las operaciones.
- Obtener adecuados Costos de Ciclo de Vida (Costo Total) de los sistemas productivos:
 - Prevenir y eliminar defectos y fallas.
 - Aumentar vida útil y rendimientos.
 - Conservar el valor de la inversión.

2.14.2. Tareas básicas de mantenimiento

- Mantenimiento planificado
 - Inspección.
 - Conservación.
 - Sustitución Preventiva.
 - Lubricación.
 - Ajustes.
 - Limpieza.

- Corrección planificada.
- Mantenimiento reactivo.
 - Reparación.

2.15. Tipos de mantenimiento

- Reactivo (Reparación de averías).
- Preventivo.
- Predictivo.
- Correctivo Planificado.
- Mantenimiento productivo total.

2.15.1. Mantenimiento Reactivo

- Reparación de las fallas o averías.
- Mantenimiento no planificado.
- Se presenta la falla o avería.
- Decidir aplicación mediante análisis de costos.
- Aplicable a equipos:
 - De bajo costo.
 - Auxiliares.
 - Sin riesgo personal.

2.15.1.1. Ventajas del Mantenimiento Reactivo

- Aprovechamiento de activos hasta la falla.
- Labores efectuadas por personal de mantenimiento.
- Poca infraestructura administrativa.
- No requiere actividades de diagnóstico o de inspección.

2.15.1.2. Desventajas del Mantenimiento Reactivo

- Imprevisión puede originar una paralización mayor por la posibilidad de un deterioro importante por avería en cadena o “efecto dominó”.
- Posibles mayores costos por pérdida de producción y por mantenimiento.
 - Operación insegura y ambiente deficiente.
 - Requiere buena logística.

2.15.2. Mantenimiento Preventivo

- Mantenimiento programado.
- Incluye actividades de:
 - Inspección.

- Conservación (lubricación, ajustes, limpiezas, etc.).
 - Sustitución preventiva.
 - Mantenimiento correctivo.
- Considera periodicidad de inspecciones y de actividades de conservación.
- Condiciones para establecer el MPv:
- Motivar y comprometer.
 - Determinar requerimientos de mantenimiento.
 - Crear e iniciar registros.
 - Prever recursos necesarios.
 - Repotenciar la maquinaria.
 - Seleccionar inspectores.
 - Iniciar el sector más adecuado.
 - Prever disminución de productividad.
 - Acumular datos, seguimiento y evaluación.

2.15.2.1. Ventajas del Mantenimiento Preventivo

- Aumenta la disponibilidad de los sistemas productivos.
- Evita grandes y costosas reparaciones actuando antes que se agrave la situación. (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, párr 8).

- Permite planificar recursos y coordinar actividades.
- Posibilita que los equipos cubran su amortización total.

2.15.2.2. Desventajas del Mantenimiento Preventivo

- Actividades preventivas requieren inversión y “disminuyen” disponibilidad.
- Desaprovecha parte de la vida útil.
- Frecuencias inadecuadas podrían permitir fallas.
- Requiere optimizar programación mediante el uso de modelos estadísticos que dependen de la muestra.

2.15.3. Mantenimiento Predictivo

- Mantenimiento planificado.
- Monitoreo de condiciones.
- Monitoreo mediante equipo usualmente sofisticado.
- Implica inspección planificada.
- Incluye mantenimiento correctivo.
- Subordina actividades al resultado de la inspección.
- Exige una correlación entre parámetro mensurable y estado del sistema productivo.

- Intervención se realiza cuando existe evidencia de una avería inminente o se alcanza un nivel de degradación predeterminado.
- Organizar monitoreo sistemático:
 - Instrumentos adecuados.
 - Inspector calificado.
- Programa:
 - Frecuencia de la inspección.
 - Valor límite.
- Registro de datos.
- Parámetros medidos:
 - Vibración.
 - Espesor.
 - Temperatura.
 - Velocidad.
 - Fuerza
 - Presión.
 - Corriente eléctrica.
- Instrumentos visuales:
 - Vibró metro.
 - Medidor de espesor.
 - Termocupla.
 - Estroboscopio.

- Celda de carga.
- Manómetro.
- Medidor de corriente.

2.15.3.1. Ventajas del Mantenimiento Predictivo

- Disminuye el costo de mantenimiento.
- Aprovecha vida útil completa.
- No realiza actividades preventivas innecesarias.
- Se fundamenta en el monitoreo de las condiciones de los sistemas productivos.

2.15.3.2. Desventajas del Mantenimiento Predictivo

- No permite tan buena planificación como el Mantenimiento Preventivo.
- Depende de la confiabilidad los diagnósticos.
- Requiere instrumentos que sean sofisticados y caros.

2.15.4. Mantenimiento Correctivo

- Mantenimiento planificado.
- Originado por la detección de un defecto por la inspección o por el análisis de un problema de

producción. (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, párr. 8).

- Corrige el defecto antes que suceda la falla.
- Conforme se reduce cantidad de Mantenimiento Correctivo crece la disponibilidad.

2.15.5. Mantenimiento Predictivo Total

- Evita accidentes, minimiza el impacto ambiental, optimiza Efectividad Global de los Equipos, optimiza el costo del ciclo de vida, elimina las averías, incrementa calidad y productividad, amplía conocimientos y capacidades del personal. (Barcelli, 2013, Gestión Del Mantenimiento, párr. 8).
- Actividades:
 - Técnicas preventivas (MPv, MPd, Mantenimiento PRODUCTIVO, Diseño Libre de Mantenimiento, Ingeniería Fiabilidad, Ingeniería Mantenibilidad).
 - Capacitación de los operarios y del personal de mantenimiento.
 - Mantenimiento autónomo, pequeños grupos, participación.
 - Beneficio fundamental:
 - Eleva el nivel tecnológico de la empresa.

JUSTIFICACIÓN:

En la actualidad existe una gran competitividad en la producción entre las empresas según sus diferentes rubros, por lo mismo se nota un mayor interés en el mantenimiento de las máquinas de producción industrial, que hacen que este proceso de producción sea posible por calidad del producto y cumplimiento en el tiempo de entrega del mismo hacia el cliente.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS

III. MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS

3.1. Encuestas y entrevistas:

3.1.1. Encuestas:

Estas encuestas se realizaron a 37 operarios y a 6 técnicos del Dpto. de mantenimiento quienes tienen participación en los mantenimientos realizados en las máquinas.

Para la realización de estas encuestas se tomó en cuenta la participación tanto de los operarios como de los técnicos del Dpto. de mantenimiento en los mantenimientos programados, las atribuciones que dan los operarios al detectar una falla en las máquinas para así poder evaluar el conocimiento de los operarios que tienen de las máquinas dando soluciones rápidas en fallas simples como ajuste de un sensor, etc., las cuales también son registradas; a la vez evaluamos su reacción a fallas las cuales se noten de mayor complejidad ya que deberían avisar a sus supervisores para que ellos puedan avisar a los ingenieros de mantenimiento antes de manipular la máquina.

También se evaluó el interés de los operarios por el buen funcionamiento de las máquinas al tener en cuenta que el cumplimiento del mantenimiento programado de acuerdo al cronograma por máquina.

ENCUESTA PARA OPERARIOS SOBRE PREVENCIONES EN EL
MANTENIMIENTO DIARIO Y MANEJO DE LA MÁQUINA

1. ¿Consideras que el Mantenimiento preventivo diario es importante para el buen funcionamiento de la máquina?

SI

NO

2. ¿Te guías del cronograma para poder hacer el Mantenimiento preventivo diario?

SI

NO

3. ¿Consideras importante tu participación en la GESTIÓN DE MANTENIMIENTO que se está aplicando?

SI

NO

4. ¿Si hay alguna falla avisas a tu supervisor para que comunique a los ingenieros de mantenimiento?

SI

NO

5. ¿Crees que el funcionamiento de las máquinas mejora con la GESTIÓN DE MANTENIMIENTO que se está aplicando?

SI

NO

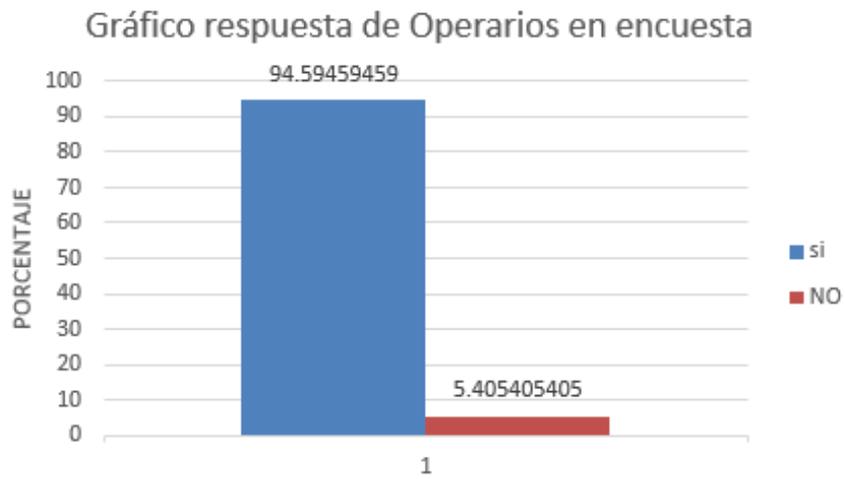
De acuerdo a la encuesta realizada a los operarios se obtuvo que el 94.5% respondieron que Si y el 5.4% respondieron que No, con este resultado podemos ver que los operarios consideran de gran importancia la gestión del mantenimiento para el buen funcionamiento de las máquinas y la mejora en la producción.

Tabla N°1: Resultado de encuesta a operarios.

PREGUNTAS	SI	NO
1. Consideras que el mantenimiento preventivo diario es importante para el buen funcionamiento de la máquina?	37	
2. Te guías del cronograma para poder hacer el mantenimiento preventivo diario?	33	4
3. Consideras importante tu participación en la GESTIÓN DE MANTENIMIENTO que se está aplicando?	37	
4. Si hay alguna falla avisas a tu supervisor para que comunique a los ingenieros de mantenimiento?	31	6
5. Crees que el funcionamiento de las máquinas mejora con la GESTIÓN DE MANTENIMEINTO que se está aplicando?	37	

FUENTE: DPTO. DE MANTENIMIENTO TOPSA S.A.

Gráfico N°1: Gráfico porcentual de encuesta a operarios



FUENTE: DPTO. DE MANTENIMIENTO TOPSA S.A.

ENCUESTA PARA TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO SOBRE PREVENCIÓN EN
EL MANTENIMIENTO DE LAS MÁQUINAS

1. ¿Consideras importante tu participación en la GESTIÓN DE MANTENIMIENTO que se está aplicando?

SI

NO

2. ¿Consideras que el mantenimiento preventivo es importante para el buen funcionamiento de las máquinas?

SI

NO

3. ¿Te guías del cronograma para poder realizar correctamente el mantenimiento preventivo?

SI

NO

4. ¿De acuerdo a los sucesos, consideras que hay una mejora con la GESTIÓN DE MANTENIMIENTO que se ha implantado con respecto a las paradas no programadas por fallas en las máquinas?

SI

NO

5. ¿Con respecto al tiempo de atención, consideras que hay alguna mejora a lo que era antes de emplear la GESTIÓN DE MANTENIMIENTO?

SI

NO

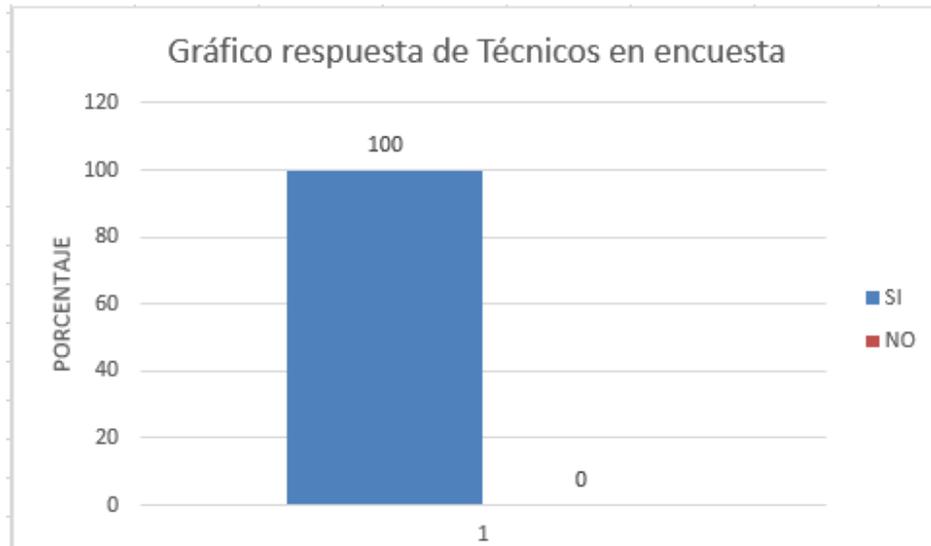
De acuerdo a la encuesta realizada a los técnicos del Dpto. de mantenimiento se obtuvo que el 100% respondieron que Si, con este resultado podemos ver que los técnicos consideran de gran importancia la gestión del mantenimiento para la mejora del funcionamiento de las máquinas como de la entrega a tiempo de los pedidos al igual que de la buena calidad de los mismos.

Tabla N°3: Resultado de encuesta a Técnicos del Dpto. de Mantenimiento.

PREGUNTAS	SI	NO
1. Consideras importante tu participación en la GESTIÓN DE MANTENIMIENTO que se está aplicando?	6	
2. Consideras que el mantenimiento preventivo es importante para el buen funcionamiento de las máquinas?	6	
3. Te guías del cronograma para poder realizar correctamente el mantenimiento preventivo?	6	
4. De acuerdo a los sucesos, consideras que hay una mejora con la GESTIÓN DE MANTENIMIENTO que se ha implantado con respecto a las paradas no programadas por fallas en las máquinas?	6	
5. Con respecto al tiempo de atención, consideras que haya alguna mejora a lo que era antes de emplear la GESTIÓN DE MANTENIMIENTO?	6	

FUENTE: DPTO. DE MANTENIMIENTO TOPSA S.A.

Gráfico N°4: Gráfico porcentual encuesta a técnicos.



FUENTE: DPTO. DE MANTENIMIENTO TOPSA S.A.

3.1.2. Entrevistas:

Al igual que en las encuestas esta entrevistas se realizaron a 37 operarios y a 6 técnicos del Dpto. de mantenimiento quienes tienen participación en la gestión del mantenimiento que se viene implementando en la empresa.

Para la realización de estas entrevistas se tomó en cuenta que el personal estuviera al tanto de la gestión del mantenimiento que se está implementando para esto se les hizo una capacitación tanto a operarios como a técnicos del Dpto. de mantenimiento en la cual se les explicó la importancia de su participación en esta gestión.

Al momento de hacer esta entrevista se tomó en cuenta algunos puntos como el cumplimiento de los mantenimientos programados tanto por los operarios como por los técnicos del Dpto. de mantenimiento los cuales son supervisados por los ingenieros de mantenimiento quienes verifican que se haya hecho un buen mantenimiento y que se haya seguido el cronograma establecido por máquina. También se tomó en cuenta el tiempo que se toma para poder reparar la falla ocurrida en las máquinas esto se le pone más énfasis a los técnicos de mantenimiento siendo ya que depende de esto para obtener la disponibilidad de las máquinas.

ENTREVISTA A OPERARIOS SOBRE SOLUCIONES QUE DAN A LAS FALLAS DE
LAS MÁQUINAS

1. ¿Te consideras capacitado para dar soluciones momentáneas con respecto a alguna falla en la máquina?

SI

NO

2. ¿Tienes idea del funcionamiento mecánico o electrónico de la máquina?

SI

NO

3. ¿Sabes las partes vitales de la máquina?

SI

NO

4. En varios casos la máquina puede tener algún problema mostrando un mensaje de error, se reinicia la máquina y sigue funcionando. ¿Crees que esto es una solución factible para poder seguir trabajando?

SI

NO

5. Si la máquina deforma o rompe el lente. ¿Cuál es tu reacción?

- a. Prendes y apagas la máquina, para ver si se soluciona el problema.
- b. Avisas a tu supervisor para que comunique a los ingenieros de mantenimiento.
- c. Apagas la máquina.

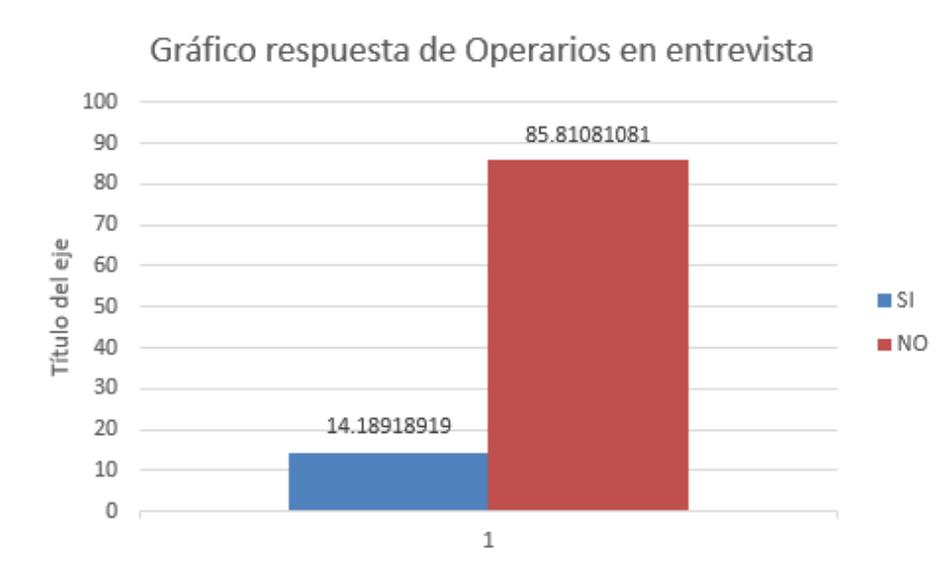
De acuerdo a la entrevista realizada a los operarios se obtuvo que el 14.18% respondieron que Si y el 85.81% respondieron que No, con este resultado podemos ver que la mayor parte de los operarios no tienen conocimiento básico de como poder dar una solución rápida si la falla en la máquina sea algo sencillo perjudicando esto en la producción y más en la disponibilidad de la máquina. Referente a la pregunta N°5; 31 respondieron A, 6 respondieron B y 0 respondieron C; con este resultado podemos ver que gran parte de los operarios tienden a agraviar más la falla pudiendo evitar esto reportándolo a sus supervisores quienes acudirían a los ingenieros de mantenimiento.

Tabla N°2: Resultado de entrevista a operarios.

PREGUNTAS	SI	NO	A	B	C
1. Te consideras capacitado para dar soluciones momentáneas con respecto a alguna falla en la máquina?	4	33			
2. Tienes idea del funcionamiento mecánico o electrónico de la máquina?	4	33			
3. Sabes las partes vitales de la máquina?	4	33			
4. En varios casos la máquina puede tener algún problema mostrando un mensaje de error se reinicia la máquina y sigue funcionando. Crees que es una solución factible para poder seguir trabajando?	9	28			
5. Si la máquina deforma o rompe el lente, ¿Cuál es tu reacción?			31	6	0

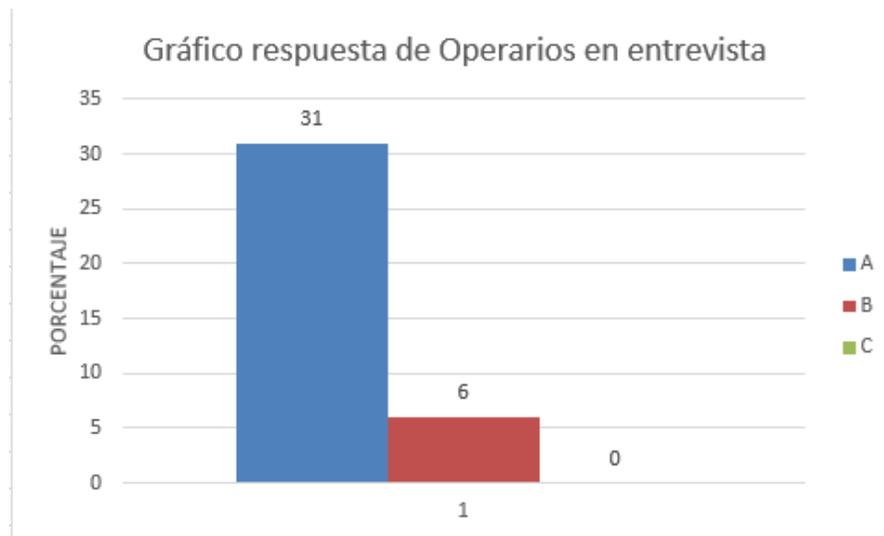
FUENTE: DPTO. DE MANTENIMIENTO TOPSA S.A.

Gráfica N°2: Gráfico porcentual entrevista a operarios



FUENTE: DPTO. DE MANTENIMIENTO TOPSA S.A.

Gráfica N°3: Gráfico porcentual entrevista a operarios



FUENTE: DPTO. DE MANTENIMIENTO TOPSA S.A.

ENTREVISTA A TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO SOBRE SOLUCIONES QUE
APLICAN EN LAS FALLAS DE LAS MÁQUINAS

1. ¿Tienes idea del funcionamiento mecánico o electrónico de las máquinas?
SI NO
2. ¿Tienes en cuenta el tiempo de atención con respecto a la falla de una máquina?
SI NO
3. ¿Consideras que los operarios deben conocer del funcionamiento de las máquinas tanto mecánicas como electrónicas?
SI NO
4. En varios casos la máquina puede tener algún problema mostrando un mensaje de error, se reinicia la máquina y sigue funcionando. ¿Crees que esto es una solución factible para poder seguir trabajando?
SI NO
5. ¿Tienes conocimiento de las áreas de prioridad de la empresa?
SI NO
6. ¿Tienes en cuenta la prioridad de las áreas al momento de atender alguna máquina por falla?
SI NO

De acuerdo a la entrevista realizada a los técnicos del Dpto. de mantenimiento se obtuvo que 50% respondieron que Si y 50% respondieron que No, que los técnicos tienen la capacidad de priorizar las fallas además de dar una solución fiable.

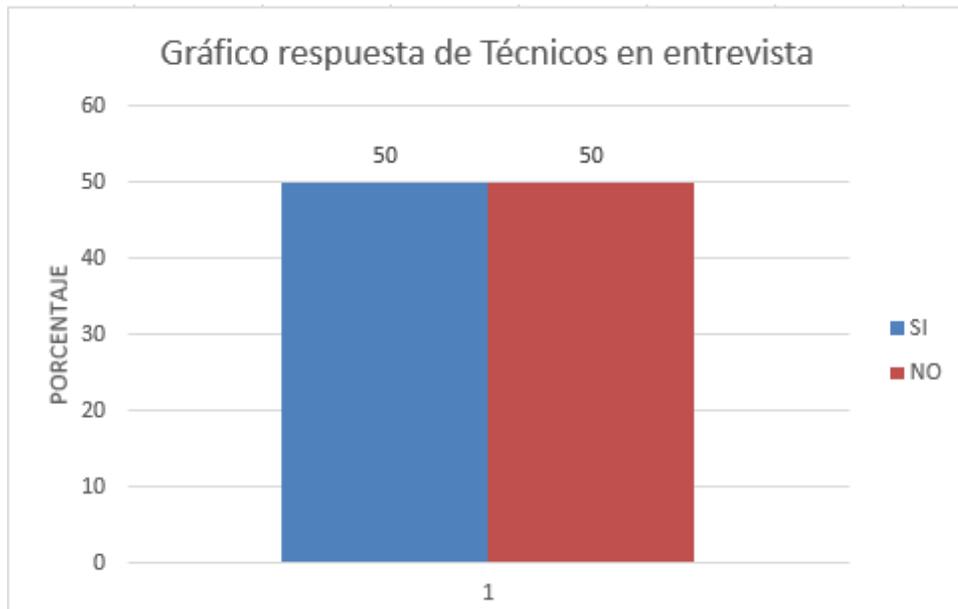
También vemos que los técnicos no tienen un control adecuado en el tiempo de atención a las fallas en las máquinas las cuales se mejoran con la gestión del mantenimiento. Para poder evitar cualquier error en la reparación de alguna falla por parte del operario los técnicos ven que lo mejor sería que los mismos técnicos sean los que reparen las máquinas.

Tabla N°4: Resultado de entrevista a Técnicos del Dpto. de Mantenimiento.

PREGUNTAS	SI	NO
1. Tienes idea del funcionamiento mecánico o electrónico de las máquinas?	6	
2. Tienes en cuenta el tiempo de atención con respecto a la falla de una máquina?		6
3. Consideras que los operarios deben saber del funcionamiento de la máquina tanto mecánica como electrónica?		6
4. En varios casos la máquina puede tener algún problema mostrando un mensaje de error se reinicia la máquina y sigue funcionando. Crees que es una solución factible para poder seguir trabajando?		6
5. Tienes conocimiento de las áreas de prioridad en la empresa?	6	
6. Tienes en cuenta la prioridad de las áreas al momento de atender alguna máquina por falla?	6	

FUENTE: DPTO. DE MANTENIMIENTO TOPSA S.A.

Gráfico N°5: Gráfico porcentual entrevista a técnicos.



FUENTE: DPTO. DE MANTENIMIENTO TOPSA S.A.

3.2.Manuales de máquinas:

Se basará en los manuales de cada máquina para poder crear un plan de mantenimiento anual con las fechas indicadas para cada mantenimiento y en base a esto se harán los cronogramas de mantenimiento:

- Diario.
- Semanal.
- Mensual.
- Anual

El cumplimiento de esto será supervisado por los ingenieros de mantenimiento quienes en forma mensual evaluarán el cumplimiento de los cronogramas de mantenimiento designados por máquina para ello se hará un gráfico para poder ver los resultados y ver las áreas donde decae más el mantenimiento con respecto a su

cumplimiento lo cual es importante para prevenir las paradas no programadas afectando la producción o calidad del producto.

Cuadro N°1: Cronograma de Mantenimiento de máquinas área de FREE FORM

FREE FORM	CODIGO MANT.	ESTADO	DIARIO	SEMANA	QUINCENA	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRA	ANUAL	3 AÑOS
MARCADORA LASER	FML-1-036	ACTIVO			-Vaciado de filtro de aire comprimido.	-Backup de datos.	-Limpieza de lente con acetona. -Limpieza de carriles eje Z, y puerta de protección. -Cambio de filtros de ventilación.		-Limpieza de mordaza.	
MARCADORA MECANICA	FMM-1-043	INACTIVO				-Limpieza externa.				
PROTECTOR	FPR-1-026	ACTIVO				-Limpieza de sistema neumático.				
PULIDORA	FPU-1-032	ACTIVO				-Comprobar la vanilla de empuje del eje Y. -Corregir tensión de faja de spindle.	-Drenar aire comprimido de unidad de mantenimiento. -Lubricar manualmente eje X. -Cambiar compartimento de acordeón de fuelle de spindle. -Cambio de filtro puerta gabinete.	-Cambiar (V-Seal, Quad, O-rings de spindles).		
PULIDORA	FPU-2-034	ACTIVO				-Comprobar la vanilla de empuje del eje Y. -Corregir tensión de faja de spindle.	-Drenar aire comprimido de unidad de mantenimiento. -Lubricar manualmente eje X. -Cambiar compartimento de acordeón de fuelle de spindle.	-Cambiar (V-Seal, Quad, O-rings de spindles).		

FUENTE: DPTO. DE MANTENIMIENTO TOPSA S.A.

3.3. Software de aplicación:

Se realizará una software como una base de datos la cual será usada como registro de las actividades tanto mantenimiento correctivo como el mantenimiento preventivo que se aplican a las máquinas, este software estará conectada vía red a la computadora de los supervisores quienes reportarán las fallas que se generen en las máquinas mediante este programa; también estará conectada a la computadora del jefe de mantenimiento para que se mantenga informado de los sucesos en planta.

Para poder hacer este programa se tuvo como referencia un formato el cual se creó para ser llenado por los supervisores al momento de reportar una falla, esto generaba una confusión al momento de verificar si algún reporte de falla no era atendido y por ello se crea este programa con la facilidad de reportar fallas de las

máquinas como para tener un registro el cual se pueda verificar las solicitudes pendientes. Para este programa se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Fecha de reporte de falla.
- Hora de inicio de la falla.
- Nombre del supervisor, del ingeniero que atiende el pedido y del técnico encargado de la reparación de la falla.
- La falla a reportar.
- Fecha de inicio de atención y hora.
- Fecha de finalización y hora.
- Procedimiento.
- Diagnóstico
- Recomendaciones.

Teniendo estos datos registrados nos servirá para poder evaluar el tiempo que se tomó para reparar una falla y de esta manera se podrá obtener la disponibilidad por máquina; a la vez que funciona como registro de fallas también nos ayudará con el registro de cambios de piezas si en caso fuera necesario y así también podremos evaluar la durabilidad de las piezas nuevas y así tendríamos los datos necesarios para poder hacer un cambio en el plan de mantenimiento si fuese necesario.



Fig. 1: Programa para registro del Mantenimiento Correctivo y Preventivo.

a. Nuevo Requerimiento:

En esta hoja el supervisor hará un nuevo requerimiento editando las casillas en blanco y deberá tener cuidado al describir la falla ya que en las pulidoras deberá detallar la estación donde ocurrió el problema al igual que el lado (derecho o izquierdo) dejándolo en estado pendiente así mismo por medio de la conexión en la red se actualizará en el programa que se encuentra en la computadora de los ingenieros de mantenimiento quienes dependiendo de la falla designarán a los técnicos responsables para que verifiquen el problema en la máquina.

Fig. 2: Hoja de requerimiento de atención a fallas de máquinas.

b. Listado Ordenes:

En esta hoja los ingenieros de mantenimiento podrán observar las fallas que se presentan en planta en tiempo real ya que al momento de que los supervisores registren alguna falla esa solicitud se presentará al inicio de esta hoja en estado PENDIENTE.

En esta hoja también se podrá reportar la finalización de atención de la falla en alguna máquina dando así por CERRADO el requerimiento solicitado. Así mismo esto queda como un registro de los acontecimientos presentados en planta obteniendo datos importantes para poder evaluar como son:

- El tiempo que se ha tomado en la reparación de falla.
- La solución que se halló para corregir el problema.
- Los repuestos que se han usado para dar solución a la falla si en caso fuesen necesarios.

Listado de Ordenes					
Orden	Equipo	Descripción	Reportado por:	Fecha Registro	Estado
17	TR-DQ-01-195	MAQUINA DURAQUARZ	FREDDY MARTEL	13/05/2014 04:00:00 p.m.	CERRADO
Falla: Máquina HCC se salió brazo de soporte para barra donde van las lentes.					
16	TR-DQ-01-195	MAQUINA DURAQUARZ	ELVIO ISIDRO	13/05/2014 03:52:16 p.m.	PENDIENTE
Falla: Máquina HCC se salió brazo de soporte para barra con lentes.					
15				13/05/2014 03:40:17 p.m.	ANULADO
Falla:					
14	RC-AF-04-101	AFINADORA		12/05/2014 06:25:48 p.m.	PENDIENTE
Falla:					
13				12/05/2014 05:57:05 p.m.	PENDIENTE
Falla:					
12	RE-AF-01-057	AFINADORA		12/05/2014 05:12:57 p.m.	PENDIENTE
Falla:					
11	FF-ML-01-036	MARCADORA LASER	JULIO SALAZAR	12/05/2014 05:01:03 p.m.	PENDIENTE
Falla:					
10	RC-AF-04-101	AFINADORA	JULIO SALAZAR	12/05/2014 04:58:26 p.m.	CERRADO
Falla: Se ha roto tubería de desagüe.					
9	RE-PU-03-061	PULIDORA	EDDY DE LA CRUZ	12/05/2014 04:48:51 p.m.	CERRADO
Falla: Mesa tiene juego.					
8	RE-PU-02-060	PULIDORA	JULIO SALAZAR	12/05/2014 03:54:20 p.m.	CERRADO
Falla: switch no apagan la maquina					

Fig. 3: Listado de Ordenes en tiempo real.

Como se ve en la Fig.3 el listado de órdenes se mantiene como un registro de las fallas de las máquinas o mantenimientos preventivos que se realicen, esto nos ayuda para poder tener un registro actualizado de los sucesos en planta. Así mismo en la Fig.4 podemos observar el reporte que se realiza después de la atención de solicitudes con respecto a fallas en las máquinas siendo este importante para poder registrar la atención del requerimiento hecho por los supervisores de turno.

Menu Inicio | Listado_Ordenes | mov_orden_mantenimiento

Orden de Mantenimiento

Numero Orden: 17

Reportado: FREDDY MARTEL F.Orden: 13/05/2014 04:00:00 p.m.

Descripción Falla:
Máquina HCC se salió brazo de soporte para barra donde van los lentes.

Tipo Falla: MECANICA ¿Equipo Paro? ¿Parada en Cadena? ¿Causo Daño?

Procedimiento:
Se reubicó el brazo en su lugar.

Diagnostico
Brazo de soporte se salió de su soporte.

Recomendaciones
Operarios deben tener cuidado con el manejo del equipos.

F.Atención: 12/05/2014 F.Cierre: 12/05/2014 Estado: CERRADO

Responsable: MARTIN CALDERON

Registro: 1 de 1 | Filtado | Buscar

Fig. 4: Reporte de atención de falla en la máquina.

Tanto el Listado de órdenes Fig.3 como el llenado del Reporte de atención Fig.4 son muy importantes para la reunión mensual que se tiene entre el personal del Dpto. de Mantenimiento para poder ver los siguientes puntos:

- Evaluar las fallas más comunes en las máquinas y las soluciones dadas como se muestra en la figura 3.
- Evaluar el tiempo de atención por falla, así poder obtener la disponibilidad de la máquina, sacando un promedio de horas de atención por falla como se ve en la siguiente tabla.

Tabla N°5: Promedio de Horas de atención de fallas Ideal y Real.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO			HRS. IDEAL
MÁQUINA	FALLAS	HRS. ATENC.	
TALLADORA SL2 - A	Se rompe lente en pleno proceso, falla de motor eje X.	9	3.5
	Lente queda con mal acabado, falla magnaescale eje X.	5	4.3
	Lente queda con mal acabado, falla magnaescale eje Y.	5.3	4.3
	Eje Y no reconoce HOME, falla en tarjeta de control de mov.	4	2
	Eje A se queda en posición de HOME, falla mecánica.	5.3	4
	Eje A se queda en posición de HOME, falla de diodo zener.	3	3
TOTAL:		5.26666667	3.51666667

FUENTE: DPTO. DE MANTENIMIENTO TOPSA S.A.

- Evaluar el costo por reparación en falla en caso se haya usado repuestos, lo cual verificando el registro y con el reporte de almacén se puede obtener los precios que se hayan podido usar como en la siguiente tabla.

Tabla N°6: Costo de Mantenimiento de acuerdo a las fallas atendidas.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
MÁQUINA	FALLAS	PRECIO S/.
TALLADORA SL2 - A	Se rompe lente en pleno proceso, falla de motor eje X.	5500
	Lente queda con mal acabado, falla magnaescale eje X.	8000
	Lente queda con mal acabado, falla magnaescale eje Y.	8000
	Eje Y no reconoce HOME, falla en tarjeta de control de mov.	5500
	Eje A se queda en posición de HOME, falla mecánica.	0
	Eje A se queda en posición de HOME, falla de diodo zener.	3
TOTAL:		27003

FUENTE: ALMACÉN PRINCIPAL TOPSA S.A.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

IV. RESULTADOS

1. La disponibilidad de las máquinas llegó a 87%, el cual se encuentra solo debajo a la meta propuesta por Gerencia de 5% de máquinas que deben estar con disponibilidad para operación. Para esto se tuvo que evaluar los resultados obtenidos mediante la ecuación 4 el cual con ayuda del software se pudo obtener los datos para poder llegar a este resultado luego se planteó en un gráfico como se observa a continuación.

Gráfico N°6: Gráfico porcentual de Disponibilidad de Máquina.



FUENTE: DPTO. DE MANTENIMIENTO TOPSA S.A.

2. La mantenibilidad llegó a 5.3 horas, excediendo un 0.3% de lo establecido técnicamente de tiempo que transcurre entre el momento que sucede la parada del equipo y cuando es reparada. Para esto se tuvo que revisar el registro el que cual se encuentra en el software donde se puede ver el tiempo de parada por falla de las

máquinas y así poder tener un promedio de horas en atención por máquina como se muestra en la tabla N°5.

Gráfico N°7: Tiempo promedio de atención de fallas de máquina.



FUENTE: DPTO. DE MANTENIMIENTO TOPSA S.A.

3. El % de Variación de Costo de Mantenimiento ha excedido en 5%, lo que significa que se ha incrementado los costos de mantenimiento en 5% de lo presupuestado para asegurar la disponibilidad de equipos. Para esto se tuvo que revisar el registro encontrándose este en el software donde pudimos ver los repuestos que se hayan podido usar y con ayuda de los datos brindados por el Almacén Principal se pudo los precios de los mismos por motivos de un mantenimiento correctivo como se muestra en la tabla N°6.

En la tabla N°6 se tiene el total que se obtuvo en un caso con respecto a las fallas que se presentaron en una máquina la cual necesitó de los diferentes repuestos para poder quedar en funcionamiento ya que es una de las máquinas principales en el inicio del proceso en el área de resina.

4. Las tareas programadas no cumplidas en los tiempos establecidos no llegó al 90% establecido (83% logrado), fallando un 7% de tareas programadas por cumplir. Para esto se tuvo que evaluar el cumplimiento del mantenimiento preventivo diario por turnos, este mantenimiento es desarrollado por los operarios quienes tienen en cada máquina un cronograma el cual es llenado con visto bueno o negativo por parte de los ingenieros de mantenimiento, este resultado se obtiene en forma mensual luego de recopilar los datos en donde mediante un Excel se obtiene un gráfico como se muestra en el gráfico N°7.

Gráfico N°7: Gráfico porcentual de Cumplimiento del Mantenimiento Talladora DTL.



FUENTE: DPTO. DE MANTENIMIENTO TOPSA S.A.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Anteriormente no se contaba con un plan de mantenimiento lo cual ocasionaba paradas no programadas lo cual implicaba un mantenimiento correctivo en las máquinas esto afectando a la producción y al calidad del producto final de la misma manera no se tenía un registro el cual facilitara la evaluación de la disponibilidad de las máquinas.

Empleando el mantenimiento preventivo en el cual se emplearon cronogramas y a la vez por la supervisión del cumplimiento de las mismas se pudo obtener un 87% de disponibilidad de las máquinas evitando las paradas no programadas las cuales afectaban a las maquinas ya que no se tenía un tiempo establecido en la reparación de las mimas así también afectando a la producción y el cumplimiento de los pedidos por parte de los clientes. Para esto se necesito del registro que se obtiene mediante el software en el cual se registra también el tiempo que se toma por reparación de falla de las máquinas.

El tiempo de reparación de fallas en las máquinas se pudo reducir el cual muestra una cierta mejora ya que solo se excedió un 0.3%, teniendo en cuenta que anteriormente no se tenía un plan de mantenimiento el cual también nos define el tiempo que se necesita para la reparación o mantenimiento programado a la vez no se tenía un registro el cual es necesario para poder evaluar el tiempo promedio que se tiene en cada mantenimiento.

Ahora teniendo el software como registro podemos evaluar el tiempo promedio de reparación de fallas y por el cual se ha obtenido este resultado y esto se debe a que para aplicar la gestión del mantenimiento se hizo una migración mantenimiento correctivo al mantenimiento preventivo lo cual implica la programación del mantenimiento de las

máquinas pero hubieron fallas las cuales fueron aumentando por el sistema de mantenimiento anterior el cual era un mantenimiento correctivo.

Para poder tener una mejora en la reducción en el tiempo de atención de las fallas en las máquinas y en el mantenimiento programado también fue necesario capacitar al personal técnico del departamento de mantenimiento analizando los tiempos en atención a las máquinas y de acuerdo a lo evaluado se establecieron los tiempos para atención de fallas o mantenimiento programado.

El costo del mantenimiento aumentó el 5% debido a los repuestos que se necesitaban cambiar al atender las fallas.

Al momento de no tener un registro como era anteriormente no se tenía un control en el cambio de piezas o partes de una máquina esto ocasionando un gasto extra en el costo del mantenimiento a lo que la gerencia haya podido plantear, ahora al aplicar la gestión del mantenimiento se tiene un registro en donde se puede evaluar las fallas atendidas y verificar los cambios que se hayan realizado pero estas fallas atendidas fueron consecuencia de la falta de un mantenimiento programado ocasionando el empeoro de las mismas y las paradas no programadas de las máquinas en este caso se tiende a recibir atención remota vía red o la intervención de los técnicos de la fábrica de la máquina quienes llegan a la empresa a revisar el estado de la máquina y esto ocasiona un aumento en el costo del mantenimiento.

El cumplimiento de las tareas programadas de acuerdo al plan de mantenimiento llegó a un 83% de cumplimiento, esto ocurrió por lo mismo que la mayor parte del programa de mantenimiento compromete la actividad de los operarios esto generando un déficit y por ello se planteó el realizar capacitaciones las cuales se les brinda para así puedan tener en

cuenta la importancia que tiene la gestión del mantenimiento y su participación en ella con el cumplir los mantenimientos programados para ellos y el avisar en el momento que se presentara una falla antes que hicieran algo que empeorara esta falla.

Para evaluar el cumplimiento del mantenimiento también se debe tener en cuenta las funciones de los supervisores por área quienes en falta de los ingenieros de mantenimiento deben verificar que los operarios cumplan con el mantenimiento y que lo hagan de forma correcta para evitar que se generen fallas las cuales lleguen hacer paradas no programadas en las máquinas, para esto se creó un programa de capacitación en el cual se les indica al igual que los operarios la importancia que tiene la gestión del mantenimiento y su participación en ella.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES

- 1.** Se desarrolló la gestión del mantenimiento basándose en cronogramas como se ve en el cuadro N°1 cap. III. Además del software de registro como se ve en la fig. N°3 cap. III.
- 2.** Se desarrolló los cronogramas diarios, semanales y mensuales de mantenimiento de las máquinas basándose en los manuales de las mismas y los sucesos que se ven en planta y las entrevistas y encuestas hechas al personal. El cual podrá variar de acuerdo al análisis que se hace constantemente en los mantenimientos.
- 3.** Se desarrolló un registro en el cual se detalla las fallas ocurridas en cada máquina para esto se tuvo en cuenta la solicitud de atención del supervisor , la hora y fecha de inicio de la solicitud como la hora y fecha de finalización de atención también se tuvo en consideración la solución que se tuvo ante esa falla.
- 4.** Se desarrolló el software teniendo en cuenta las fórmulas que se necesitan para poder hallar el valor de la disponibilidad de las máquinas las cuales se basan en el tiempo que se tarda en arreglar una falla en alguna máquina. Este programa también será usado como un registro de las fallas y soluciones que se tienen en planta.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** En el programa de registro, permitir una mayor facilidad en el filtro de máquinas para poder evaluar las fallas ocurridas en cierto periodo de tiempo.
- 2.** Implementar una opción para poder ver la disponibilidad de las máquinas durante un cierto periodo.
- 3.** Implementar la opción para definir la hora de finalización de atención de alguna falla en las máquinas.
- 4.** Capacitar al personal en forma permanente sobre la gestión del mantenimiento.

CAPÍTULO VIII: BIBLIOGRAFÍA

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. BOUCLY Francis (1999). Gestión de Mantenimiento, asociación Española de normalización y certificación AENOR. Madrid, ES.
2. Duffuaa Salih; Raouf A.; Dixon Campbell John (2000). Sistemas de mantenimiento, planeación y control. Editorial Continental. México.
3. Monchy Francois (1990). Teoría y práctica del mantenimiento industrial. Masson Barcelona, Es.
4. Navarro Elola Luis; Pastor Tejedor Ana; Mugaburu Lacabrera Jaime (1997). Gestión de mantenimiento. Compañía Editorial Marcombo S.A., Primera edición, Barcelona España.

CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. José María De Bona.(1999). Gestión Del Mantenimiento: Guía para el responsable de la conservación de locales e instalaciones (pp. 55 - 69). FC Editorial.
2. Francisco Javier González Fernández.(2004).Auditoría del Mantenimiento e indicadores de Gestión (pp. 70 - 80). FC Editorial.
3. Santiago García Garrido. (2010). Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. España, Madrid (pp. 40 – 55). Ediciones Días de Santos S.A.
4. Lluís Cuatrecasas Arbós. (2012). Gestión Del Mantenimiento de los Equipos Productivos. España, Madrid (pp. 45 - 50). Ediciones Días de Santos S.A.
5. Ing. Guillermo Barcelli G. (2013). Gestión Del Mantenimiento (pp. 10 – 50). Lima, Perú. GBG INGENIEROS S.A.C.
6. Barlow, F. Proschan. (1965). Mathematical Theory of Probability (pp. 60 - 70).New York, Willey.

ANEXOS

ANEXO N° 1

GENERATOR HSC SMART X



technical data	
lens diameter	up to \varnothing 92 mm
clamping system	block \varnothing 43 mm
material	CR39, Hi-index, Polycarbonate, Trivex®
curve range	concave 0 – 14 (extendable to 30) diopters convex 0 – 30 diopters
controller	32-bit High Performance CNC-controller in double-processor technique
power requirement	10 kW max.
air requirement	6 bar (90 psi) min.
weight machine machine with automation	1180 kg (2600 lb.) 1310 kg (2888 lb.)
dimensions (w x d x h) machine machine with automation	1120 x 1550 x 1740 mm (44 x 61 x 69 inches) 1464 x 1550 x 1740 mm (58 x 61 x 69 inches)

ANEXO N°2

BLOCKING CB BOND-E



technical data	
lens diameter	up to \varnothing 80mm
lens material	all organic and mineral lens materials
blocking diameter	48 – 71 mm
blocking height	7 – 10 mm
blocking material	alloy
clamping system	block \varnothing 43 mm
prism angle	up to 5°
power requirement	2.3 kW max.
air requirement	5 bar (75 psi) min.
machine weight (without table)	127 kg (280 lb.)
dimensions (w x d x h) machine	650 x 930 x 675 mm (26 x 37 x 27 inches)

ANEXO N°3

CCP SWIFT



technical data

lens diameter	up to \varnothing 92 mm
clamping system	block \varnothing 43 mm
material	CR39, Hi-index, Polycarbonate, Trivex®
curve range	concave 0 – 10 diopters
power requirement	2.5 kW max.
air requirement	5 bar (75 psi) min.
weight machine	390 kg (860 lb.)
dimensions machine (w x d x h)	830 x 1090 x 1650 mm (33 x 43 x 67 inches)

ANEXO N°4

BOXER



Features:

- Plug and coat design
- Cubic coating chamber with straight sided walls ensures:
 - easy maintenance
 - optimized coating geometry
 - quick removal of protection shields for cleaning
- Easy maintenance of all components
- Clean room compatible
- Simple click fixing of substrate carrier
- Numerous hardware upgrades available

Technical Data:

- Pumping systems
 - Turbomolecular pump (l/s) 1,500
 - Rotary-vane pump (m³/h) 65
 - Meissner trap (Pumping speed for H₂O in l/s) 16,000
- Coating chamber volume (l) 450
- Substrate carrier diameter (mm) 685
- Number of substrates
 - Standard substrate carrier
 - Ø 65 mm 71
 - Ø 70 mm 62
 - Ø 75 mm 52
 - Ø 80 mm 47

