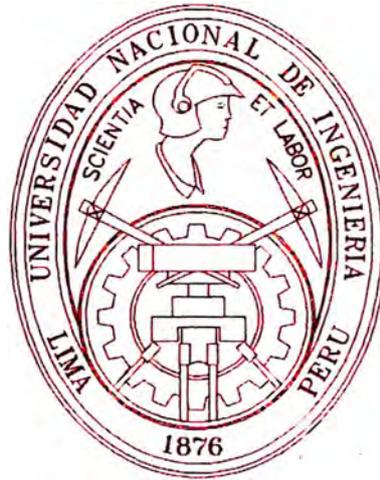


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO PROACTIVO DURANTE
ARRANQUE DE LINEA DE ENVASADO DE CERVEZA AMBEV
PERU, USANDO HERRAMIENTAS DE CALIDAD TOTAL**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECATRONICO

GERMAN PAEZ AVENDAÑO

PROMOCIÓN 2001-II

LIMA – PERU

- 2007 -

DEDICATORIA

La vida es la suma de momentos especiales compartidos con personas que los hacen inolvidables, este informe fue posible al apoyo de muchas de esas personas, amigos y hermanos que ya sea de una forma tangible o con el apoyo moral aportaron para la realización del mismo. A todos los chicos de Ambev, un grupo que demostró acá y en Brasil que todo es posible, que los sueños compartidos se pueden hacer realidad por más difíciles que parezcan.

Hay una persona que debo reconocer pues no solo le debo la vida sino también todos los logros obtenidos, a mi madre que no solo es madre sino es mi mejor amiga y mi apoyo.

INDICE

Prólogo.....	1
 Capítulo I: Generalidades	
1.1 Antecedentes.....	4
1.2 Justificativa.....	6
1.3 Exposición del Problema.....	8
1.4 Objetivo.....	8
1.5 Metodología de Trabajo.....	8
1.6 Alcances.....	9
 Capítulo II: Marco Teórico	
2.1 Procesos Cerveceros.....	10
2.2 Envasado de Cerveza.....	15
2.3 Sistema de Gestión de la Empresa.....	22
 Capítulo III: Aplicación de Mantenimiento Proactivo	
3.1 Definición de Mantenimiento Proactivo.....	24
3.2 Definición de los equipos de trabajo en las etapas del proyecto.....	24
3.2.1 Etapa de Construcción.....	25
3.2.2 Etapa de Pruebas y Arranque.....	27
3.2.3 Etapa de Formación de Cultura y Operación Continua.....	27
3.3 Análisis y modificación de Llenadoras.....	27
3.3.1 Antecedentes.....	27
3.3.2 Análisis de las probables causas y medidas de acción a realizar.....	31
3.3.3 Secuencia Lógica de Funcionamiento de Llenadora.....	35

3.3.4 Resultados Obtenidos.....	37
3.4 Análisis y modificación de encajonador y desencajonador.....	39
3.4.1 Antecedentes.....	39
3.4.2 Análisis de las probables causas y medidas de acción a realizar.....	40
3.4.3 Resultados Obtenidos.....	44
3.5 Análisis y modificación de alineadores de botellas.....	46
3.5.1 Antecedentes.....	46
3.5.2 Análisis de las probables causas y medidas de acción a realizar.....	46
3.5.3 Resultados Obtenidos.....	53
Capitulo IV: Resultados obtenidos	
4.1 Indicadores obtenidos durante todo el proceso.....	54
4.2 Análisis económico de las implementaciones.....	57
4.3 Organización del equipo de mantenimiento eléctrico alcanzado.....	59
4.4 FODA del estilo de liderazgo de mantenimiento eléctrico.....	60
Conclusiones	62
Bibliografía	64

PRÓLOGO

El presente informe describe la aplicación de mantenimiento proactivo durante la puesta en marcha de la línea de envasado de cerveza. Esto fue realizado por el área de ingeniería, principalmente por el Área de Mantenimiento Eléctrico, Instrumentación y Automatización para garantizar la confiabilidad de los equipos durante el arranque de la línea de embotellado de planta.

El tema desarrollado está en el campo de la aplicación del enfoque de calidad total en la puesta a punto de una línea de envasado de cerveza, que dentro de la terminología de la empresa AMBEV cae dentro del denominando mantenimiento proactivo

En el capítulo I: “Generalidades”, se hace mención a las antecedentes, justificativa, presentación del caso, objetivos, metodología de trabajo y alcances. La línea comenzó con una eficiencia de 47.99% en Mayo, se muestra las condiciones iniciales del trabajo y recursos con los que se contaba.

En el capítulo II: “Marco Teórico”, se aprecia la tecnología de elaboración de cerveza y envasado de la misma, se hace la diferencia entre el tipo de proceso

continuo en la elaboración de cerveza y el sistema de envasado basado en eficiencia de línea. Así como la metodología de gestión de la empresa.

En el capítulo III: “Aplicación de Mantenimiento Proactivo”, se hace mención las tres aplicaciones principales en las diferentes maquinas (Llenadoras, encajonador/desencajonador y alineador de botellas ingreso etiquetadota 2). Como utilizando principios de liderazgo y de herramientas de calidad se pudo garantizar la formación de un equipo sólido con una cultura organizacional propia, valores, misión y visión; optimizando de esta forma recursos como tiempos y costos, enfocado a resultados.

En el capítulo IV: “Resultados Obtenidos”, se muestra las curvas de eficiencia y confiabilidad de la línea de envasado, así como la eficiencia de los equipos principales, y como los trabajos realizados han garantizado obtener resultados óptimos sostenibles en el tiempo. Además se hace una descripción pequeña de los montos de inversión y las perdidas producidas por las fallas producidas por la mala operación de las maquinas en mención. Terminada la ejecución del trabajo se realizo un análisis FODA del estilo de liderazgo con el apoyo de personal especializado, certificando los objetivos logrados en el equipo.

El informe muestra la gran utilidad de las herramientas de calidad para obtener una cultura de mejora continua en el equipo de trabajo y conseguir resultados sostenibles en el tiempo. Se consiguió como resultado un equipo bastante unido y con identificación con la empresa.

CAPITULO I: GENERALIDADES

El objetivo de este informe es ser un documento de apoyo en procesos similares de formación de equipos nuevos de trabajo en arranque de plantas o líneas de producción. Se muestran ejemplos y desarrollos implementados y como cada uno de ellos influyó en el desarrollo de la línea y de los grupos de trabajo. Al igual que el buen gerenciamiento de proyectos nos garantiza lograr los objetivos, y la gestión de calidad total nos garantiza una operación óptima con una cultura de mejora continua y enfocada en resultados. El adecuado manejo y formación de los equipos de mantenimiento y operación en el proceso de arranque de una planta son fundamentales para alcanzar los objetivos de una manera rápida y con metodologías que garanticen resultados permanentes en el tiempo.

El presente informe nos muestra como un arranque de toda una línea de envasado de cerveza con personal de operación, con ninguna experiencia en procesos similares, y un equipo de mantenimiento con poca o nulo conocimiento de equipos parecidos, logran un arranque óptimo en tiempos y eficiencias. Si bien el enfoque principal es del equipo de mantenimiento eléctrico, instrumentación y automatización, el resultado depende mucho de la participación de mantenimiento mecánico y operación, y ejemplo de ello es trabajos presentados fue en con apoyo de taller mecánico y de operaciones. La perspectiva no pudo ser mejor dada la posición del

autor, Supervisor de Mantenimiento Eléctrico, Instrumentación y Automatización, ya que como es de conocimiento en un arranque de equipos o maquinarias el personal de mantenimiento y especialmente el eléctrico es el que presenta mayor participación.

1.1 Antecedentes:

La compañía cervecera AmBevPerú SAC. , comienza operaciones en el año 2004 con la compra de la compañía embotelladora Rivera S.A., comenzando a operar las plantas de Barranca, Sullana y de Lima, las cuales embotellan bebidas gaseosas del Grupo Pepsico. Se tiene el proyecto de instalación, arranque y operación de una fábrica de producción de cerveza, en formato de botella de vidrio retornable de 630 ml y 1.1 lt. Se formó un grupo de especialistas para ver el montaje, la instalación de cada una de las diversas áreas (packaging cerveza, procesos cerveza, utilidades, medio ambiente, control de calidad) que trabajó conjuntamente con personal tercero para el montaje de cada área.

La empresa tenía como expectativa de arranque una eficiencia de 40% terminando el año con 65%. Considerando que la línea tenía como característica que todos los equipos venían de otras fábricas, y varios de ellos habían sido repotenciados. A la mitad del montaje se comienza la selección del personal y la contratación tanto de la supervisión así como de la operación. El organigrama para la fábrica fue elaborado basándose en otras fábricas con años de operación continua, la estructura es sencilla, porque requiere de la participación continua de todas las personas involucradas en la

empresa comenzando por la Gerencia General, pasando por los Gerentes y Supervisores de cada área, y terminando con el personal de operación, se observa el organigrama en la figura 1.1.

El proyecto como etapas fue separado en diversas etapas:

- **Ingeniería:** el diseño, cálculo y selección de equipos fue realizado íntegramente en Brasil por especialistas de la misma empresa como por empresas de desarrollo de ingeniería.
- **Procura:** la contratación de las empresas para el traslado, repotenciación y montaje de los equipos fue realizado en Brasil principalmente con empresas brasileras, argentinas y peruanas.
- **Construcción:** el traslado se realizo durante el año 2003 y el montaje comenzó en noviembre del 2004, terminando en Abril del 2005.
- **Las Pruebas y Arranque:** se realizo en Mayo del 2005, para esto el área con mayor cantidad de problemas con la conformidad de los equipos era el área de packaging cerveza, dado que los equipos en su mayoría eran repotenciados y no satisfacían los requerimientos esperados. Además era el área que influenciaba en todos los indicadores de fabrica, lo que hacia mas crítica su atención.
- **Entregables:** cada empresa de montaje en los meses posteriores al arranque entrego los planos y documentación técnica respectiva, lo que ocasionaba bastantes problemas durante las pruebas e inicio de operaciones.

La supervisión tuvo una etapa de entrenamiento en diversas fábricas en Brasil hasta diciembre del 2004 y la selección y contratación de personal se realizo durante enero del 2005, incorporándose todo el personal a inicios de febrero a la mitad del montaje

Por lo que se tiene como resumen los siguientes antecedentes:

- Se tiene personal totalmente nuevo, con poco o nulo conocimiento de procesos cerveceros o de embotellado de bebidas, tanto en la parte operativa y de mantenimiento.
- Se tiene solo los meses de Febrero, Marzo y Abril para conocer mejor a los equipos y apoyar al montaje simultáneamente.
- No se cuenta con la información de los equipos al haber sido repotenciados no se cuenta con planos eléctricos ni descripción de funcionamiento.
- Se tiene personal para una operación continua y no para un montaje, por lo que la cobertura debe de ser en todas las áreas y en diversos aspectos.
- Como toda etapa de pruebas se requiere mayor participación de personal de automatización y electricidad para las pruebas de señales y secuencia de funcionamiento y no se cuenta con personal y herramientas.
- La empresa del montaje al realizar las primeras pruebas y obtener resultados de 50% de eficiencia, da por concluida su trabajo, y el personal de mantenimiento asume toda la responsabilidad del soporte técnico de toda la línea de embasado.

1.2 Justificativa:

Al tener estos antecedentes, se requiere una planificación por etapas de todas las medidas a realizar y personalizar el entrenamiento del personal, para garantizar una operación continua con cumplimiento de meta. El factor tiempo es el más importante de todos, dado que influye en el desempeño acumulado del año. Se debe definir también el estilo de liderazgo y la forma de trabajo del equipo de mantenimiento.

ORGANIGRAMA DE LA FABRICA DE CERVEZA

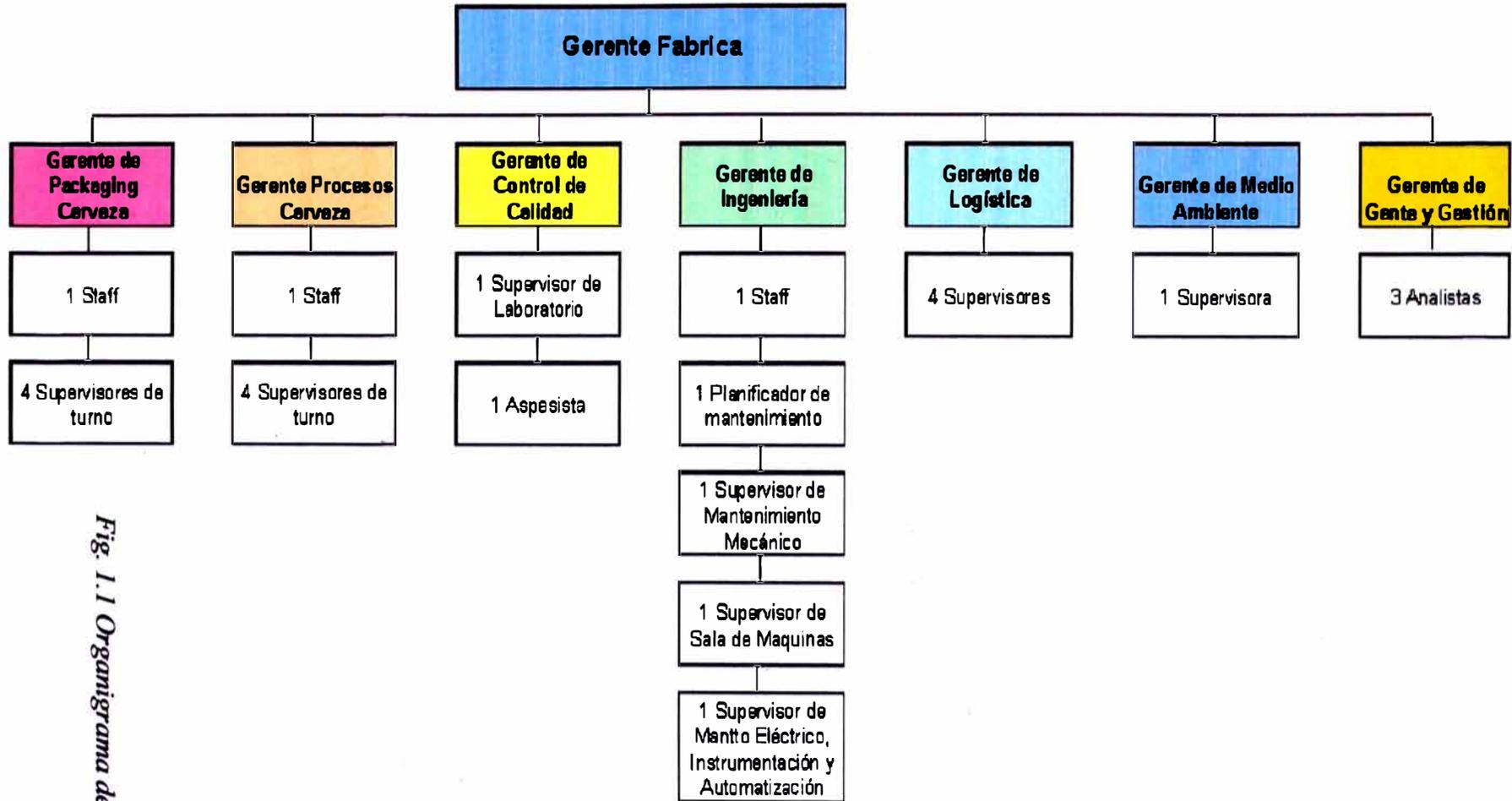


Fig. 1.1 Organigrama de la fábrica

1.3 Exposición del problema:

No se cuenta con personal capacitado, poco tiempo de trabajo y equipos no en un óptimo estado de operación, sin información de los mismos, sin el apoyo de la empresa de montaje y además el personal de mantenimiento eléctrico es el más requerido por todas las áreas. No se cuenta con una política ni procedimientos de trabajo, ni con valores y objetivos de equipo. Cada persona viene con una cultura, paradigmas y experiencias distintas. Se requiere una planificación personalizada y a la vez enfocada en el equipo y poner los cimientos para la operación continua.

Por lo que se plantea un programa de afinamiento o puesta a punto de la línea basada en principios de calidad total, es decir preocupándose no solo por los aspectos técnicos sino culturales y otro, destacando además que este proceso de puesta a punto toma de denominación de mantenimiento proactivo en la empresa AMBEV

1.4 Objetivo:

Optimizar los recursos (tiempo, capacitación y personal) para garantizar el apoyo de la etapa de construcción y pruebas del proyecto, así como definir la forma de trabajo del equipo y para poder garantizar la normal operación de la fábrica, propiciando una cultura de mejora continua en el equipo.

1.5 Metodología de trabajo:

Se forman equipos de trabajo específicos para cubrir la mayor cantidad de pruebas durante pruebas y arranque, con esto equipos se realiza análisis de los equipos más críticos de la línea, tanto por eficiencia como por impacto dentro de la calidad del producto. Se realiza una planifica y replantea funcionamiento de equipos, para poder lograr los objetivos de dichos equipos. La ejecución de los trabajos fue realizado íntegramente por personal de mantenimiento, obteniendo un conocimiento integral de la maquinaria, sin contar que al tener la participación del supervisor en todos los trabajos directamente, se fortalece la relación del grupo con el líder.

1.6 Alcances:

- Capacitar a todo el personal, para poder garantizar tener solo una persona a cargo de toda la línea de envasado por turno.
- Formar sentimiento de equipo y cultura de mejora continua, formar como valores de equipo la solidaridad, la apertura de conocimientos, desarrollo constante.
- Lograr un funcionamiento óptimo de los equipos, garantizar una sustentabilidad de resultados y obtener un crecimiento constante de los indicadores de eficiencia y productividad.
- Alcanzar a fines de año una meta de 60% de eficiencia de la línea de envasado de cerveza. Esta meta fue definida por la empresa basada en su experiencia en arranque de plantas similares.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

Primero se define el proceso cervecero, rápidamente para tener el concepto; el proceso de embotellado de cerveza, en el cual se verá una descripción general de cada maquina involucrada en el proceso, y la política de calidad total de la empresa a grandes rasgos.

Luego presentaremos las etapas del proyecto y los trabajos realizados en cada uno de ellos, mostrando indicadores de eficiencia y confiabilidad. Finalmente un resumen de los resultados obtenidos.

2.1 Proceso Cervecerero:

Para comenzar tenemos que definir las materias primas a utilizar:

- **Malta:** es la cebada germinada a determinadas condiciones de temperatura, humedad y tiempo. Para poder optimizar su aporte de almidón para la generación de azúcares fermenticibles, además su cáscara sirve para la filtración del mosto en una etapa posterior de fabricación.
- **Agua:** el agua por ser el mayor compuesto de la cerveza requiere un tratamiento adecuado, para lo cual se procesa por medio de sistemas de filtros de carbón y membranas de osmosis inversa.
- **Adjunto:** es una materia (maíz, arroz, etc.) que complementa la malta para la formación de azúcares.

- **Lúpulo:** es una fruta de una planta que le da a la cerveza el característico amargor.

La malta y los adjuntos son almacenados en silos para la homogenización y llegar a una humedad óptima para poder ser molido en un molino de cilindros, que cuenta con 3 pares de rodillos los cuales tienen funciones distintas. Primero está un dosificador de malta que hace que sean pequeños batch de producto los que pasen por el primer par, que es de pre-ruptura y tiene como finalidad rajarse la cáscara y que se separe en el siguiente par de rodillos, que es el de ruptura, y finalmente el tercer par de rodillos de molido del grano, cada etapa de rodillos tiene un par de mallas de separación para elementos gruesos (cáscaras o granos a moler) así como para finos, de esa forma direcciona el flujo del producto y poder tener como producto final, las cáscaras y cada una de las diferentes harinas de cada rodillo, todo se almacena en tanques para su dosaje en la fabricación. Algo similar ocurre con el adjunto. Una vez almacenado la malta y el adjunto molido, el siguiente paso es comenzar el proceso de cocción, en la cual se mezcla la malta, el adjunto, el agua y el lúpulo en determinadas proporciones para conseguir las propiedades de la cerveza, en unos tanques a temperaturas y tiempos específicos. Se muestra la estructura de un molino de rodillos en la figura 2.1.

Los tanques están compuestos de chaquetas por donde pasa vapor, además cuenta con un serpentín interno o externo por donde pasan la cerveza. Esta cocción genera la transformación del almidón en azúcar fermentecible. La figura 2.2 muestra un tanque de cocimiento.

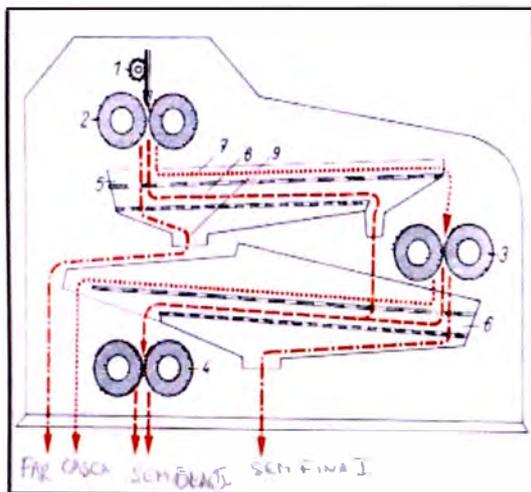


Fig. 2.1 Molino de Rodillos

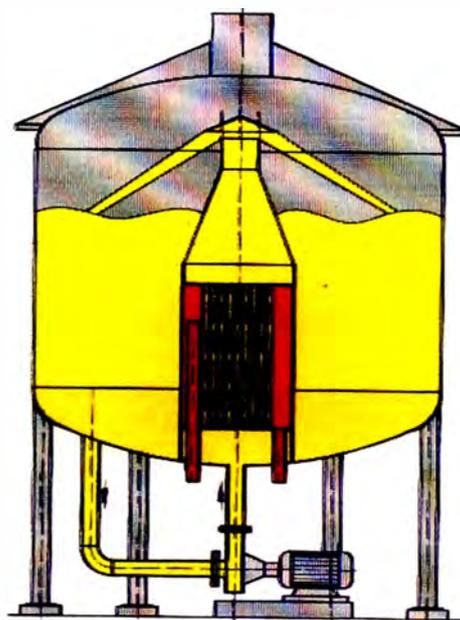


Fig. 2.2 Tanque de Cocimiento

Una vez realizada la cocción el producto se llama mosto, y contiene proteínas, azúcares, cáscaras, y algo de malta que no se llegó mezclas adecuadamente. Para retirar las cáscaras y algunas partículas, y filtrar solo el concentrado existe un tanque denominado "Tina filtro," el cual por medio de orificios en la parte inferior cuele el mosto como el principio de una cafetera; cuenta con rastrillos que removerán las cáscaras para sacar la mayor cantidad de esencia del mosto. La figura 2.3 muestra como es una tina filtro. Las cáscaras junto con sólidos y algo de proteína coagulada son retirados posteriormente por medio de un mecanismo, este subproducto es denominado bagazo y es retirado del proceso para ser vendido a ganaderos.

Una vez filtrada el mosto aun contiene proteínas coaguladas que son retiradas en un tanque denominado whirlpool, donde el mosto ingresa de forma tangencial para que

por medio de un efecto centrífugo las proteínas coaguladas se depositen en la parte central del tanque y el mosto quede en la parte superior y periférica del tanque, luego con una secuencia de válvulas se va retirando el mosto dejando las proteínas en la parte central, las cuales se denominan Trubb y que se junta al bagazo para su posterior venta. Se muestra en la figura 2.4 el corte lateral del whirlpool.

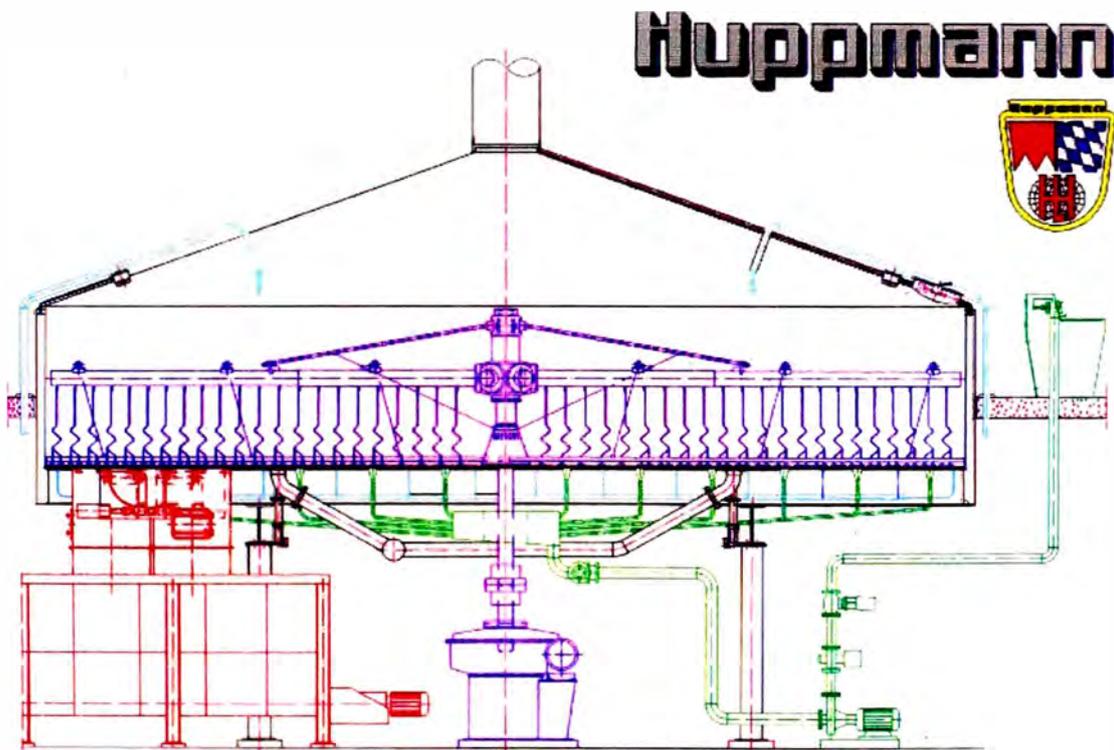


Fig. 2.3 Tina Filtro

Al salir el mosto del whirlpool, pasa por un enfriador donde por medio de agua helada baja su temperatura y poder ingresar a los tanques de fermentación, previo al ingreso del tanque se incorpora aire para que el fermento que es inoculado seguidamente se pueda reproducir y poder llevarse el proceso de fermentación. En la fermentación las levaduras convierten el azúcar del mosto en alcohol y CO₂, el control de tiempo y condiciones de fermentación determinan la consolidación de las características de la

cerveza, una vez terminada la fermentación, se retira el fermento que decanta en la parte inferior del tanque. Luego se procede a la centrifugación para captar algunas proteínas que se hayan coagulado durante la fermentación, se enfría la cerveza, se adiciona sílica con la finalidad de propiciar la coagulación de proteínas y de algunas cadenas de alcoholes grandes, de esta forma se consigue una estabilidad de la cerveza en los tanques de maduración. El proceso se muestra en la figura 2.5.

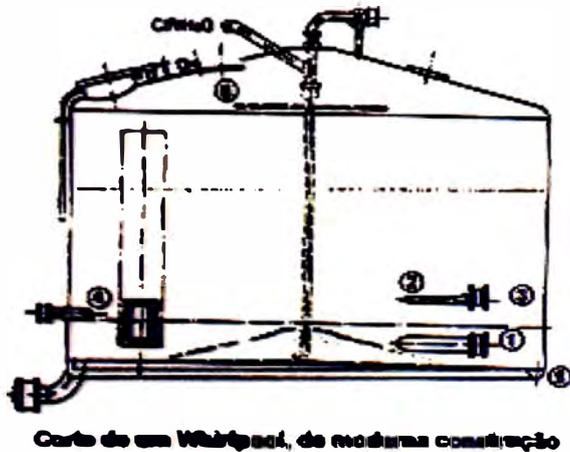


Fig. 2.4 Tanque Whirlpool

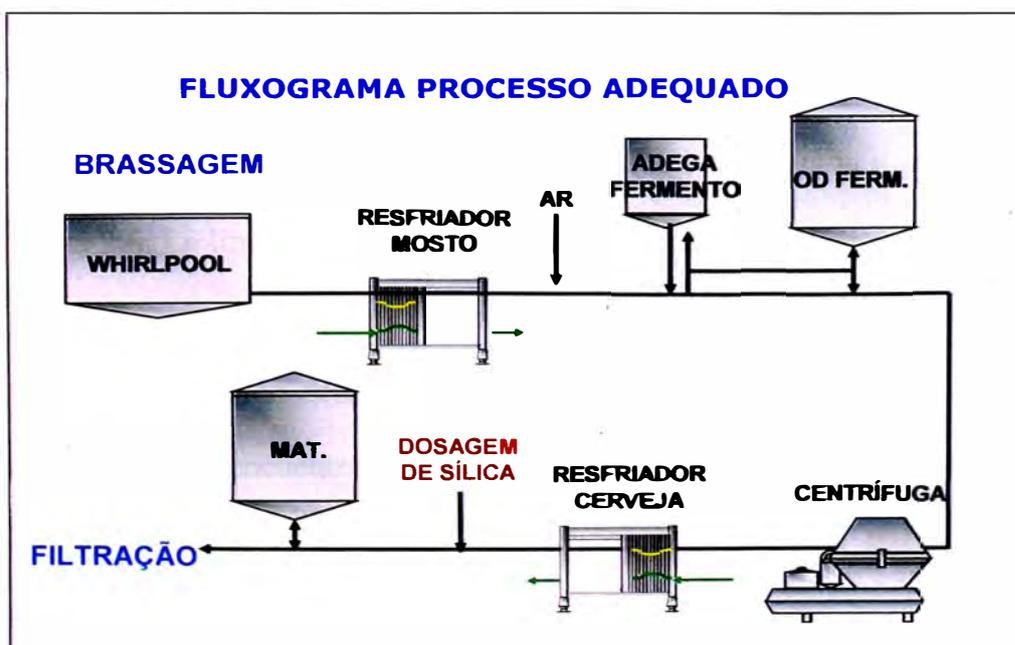


Fig. 2.5 Proceso de Fermentación

Hasta esta etapa tenemos cerveza, pero aún no con todos los estándares de producto terminado, para lo cual falta la última etapa del proceso que es la filtración de la cerveza, en esta etapa del proceso se garantiza que las partículas mas pequeñas sean retenidas, entre ellas algo de proteínas coagulas, levaduras y bacterias presentes en el proceso. El proceso cuenta con un filtro que trabaja con tierra de diatomea que garantiza la retención de partículas del orden de las micras, de esta manera se consigue garantizar la vida útil del producto. Además se tiene un sistema de blindaje para llegar a la concentración específica del producto. Antes de terminar el proceso en línea se adiciona un preservante de espuma y un antioxidante con la finalidad de dar mejor presentación al producto final. La cerveza ya esta lista para ser envasada y se almacena en tanques. En toda la etapa del proceso se tiene controles rigurosos de todos los parámetros del proceso y se hacen análisis de las materias primas, del mosto en cada tanque, así como de la cerveza y el fermento.

2.2 Envasado de Cerveza:

Para explicar el proceso de envasado se adjunta plano de la línea de envasado en la figura 2.6. La línea comienza con el depaletizador que es un equipo al que llegan los pallets de cajas de cerveza con botellas vacías y sucias del mercado, el depaletizador tiene como función desarmar el pallet y dosificar las cajas al sistema de transporte. Junto con el se encuentra el paletizador que tendrá el trabajo de armar los pallets con las cajas llenas de botellas con cerveza. Normalmente trabajan juntos porque comparten un magazine de pallets que requieren como base de cada pallet. Se muestra la imagen de un paletizador y depaletizador en la figura 2.7.

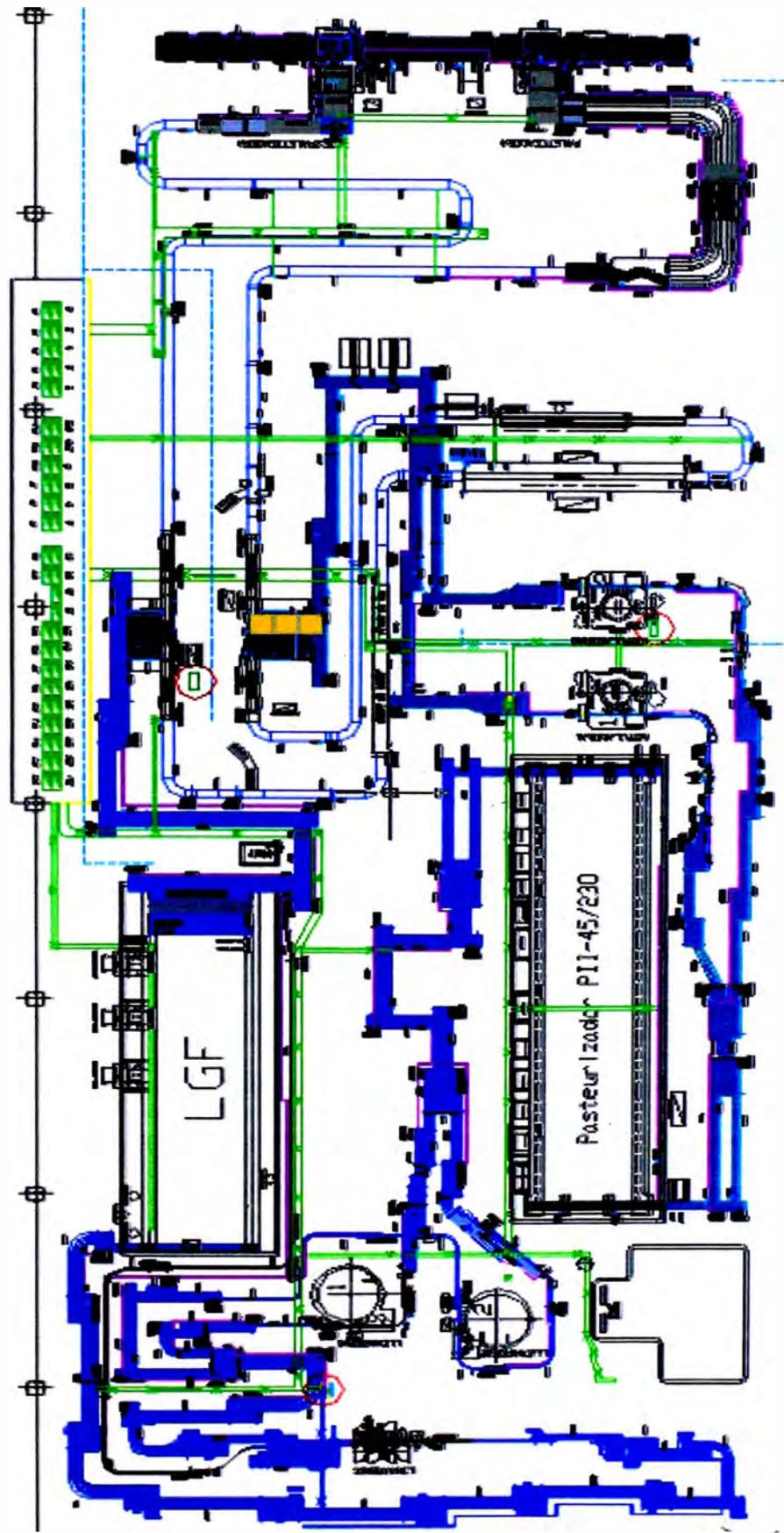
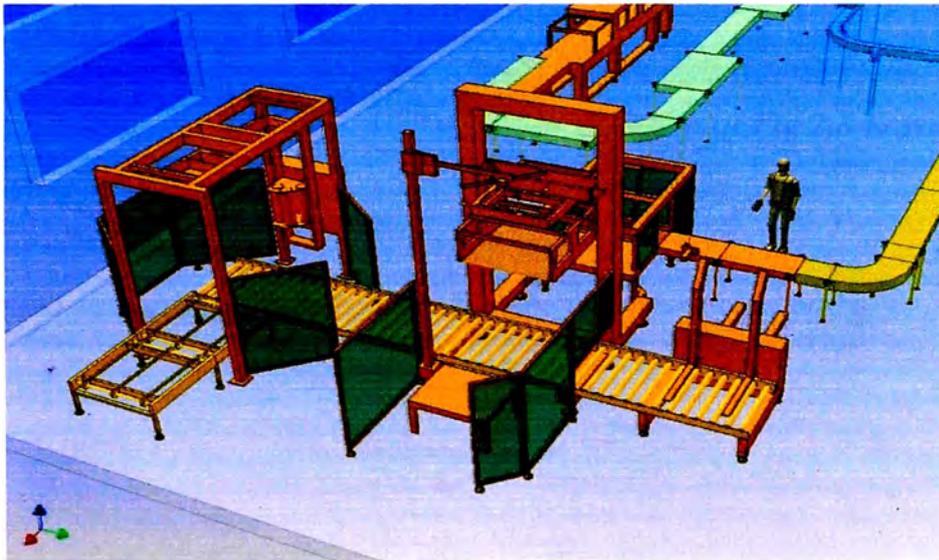


Fig.2.6 Layout de Línea de Envasado

Una vez dosificada la caja en el transporte, esta es trasladada hasta el desencajador, donde son retiradas las botellas de las cajas, para lo cual utiliza unos chupones especiales denominados tulipas, las cuales tiene una parte de jebes que por medio de aire coge la botella y por un mecanismo biela manivela retira las botellas ya las coloca en un transporte de cadenas.



*Fig. 2.7
Paletizador*

Normalmente junto con el desencajador trabaja el encajonador que es de un mecanismo similar solo que coloca las botellas en la caja, y utiliza las cajas libres que salen del desencajador, previa limpieza de la caja. Se muestra el esquema del encajonador y desencajador, en la figura 2.8. Se muestra en la figura 2.9 las tulipas y las divisiones para las cajas en el cabezal

Cuando se cuenta con las botellas libres se procede a limpiarlas, para lo cual se tiene una lavadora donde por medio de soluciones de soda a diversas concentraciones y temperaturas se limpia la botella tanto por la parte interna como externa, y luego

dentro de la misma maquina pasan por un proceso de enjuague, para no tener ningún tipo de arrastre de soda.

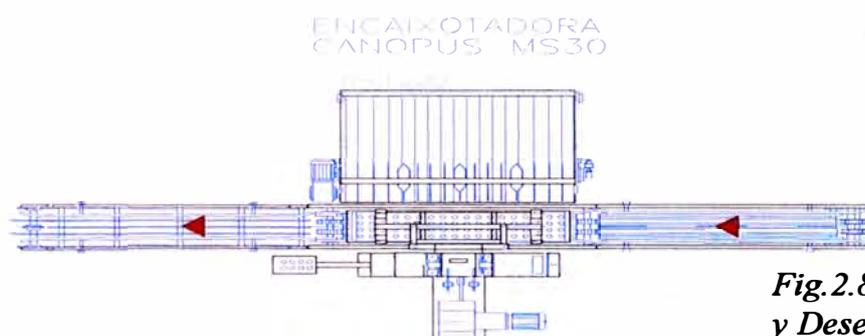


Fig.2.8 Layout de Encajonador y Desencajonador

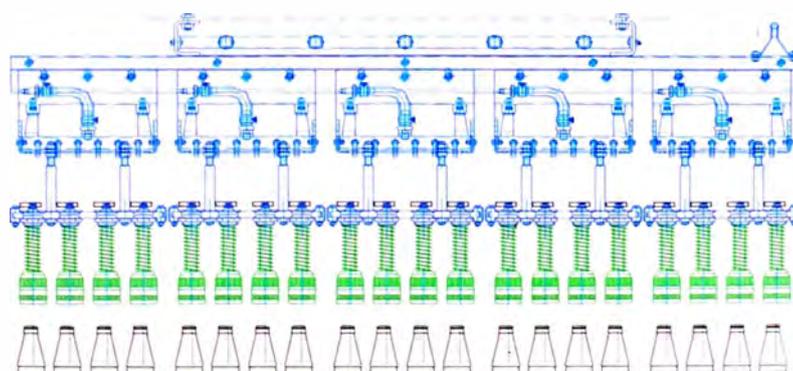
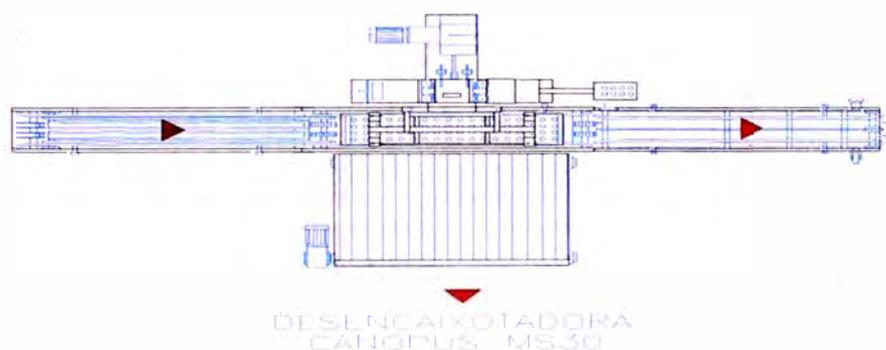


Fig.2.9 Cabezal de Encajonador y tulipas

Como se observa cuenta con una cadena con depósitos donde viajan las botellas y están por momentos sumergidos dentro de la solución de limpieza o por medio de boquillas se ingresa la solución de limpieza a presión dentro de la botella, lo mismo

ocurre en la etapa de enjuague. En la figura 2.10 se muestra el mecanismo de funcionamiento de una lavadora de botellas

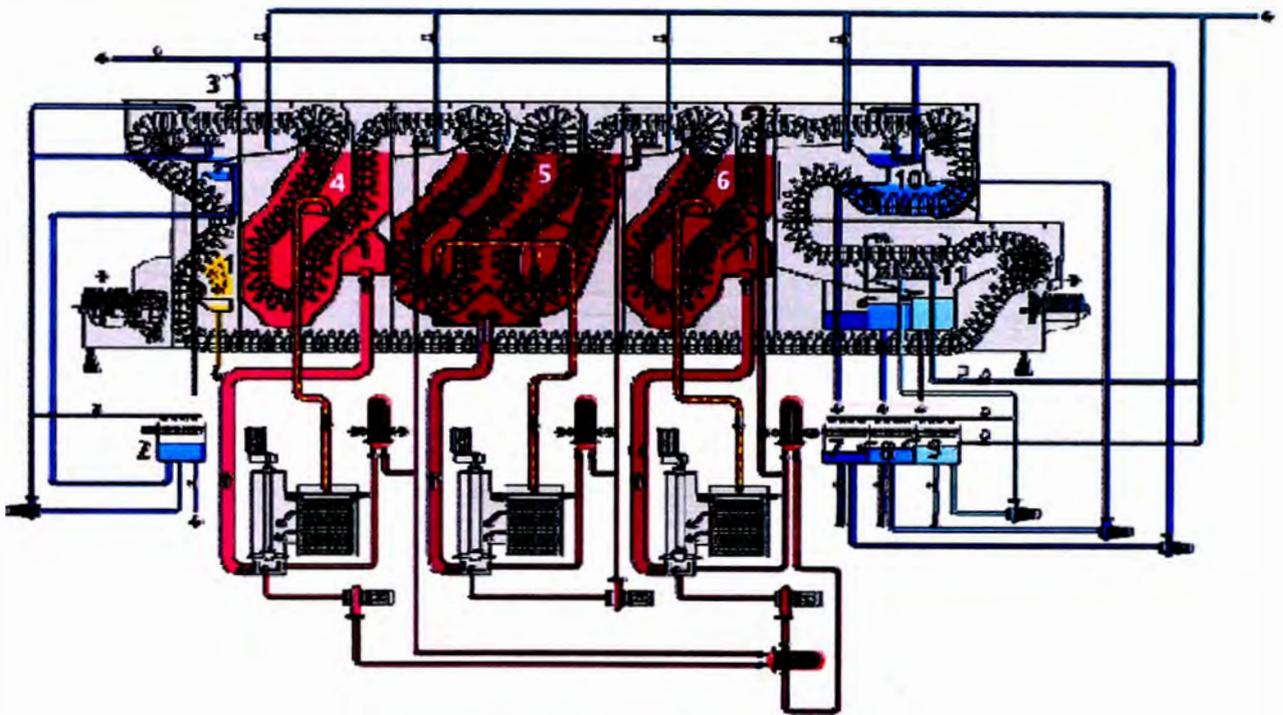


Fig.2.10 Estructura interna de lavadora de botellas

Una vez limpia la botella esta sale de la maquina y es transportada hacia un inspector electrónico, que por medio de 5 cámaras digitales, procesa las imágenes y trata de detectar defectos o suciedad de la botella, las inspecciones son de la boca, fondo, pared lateral 1 y 2, y de color; dependiendo del tipo de falla la botella retorna al ingreso de la lavadora o se rechaza. También se tiene un sensor ultrasonido para detección de residuos cáusticos y un sensor de infrarrojo para restos de líquidos en general. Este equipo es muy complicado y con tecnología de alto nivel, pero sobre todo es el que va garantizar la calidad del embotellado por la limpieza de las botellas. Además que también podría detectar rajaduras en la boca de la botella o objetos

extraños dentro de ella, ya sea en la pared o en el fondo. Se presenta imagen de un inspector electrónico en la figura 2.11.



Fig.2.11 Inspector Electrónico de Botellas

Una vez limpias las botellas recién pasan al proceso mismo de envasado, en esta maquina se tiene la cerveza con un contrapresión de CO₂, y se hace el llenado por una secuencia de retiro del aire de la botella, ingreso de CO₂, retiro de CO₂ con el ingreso de la cerveza, posterior taponado con chapas de aluminio.

Como se observa en la figura 2.12 hay un distribuidor principal de donde parte la cerveza y el vacío, mientras que el ingreso del Co₂ se da en a cúpula, es muy importante mantener un nivel constante en la cúpula para poder tener un llenado parejo.

Una vez lleno la botella se dirige al pasteurizador, donde recibe una pasteurización lenta a baja temperatura por medio de agua a diferentes temperaturas dependiendo de la etapa. Las botellas avanzan por medio de un sistema hidráulico y un mecanismo de

cuñas. El agua es rociada desde la parte superior del techo y recircula por medio de tanques y bombas. La imagen de un pasteurizador se muestra en la figura 2.13.

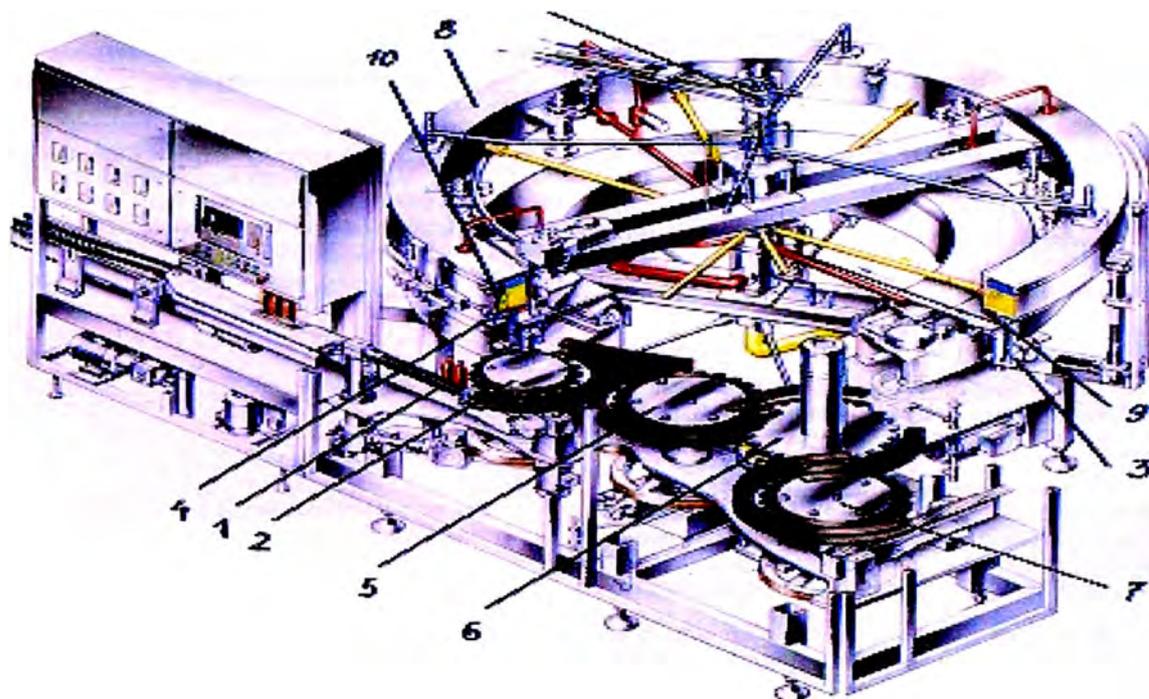


Fig.2.12 Llenadora de Botellas



Fig.2.13 Pasteurizador

Ya pasteurizada la botella con cerveza es etiquetada, la maquina cuenta con un rodillo encolador, el cual unta de pegamento caliente a las etiquetas las cuales son

transportadas por unas placas de traspaso, las etiquetas son almacenadas en las bandejas de ingreso. Hay sensores para verificar si se ha realizado el etiquetado correcto. Ya etiquetada, la botella se codifica y procede a ser transportada hacia el encajonador para ser colocada en cajas y de ahí ir al paletizador y formar los pallets. Finalmente se almacenan para ser dispuestos para la venta. La figura 2.14 muestra una etiquetadora.

Fig.2.14 Etiquetadora



2.3 Sistema de Gestión de la empresa

La empresa maneja un sistema de gestión basado en la calidad total, para lo cual tienen una serie de productos o temas ejecutar:

Agenda de rutina, esta conformado por las reuniones necesarias, con horarios y participantes definidos para poder realizar un control adecuado de la gestión de cada área y cada indicador.

Indicadores de control de desempeño y sus mandamientos, son valores relacionados con la gestión y la eficiencia de consumo relacionado con el volumen producido, cada indicador tiene una meta a alcanzar, tiene forma de ser

medido y controlado, también una serie de buenas prácticas denominadas “mandamientos”, que aseguran un eficiente consumo. Ejemplo de estos indicadores son: Consumo de Energía (kW-h/HL), Consumo de Petróleo (Kg/HL), Consumo de Agua (HI/HL), etc.

Gestión a la vista, es decir tener todos los indicadores descubiertos o de conocimiento de toda la fábrica, para que se involucren en la mejora de resultados.

Tratamiento de Indicadores fuera de meta, los dueños de cada meta deben de realizar reuniones con las personas y áreas involucradas con el indicador y realizar un análisis y proponer un plan de acción para alcanzar la meta.

Sistema de padrones corporativos, son métodos o procedimientos ya probados y que garantizan alcanzar resultados y que han sido estandarizados para toda la compañía.

Diario de bordo, es la relación de trabajos o acciones que cada funcionario de la empresa debe hacer, diaria, semanal, quincenal, mensual o anualmente; estas actividades están alineadas con la agenda de rutina.

Sistema de mejoría de resultados, es realización periódica del sistema PDCA para poder tener un resultado sostenible de cada índice de control con una cultura de mejora continua, formando círculos de calidad dentro de la empresa, con bastante participación de la operación y el apoyo de las gerencias.

CAPITULO III: APLICACIONES DE MANTENIMIENTO PROACTIVO

3.1 Definición del mantenimiento proactivo

El mantenimiento proactivo busca analizar los orígenes del problema, hacer un proceso estructurado de diagnóstico de averías y ver planteamientos para corregir las causas de la falla. El resultado del mantenimiento Proactivo es la implementación de soluciones a partir del análisis de causa-efecto realizado por un equipo de trabajo, de preferencia multidisciplinario, para poder tener una visión más amplia del problema y de sus causas. Se debe tener un análisis económico costo beneficio, que justifiquen la implementación de las mejoras propuestas. En estas aplicaciones son pequeñas y el análisis se muestra al final del trabajo, al igual de los resultados finales de la línea de envasado, dado que los trabajos en los diversos equipos tienen efectos simultáneos.

3.2 Definición de los equipos de trabajo

Se definen los equipos para cada etapa de proyecto y los objetivos que deben alcanzarse en cada etapa, en las diversas áreas (técnica, desarrollo personal y gestión) para garantizar el mejor uso de recursos (tiempos y personas). En la figura 3.1 se muestra una tabla con las etapas y los objetivos del equipo de trabajo, y a continuación se profundiza en cada etapa del proyecto.

Objetivos	Construcción	Pruebas y Arranque	Formación de Cultura	Operación Continua
Técnicos	Apoyar en el montaje de los equipos	Conocer el funcionamiento de los equipos	Usar aplicar y maximizar conocimientos técnicos	Garantizar soporte adecuado con conocimiento técnico
	Conocer técnicamente cada equipo	Ver oportunidades de mejora de los equipos	Usar herramientas de calidad para obtener soluciones	Uso continuo de herramientas de calidad
Desarrollo Personal	Habilidades técnicas	Asumir la responsabilidad total del soporte de la línea	Fomentar el liderazgo de uno en cada equipo	Asignar equipos a cada uno, y fortalecer su liderazgo
	Reconocimiento entre los miembros del grupo	Fortalecer la unión del grupo y los valores del grupo	Fortalecer los vínculos con la operación para alcanzar metas	Obtener la confianza de operación en mantenimiento
Gestión	Definir procedimiento de trabajo con reuniones	Reuniones y análisis de las mejoras a realizar	Mayor autonomía del equipo	Desdoblar la gestión por equipo a cada miembro
	Definir áreas de responsabilidad	Redefinir el organigrama por una mejor cobertura	Participación del personal en reuniones de productividad	Participación total en reuniones y grupos de mejoría.

Tabla 3.1 Objetivos del equipo de trabajo en las etapas del proyecto

3.2.1 Etapa de Construcción:

En esta etapa se desarrolla el primer organigrama y desarrollo de pequeños equipos, se aprecia que esta formada por 2 o 4 miembros por lo que para esta etapa del proyecto solo pueden apoyar en el seguimiento, control y algunos trabajos. Las áreas de mayor trabajos son las de packaging, procesos cerveza y utilidades, se aprovecha para en conjunto con los instrumentistas comenzar a realizar el levantamiento de instrumentos para generar el plan de calibración de fábrica, por otro lado comienza la capacitación al personal de automatización, para que pueda responder en la etapa de arranque y puesta en marcha, así como dar soporte en la operación continua, y sea parte importante en el desarrollo de proyectos y mejoras. La formación del personal aun no ha sido la adecuada pero se han familiarizado mucho con los equipos y con el resto del equipo, se muestra el organigrama en la figura 3.1.

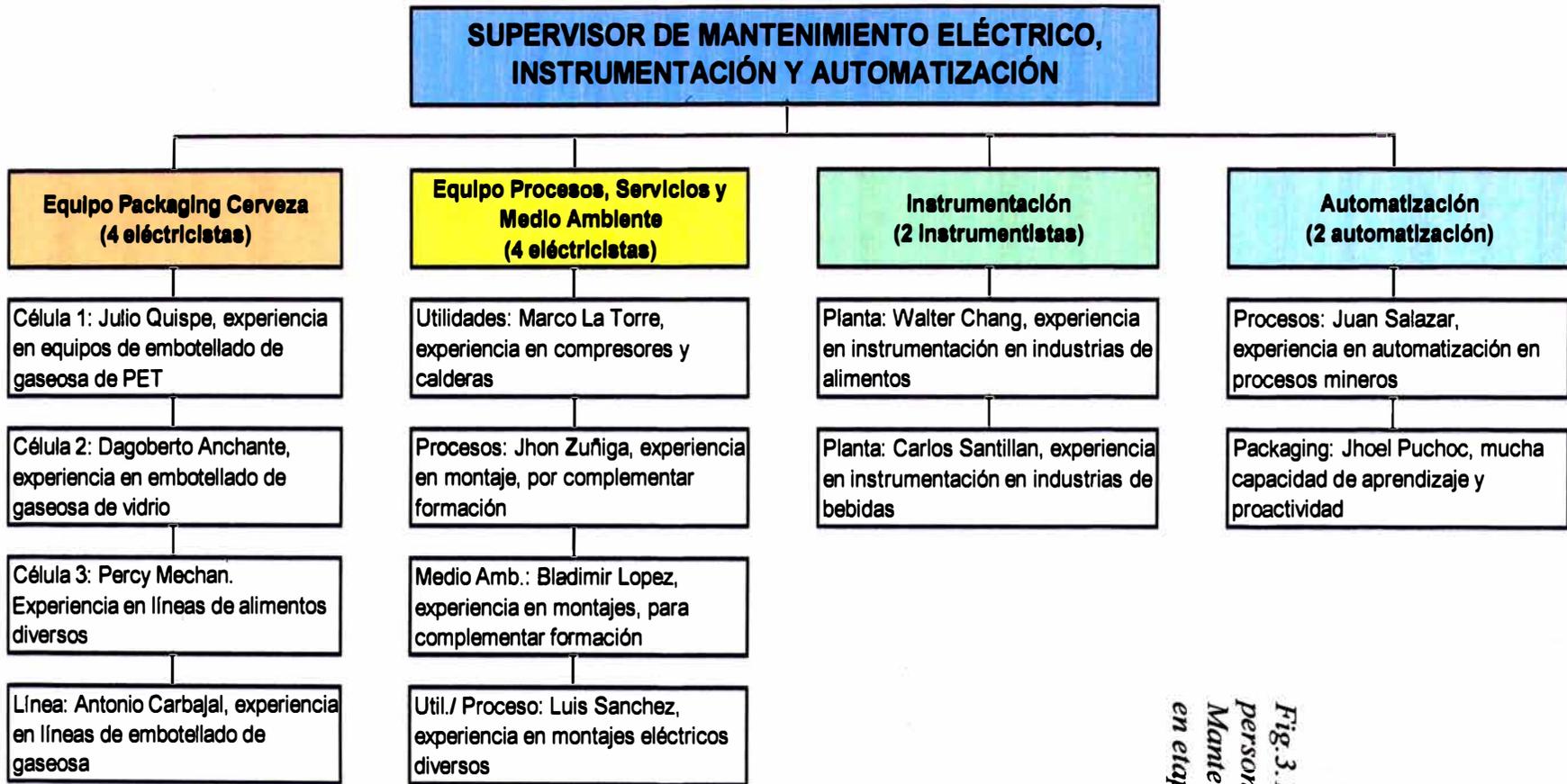


Fig. 3.1 Organigrama del personal de Mantenimiento Eléctrico en etapa de construcción

3.2.2 Etapa de Pruebas y Arranque:

Como se menciona ya a finales de Marzo comenzaron las pruebas de las Salas de Procesos y utilidades, las cuales si bien fueron acompañadas por nuestro personal esta siendo bien manejadas por el personal de las empresas de montaje. Estas áreas son las que primero deben estar operativas debido que el proceso de la cerveza toma alrededor de 14 días desde la preparación hasta que esté lista para el envasado. Para realizar las pruebas con producto se considero un mes, para tener un mejor análisis y control de calidad en cada etapa del proceso. Por lo que la fecha para que el área de packaging este totalmente lista sea el mes de Mayo.

3.2.3 Etapa de Formación de Cultura y Operación Continua:

El proyecto esta centrado en el área de packaging cerveza dado que es el área cuyos resultados influyen más directamente en todos los indicadores de planta, como se pudo observar en la descripción de indicadores corporativos.

Se realiza un análisis de los equipos más críticos según las paradas registradas en los primeros meses

3.3 Análisis y modificación de automatización de Llenadoras

3.3.1 Antecedentes:

Las 2 llenadoras son equipos repotenciados, provenientes de dos plantas donde estaban sin operación varios años, inicialmente presentaban un sistema de transmisión mecánico (hidráulico) y el control de todas las etapas era netamente mecánico, y al ser repotenciados se modifica para que sea por medio de un motor

eléctrico y el control sea realizado por un PLC y sensores de campo, por lo lógica desarrollada por la empresa de montaje no era la adecuada. Y solo nos aseguraba un adecuado funcionamiento a velocidades en el orden de las 12000 bot/h, y con presencia de algunas botellas sin contenido. Utilizando las herramientas de gestión de la empresa se obtienen los siguientes resultados de producción, y además se hace un análisis de los principales problemas que se tienen en la línea de producción. Como se puede apreciar en la tabla 3.2, aunque la producción es bastante baja las pruebas dieron como resultado bastantes problemas con las llenadoras, siendo estos los equipos mas críticos de la línea, además de ser los cuales son el punto de medición de tiempos de producción y paradas.

	May-05	Jun-05	Jul-05	
Eficiencia Línea:	47.99%	53.62%	67.46%	
Confiabilidad:	70.53%	77.85%	81.46%	
Operacionabilidad:	71.52%	71.24%	84.13%	
PL (HL):	272.09	5454.13	21572.10	
DBL:	4.85%	3.32%	1.55%	
EFICIENCIAS	Efic. Llenadora 1:	88.01%	95.24%	98.64%
	Efic. Llenadora 2:	91.41%	96.94%	95.91%
	Efic. Rotuladora 1:	99.63%	100.00%	99.17%
	Efic. Rotuladora 2:	94.97%	83.92%	92.28%
	Efic. Encajonador:	97.56%	92.74%	98.30%
	Efic. Desencajonador:	99.53%	99.60%	99.56%
	Efic. Paletizador:	98.32%	100.00%	98.34%
	Efic. Despaletizador:	100.00%	100.00%	98.91%
CONFIABILIDAD	Conf. Llenadora 1:	92.47%	96.86%	99.28%
	Conf. Llenadora 2:	95.30%	98.49%	97.63%
	Conf. Rotuladora 1:	99.74%	100.00%	100.00%
	Conf. Rotuladora 2:	97.87%	96.39%	96.93%
	Conf. Encajonador:	97.78%	95.71%	99.12%
	Conf. Desencajonador:	99.53%	100.00%	99.59%
	Conf. Paletizador:	98.54%	100.00%	99.08%
	Conf. Despaletizador:	100.00%	100.00%	99.28%

Tabla 3. 2 Indicadores de Eficiencia y Confiabilidad de Mayo a julio del 2005

En la figura 3.2 y 3.3 se presenta las gráficas de las principales curvas de ambas llenadoras donde se ven los minutos por tipo de falla en cada una de ellas.

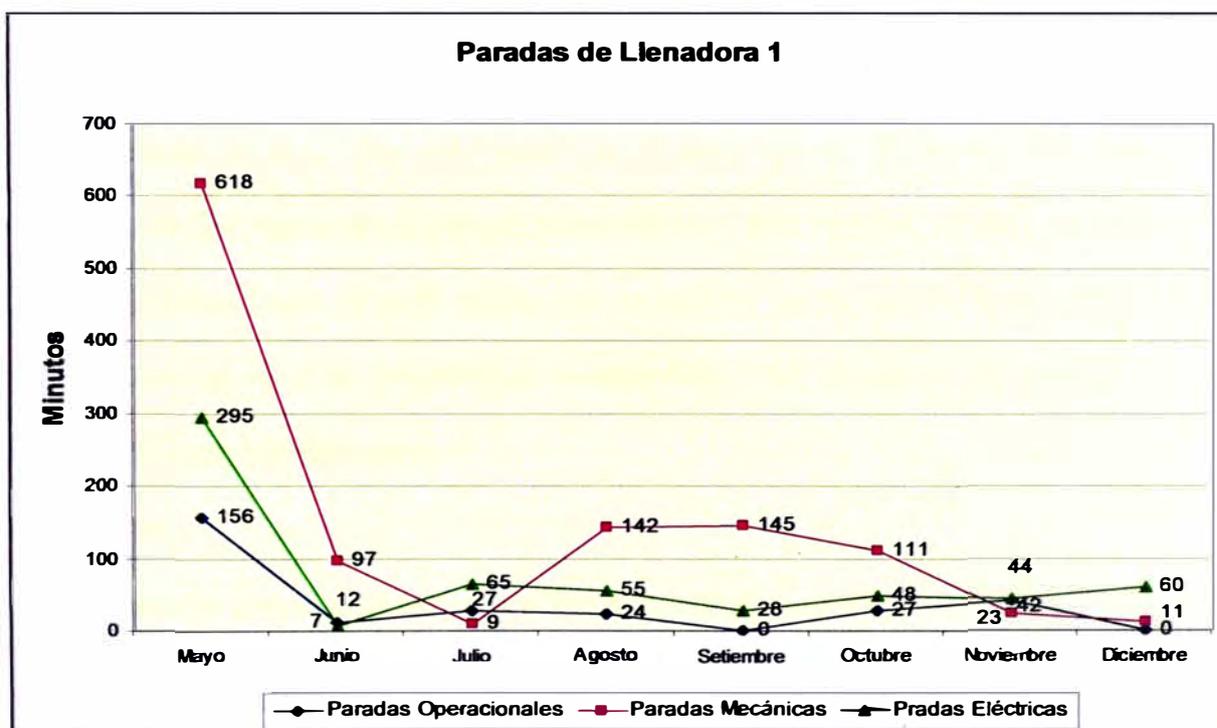


Fig. 3.2 Gráficos de paradas por tipo de falla de llenadora 1

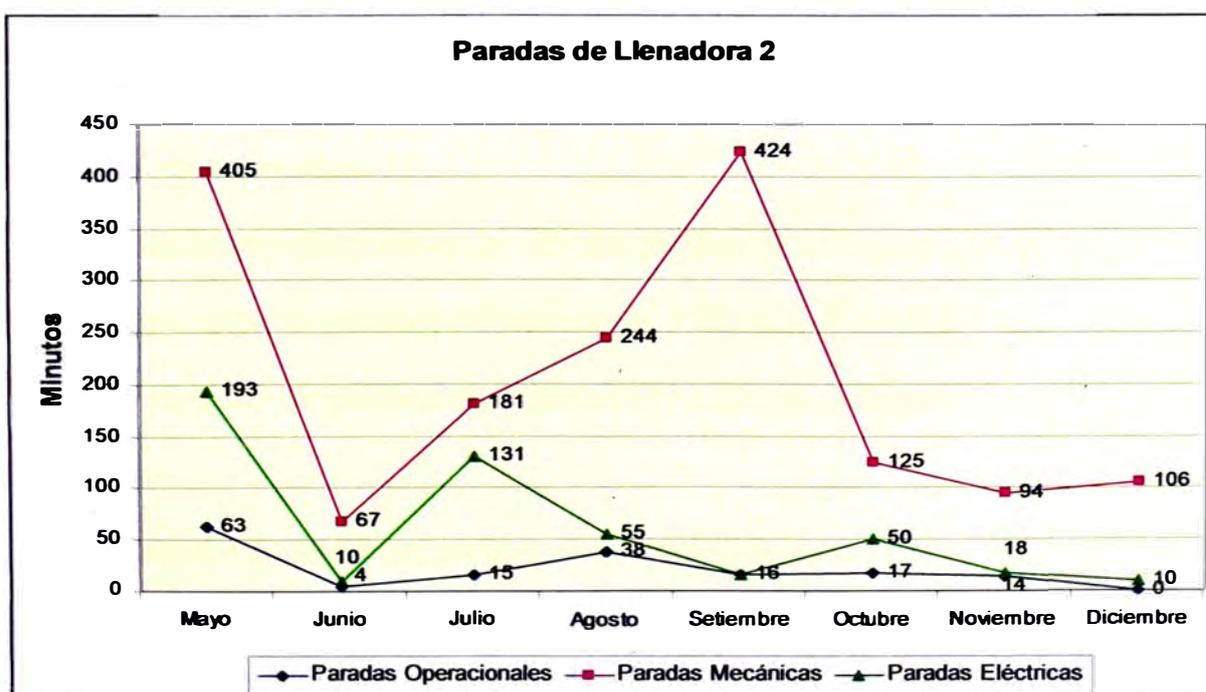


Fig. 3.3 Gráficos de paradas por tipo de falla de llenadora 2

Como se observa al inicio se tuvo demasiados tiempos acumulados tanto en la parte eléctrica, mecánica y operacional, A partir de eso se hizo trabajos en Mayo en ambas llenadoras que bajaron en parte los problemas, pero no garantizaban nada, por lo que en Julio se hace una remodelación de la llenadota 2 que es la mas crítica y seguidamente en la 1, hay que tener en cuenta que en Junio aunque mejoro la situación de los equipos es porque solo trabajo poco tiempo y tanto la operación como mantenimiento conca mejor la maquinas, pero en Julio los problemas aumentaron ya que la producción cuadriplico. Los defectos observados en el arranque fueron los siguientes:

Mecánicas:

- Inundación de cúpula por problemas con boyas de nivel (124 min. Llenadora 1, 22 min. Llenadora 2).
- Atoro de chapas en los carriles de taponador (24 min. Llenadora 1, 112 min. Llenadora 2).
- Atoro de botellas en transporte de ingreso a llenadota (67 min. Llenadora 1, 28 min. Llenadora 2).
- Cambio de componentes de válvulas de llenado (210 min. Llenadora 1).
- Reparación de pistones elevadores (84 y 31 min. Llenadora 1 y 2).
- Reparación de pistones taponadores (49 y 25 min. Llenadora 1 y 2).

Eléctricas:

- Sensores de metal con problemas de enclavamiento y parada de maquina (29 min. Llenadora 1, 22 min. Llenadora 2).
- Sensor detector de botellas al ingreso de la maquina falla (36 min. Llenadora1, 8 min. Llenadora2).

- Sensor detector de tapa falla a al salida de la llenadota (10 min. Llenadora 1).
- Sensor de apertura de barboleta (158 min. Llenadora 1, 98 min. Llenadora2).
- Falta de regulación de bomba de HDE para control del chorro de agua (39 min. Llenadora 1, 55 min. Llenadora 2).

Como se observa las fallas mecánicas y eléctricas principales se deben principalmente a un inadecuado estado de los equipos, los problemas mecánicos principalmente por estado y condiciones de determinados componentes que fueron cambiándose paulatinamente, y en la parte eléctrica por un mal concepto de automatización.

3.3.2 Análisis de las probables causas y medidas de acción a realizar:

Se desarrollo un grupo de mejora de resultados con participación principalmente de personal de mantenimiento eléctrico y con la colaboración de personal de operación y mantenimiento mecánico en determinados momentos.

En la figura 3.4 se muestra el análisis de causa-efecto o Hishikawa, que se realizo con el equipo de proyectos, posteriormente se muestra el uso de herramientas como priorización de causas (figura 3.5), diagrama de pareto (figura 3.6) y 5 Porqués (figura 3.7).

Después del análisis se muestra las trabajos que se ejecutaran para poder garantizar una adecuada implementación de la lógica de control y fácil acceso para detección de fallas en el equipo.

ANÁLISIS CAUSA - EFECTO

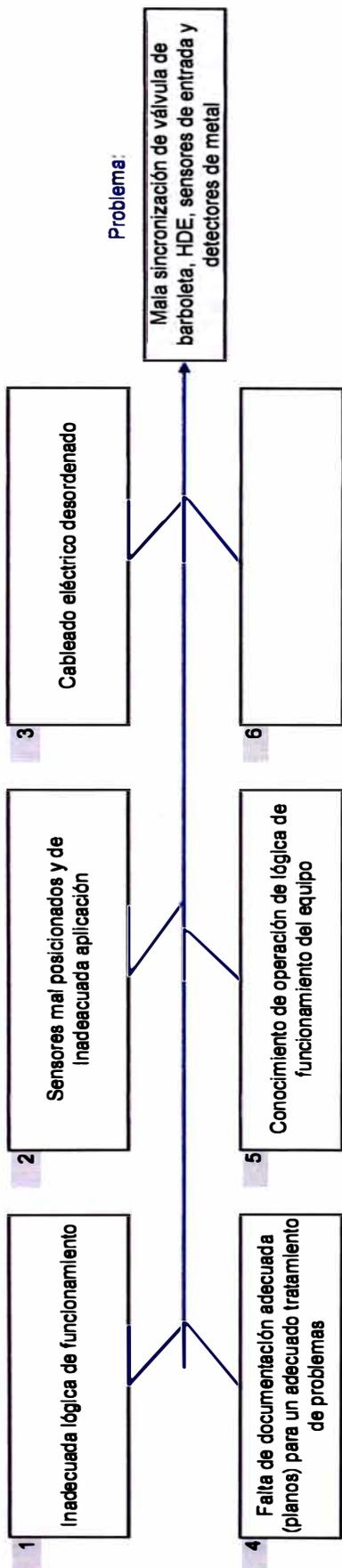


Fig. 3.4 Análisis Causa Efecto para problema principal de automatización y sincronismo de válvula de llenado

PRIORIZACION DE CAUSAS

Causa:
Inadecuada lógica de funcionamiento
Sensores mal posicionados y de inadecuada aplicación
Cableado eléctrico desordenado
Falta de documentación adecuada (planos) para un adecuado tratamiento de
Conocimiento de operación de lógica de funcionamiento del equipo
0

Gravedad	Urgencia	Tendencia
5	5	5
5	5	5
5	5	5
3	3	1
1	1	3

Total	Porcent.	Pareto
15	26,32%	26,32%
15	26,32%	52,63%
15	26,32%	78,95%
7	12,28%	91,23%
5	8,77%	100,00%
0	0,00%	

57

- 5 Fuerte
- 3 Intermedia
- 1 Poca
- 0 Ninguna

Fig. 3.5 Diagrama de Priorización de posibles causas analizadas

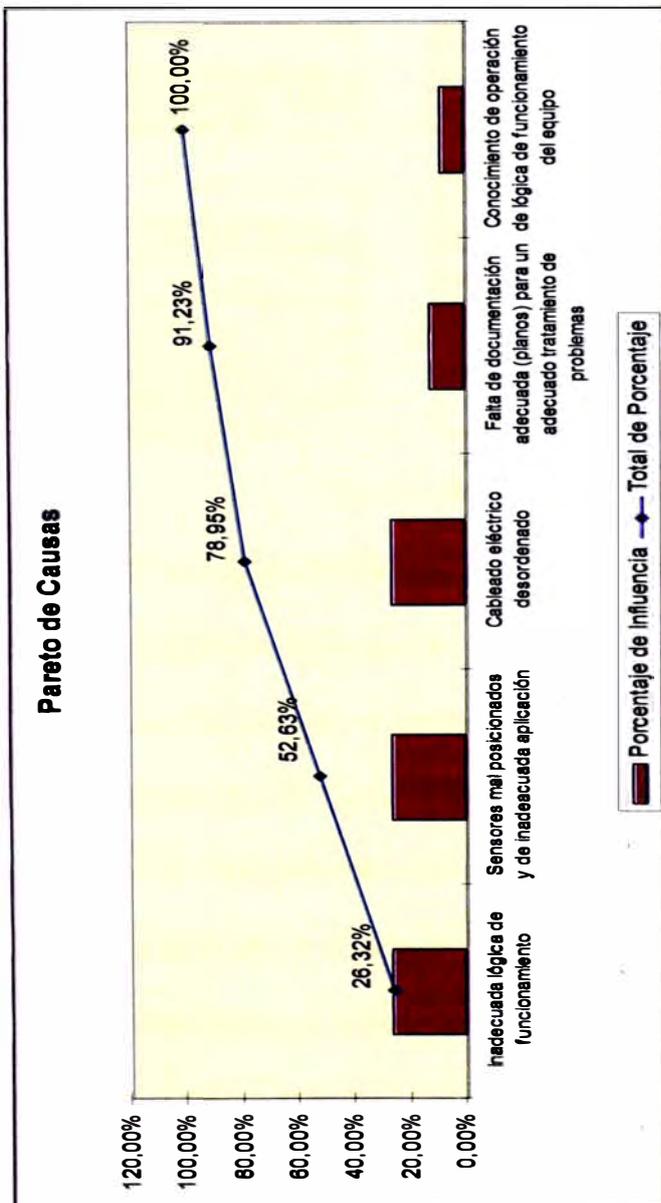


Fig. 3.6 Diagrama de Pareto de posibles causas analizadas

5 PORQUES

Porque?	Motivo	Que hacer:
<p>Inadecuada lógica de funcionamiento</p> <p>Se tiene una lógica basada en retardos para apertura de barboleta</p> <p>Proveedor propone que con retardos de tiempos se controle acciones</p> <p>Falta de interpretación del funcionamiento de la maquina</p> <p>Experiencia en montaje, pero no en repotenciación de llenadoras</p>	<p>Se tiene una lógica basada en retardos para apertura de barboleta</p> <p>Proveedor propone que con retardos de tiempos se controle acciones</p> <p>Falta de interpretación del funcionamiento de la maquina</p> <p>Experiencia en montaje, pero no en repotenciación de llenadoras</p>	<p>Cambio de la lógica de la maquina, basandose en sincronización de detección de botellas y de válvulas de llenado, para tener conocimiento exacto de la posición de la botella en la llenadora y realizar apertura o cierre de la barboleta, así como la regulación del HDE, por conocer velocidad real, y presencia exacta de botellas</p>
<p>Porque?</p> <p>Sensores mal posicionados y de inadecuada aplicación</p> <p>Estan posicionados para detectar botellas al ingreso solamente</p> <p>trabajo con retardos, a partir de la detección de sensores</p> <p>inadecuada lógica de funcionamiento</p> <p>lógica basada en retardos de tiempos para las acciones de control</p>	<p>Motivo</p> <p>Estan posicionados para detectar botellas al ingreso solamente</p> <p>trabajo con retardos, a partir de la detección de sensores</p> <p>inadecuada lógica de funcionamiento</p> <p>lógica basada en retardos de tiempos para las acciones de control</p>	<p>Que hacer:</p> <p>Definir lógica de funcionamiento y la mejor posición de la sensores y los que realmente deben ser utilizados para la aplicación utilizada</p>
<p>Porque?</p> <p>Cableado eléctrico desordenado</p> <p>Proveedor no cuenta con planos eléctricos</p> <p>Por apuro de trabajos ha realizado las conexiones sin planos</p> <p>La repotenciación no fue bien definida, se hizo conexiones en arranque</p> <p>Falta de conocimiento de la maquina y principio de funcionamiento</p>	<p>Motivo</p> <p>Proveedor no cuenta con planos eléctricos</p> <p>Por apuro de trabajos ha realizado las conexiones sin planos</p> <p>La repotenciación no fue bien definida, se hizo conexiones en arranque</p> <p>Falta de conocimiento de la maquina y principio de funcionamiento</p>	<p>Que hacer:</p> <p>Se replantea con primer punto recablear íntegramente toda la maquina y a la vez realiza levantamiento de planos, a la vez que personal de mantenimiento conozca mas profundamente principio de funcionamiento de maquina y conozca eléctricamente el equipo</p>

Fig. 3.7 Análisis de 5 Porqués

Se definió realizar la implementación de las acciones en el siguiente orden:

- Recableado eléctrico de ambas llenadoras, esto se hizo a finales de Mayo, esto nos permitió conocer más profundamente a los equipos, y equipos como detectores de metal y de botellas puedan ser corregidos y cambiados para evitar tener paradas innecesarias.
- Cambio de la lógica de funcionamiento basándose en una sincronización de pulsos entre la botella de entrada y las posición de las válvulas de esta forma se podía conocer la posición en tiempo real de las botellas en la maquina y según eso definir principalmente la apertura y cierre de barboleta, control del chorro del HDE dado que contábamos con la velocidad real de botellas y

tener una presión mas estable de chorro, así como tener un mayor control de la producción.

3.3.3 Secuencia Lògica de Funcionamiento de Llenadora:

La llenadora cuenta con válvulas las cuales tiene una secuencia de trabajo, denominadas etapas de llenado y se van dando durante el giro de la llenadora y la botella recorre todo periferia, las etapas de llenado son las siguientes:

1. ***Pre – Evacuación:*** cuando la botella entra llena de aire, primero un sistema de vació se activa por medio de un pin de que contiene un resorte. Se trata de sacar la totalidad de aire del contenido de la botella.
2. ***Enjuague con CO2:*** luego ingresa el CO2, que reencuentra en la cúpula de la llenadora, el CO2 empuje el resto de aire al pico.
3. ***Evacuación:*** Luego entra en funcionamiento el sistema de vació por medio de pines de vació.
4. ***Presurización:*** Se realiza por medio de ingreso de CO2 de la cúpula esto se hace por medio de una activación de la barboleta, esta mariposa, cuando se activa sin presencia de botellas podría causar una descompensación de la contrapresión en la cúpula, originando inundaciones de cúpula o variación en el nivel de llenado.
5. ***Llenado:*** al igualarse las presiones interna de la botella y de la cúpula, la cerveza comienza a descender por los bordes de los tubos de venteo, esta etapa se da hasta que el nivel de la botella llegue a cubrir el tubo de venteo.
6. ***Estabilización:*** cuando se llega al nivel, la botella llega a estabilizar su nivel.

7. **Cierre de barboleta:** cuando estabiliza se cierra la válvula de barboleta para dejar de comunicar la cúpula y la botella.
8. **Alivio:** antes de liberar la botella por medio de un pin de alivio iguala la presión de la botella con la del ambiente, para no causar contrapresiones y derrame de producto.

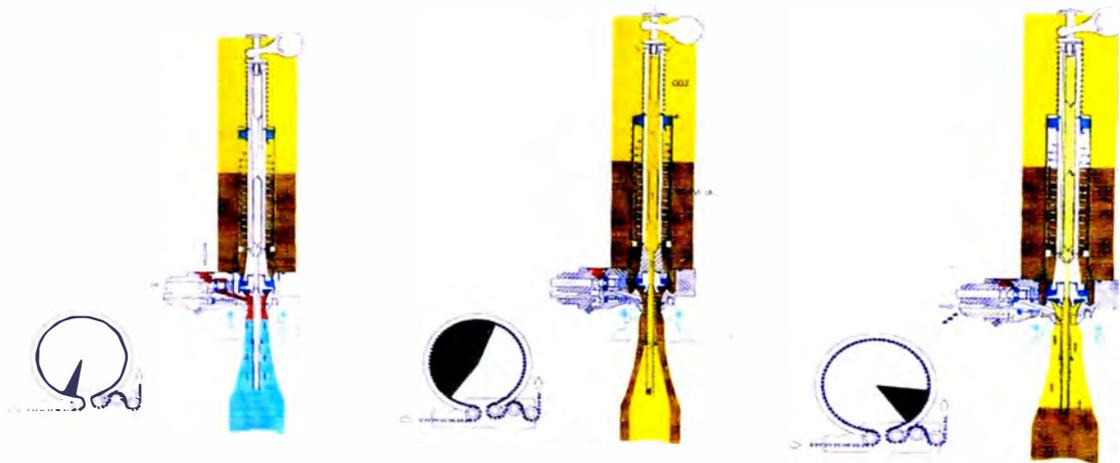


Fig. 3.8 Secuencias de pre-evacuación, llenado y cierre de Barboleta

Como se observa en las etapas de llenado la importancia de la sincronización de la apertura y cierre de la válvula de barboleta. Por lo que se decide instalar sensores de detección de ingreso de botellas, uno de sincronización de barboletas, y por medio de pulsos sincronizamos la posición de la botella dentro de la llenadora, de esa forma se activa o desactiva la válvula de barboleta. La detección de botellas nos dará la velocidad real de botellas y con esa variable podremos controlar la presión del HDE y de la activación del chorro. En la figura 3.8 se muestra algunas de las etapas.

El sensor de sincronismos se colocó inicialmente en la barboleta pero ocasionaba muchos problemas por desnivel de la cúpula y constante ruptura de sensores y cables

por lo que en noviembre y diciembre se paso al gusano de ingreso, donde no había problemas de roturas. En las figuras 3.9 y 3.10, se muestran los sensores de detección de botellas y sincronismo.

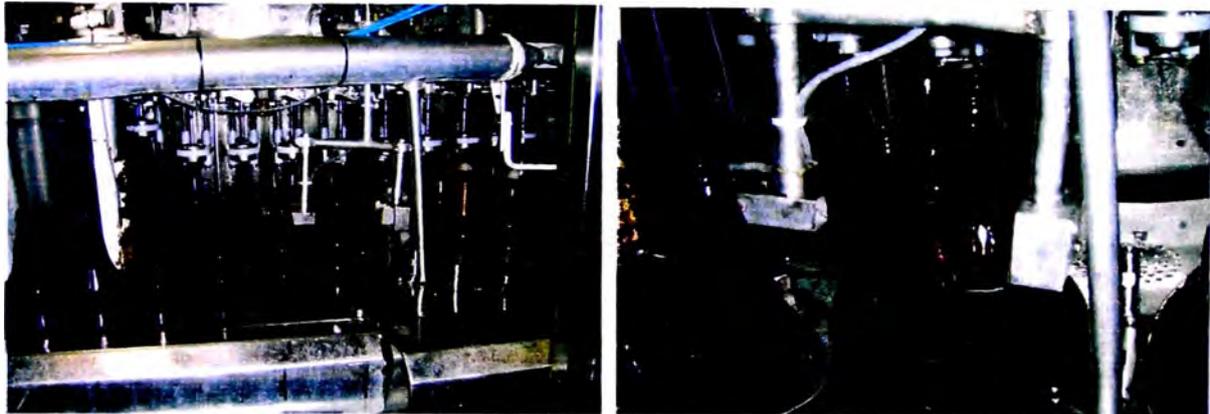


Fig. 3.9 Sensor de detección de botellas al ingreso de llenadoras

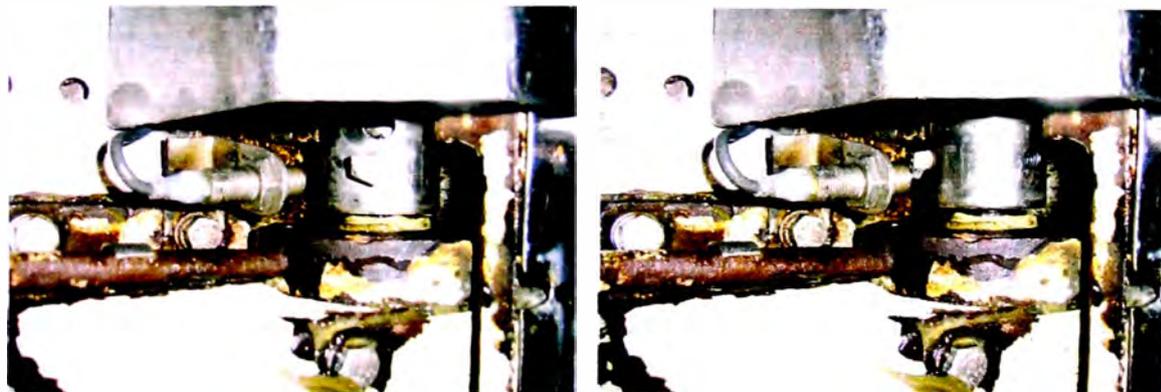


Fig. 3.10 Sensor de sincronismo colocado en el sinfín de entrada a llenadora

3.3.4 Resultados obtenidos:

Los resultados se observan inmediatamente y después por problemas de desnivel de cúpula se incrementan pero con la nueva posición del sensor de sincronismo, el problema es mínimo. Se muestran a continuación resultados de las fallas eléctricas hasta diciembre en las llenadoras en las figuras 3.11 y 3.12, y los resultados de

eficiencia y confiabilidad de la línea en general en este periodo se muestran al final de las aplicaciones en la figura .

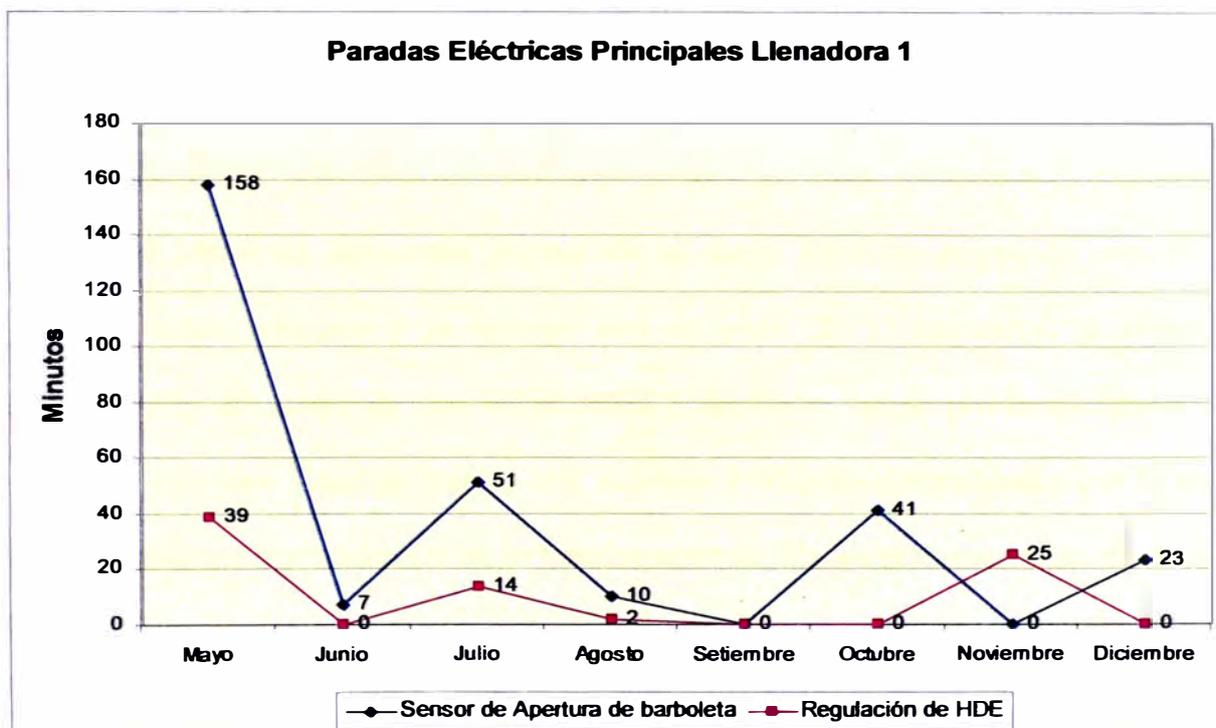


Fig. 3.11 Tiempo de parada de Llenadora 1 por problemas eléctricos principales

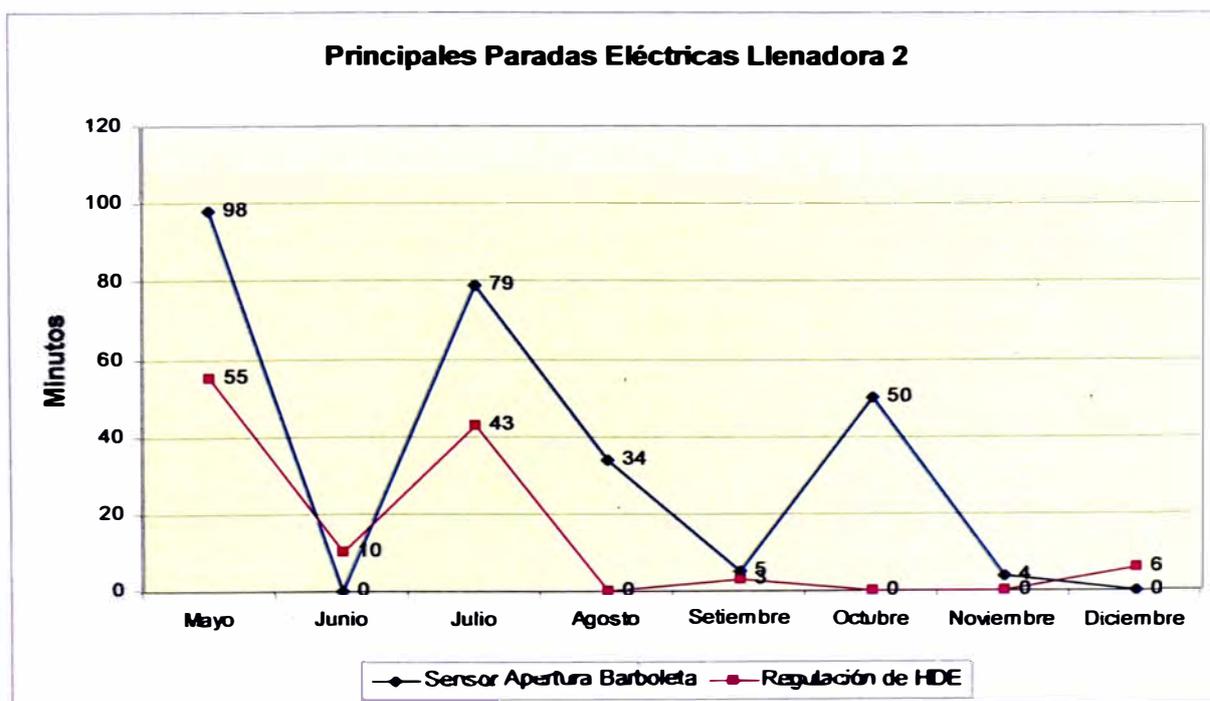


Fig. 3.12 Tiempo de parada de Llenadora 2 por problemas eléctricos principales

3.4 Análisis y modificación de automatización de encajonador y desencajonador

3.4.1 Antecedentes:

Tanto el encajonador como el desencajonador vienen de ser repotenciados, además se observa que la velocidad nominal conseguida esta muy ajustada a la requerida para poder tener un desarrollo normal de la línea. El ciclo requerido era de 8 segundos como máximo y se entrego con un ciclo de 12 segundos, el sistema trabajaba con un motor de dos velocidades y un freno, no se puede modificar la velocidad máxima. También trabaja con sensores y retardos determinados por lo que había muchos tiempos muertos en su funcionamiento. En los primero meses no es tan notorio el estado del encajonador y desencajonador, pero a medida que las llenadotas consiguieron mejores resultados, se aprecio. Se presentan el análisis de la cantidad de paradas ya sean mecánicas, eléctricas u operacionales. En las figuras 3.13 y 3.14 se muestran los tipos de paradas de cada maquina.

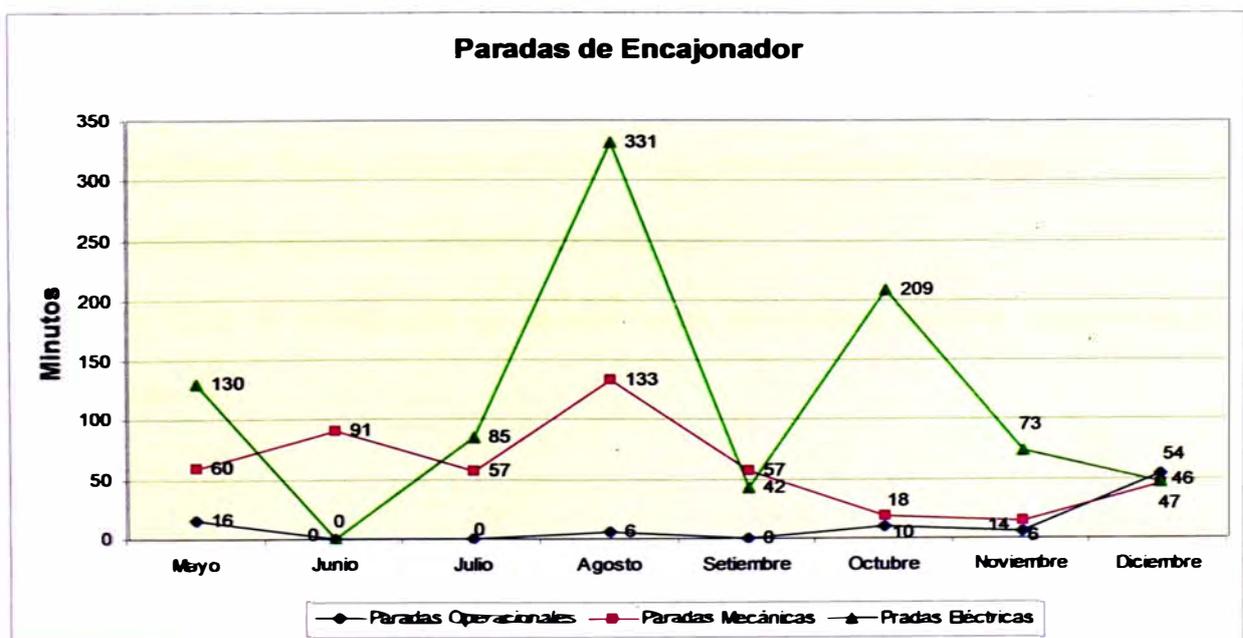


Fig. 3.13 Tipos de paradas y tiempos en el encajonador de Mayo-Diciembre 2005

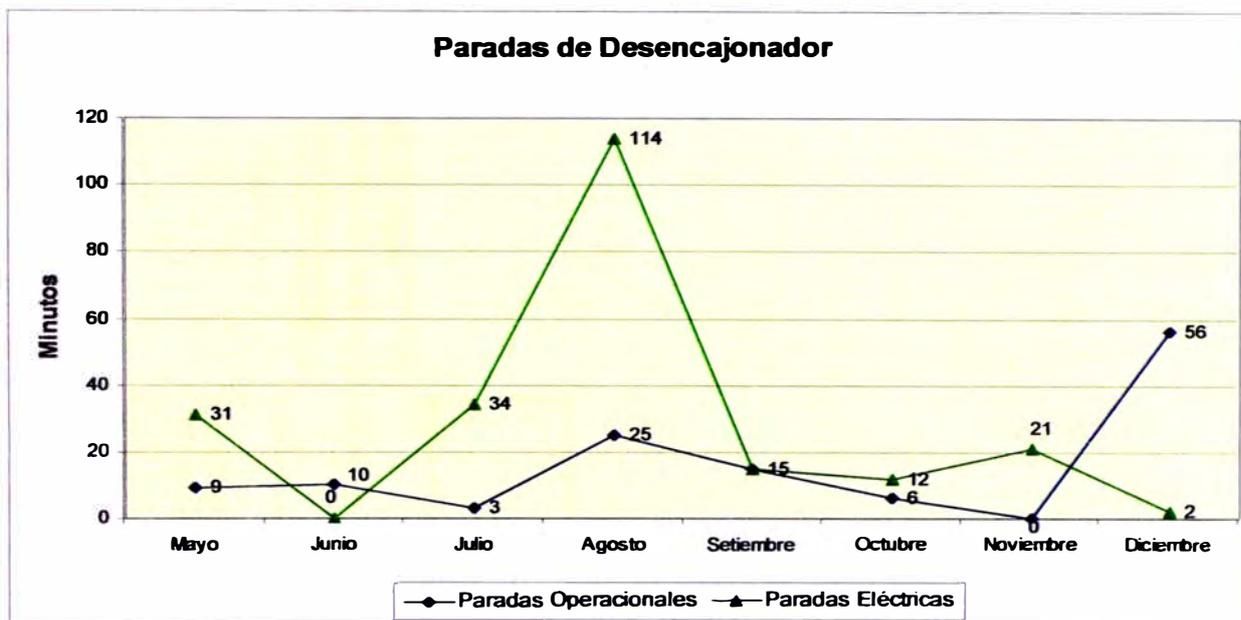


Fig. 3.14 Tipos de paradas y tiempos en el desencajonador de Mayo-Diciembre 2005

3.4.2 Análisis de las probables causas y medidas de acción a realizar:

Como se observa las paradas eléctricas son las principales y sobre todo en la programación ya que se tiene las siguientes principales paradas eléctricas:

- Perdida de lógica por el inadecuado ingreso de cajas, ya sea a destiempo o cajas viradas.
- Perdida de lógica con desfocalización de sensor de mesa de carga.
- Perdida de lógica por sensores de cabezal.
- Un ciclo de encajonado demasiado largo, se observa tiempos muertos en el ciclo.

Se presenta el análisis de causa de fallas en la figura 3.15, la priorización de causas en la figura 3.16, el diagrama de pareto en la figura 3.17 y los 5 porqués en la figura 3.18.

ANALISIS CAUSA - EFECTO

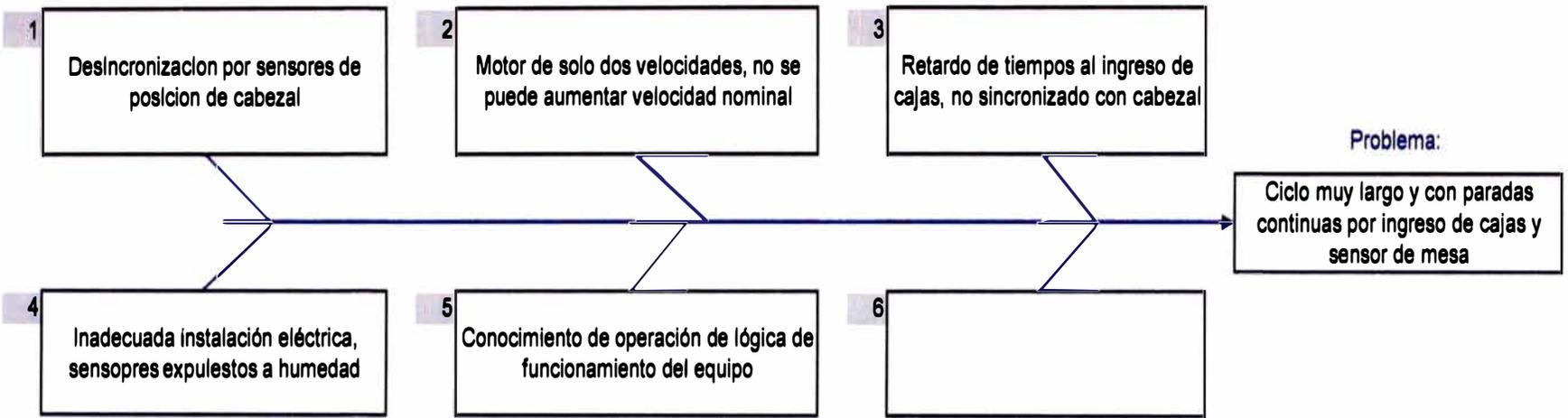


Fig. 3.15 Análisis Causa Efecto para problema principal de automatización y sincronismo de encajonador

PRIORIZACION DE CAUSAS

Causa:
Desincronizacion por sensores de posicion de cabezal
Motor de solo dos velocidades, no se puede aumentar velocidad nominal
Retardo de tiempos al ingreso de cajas, no sincronizado con cabezal
Inadecuada instalacion eléctrica, sensores expuestos a humedad
Conocimiento de operacion de lógica de funcionamiento del equipo
0

Gravedad	Urgencia	Tendencia
5	5	5
5	5	5
5	5	5
3	3	1
1	1	3

Total	Porcent.	Pareto
15	26.32%	26.32%
15	26.32%	52.63%
15	26.32%	78.95%
7	12.28%	91.23%
5	8.77%	100.00%
0	0.00%	

57

- 5 Fuerte
- 3 Intermedia
- 1 Poca
- 0 Ninguna

Fig. 3.16 Priorización de las principales causas analizadas para encajonador

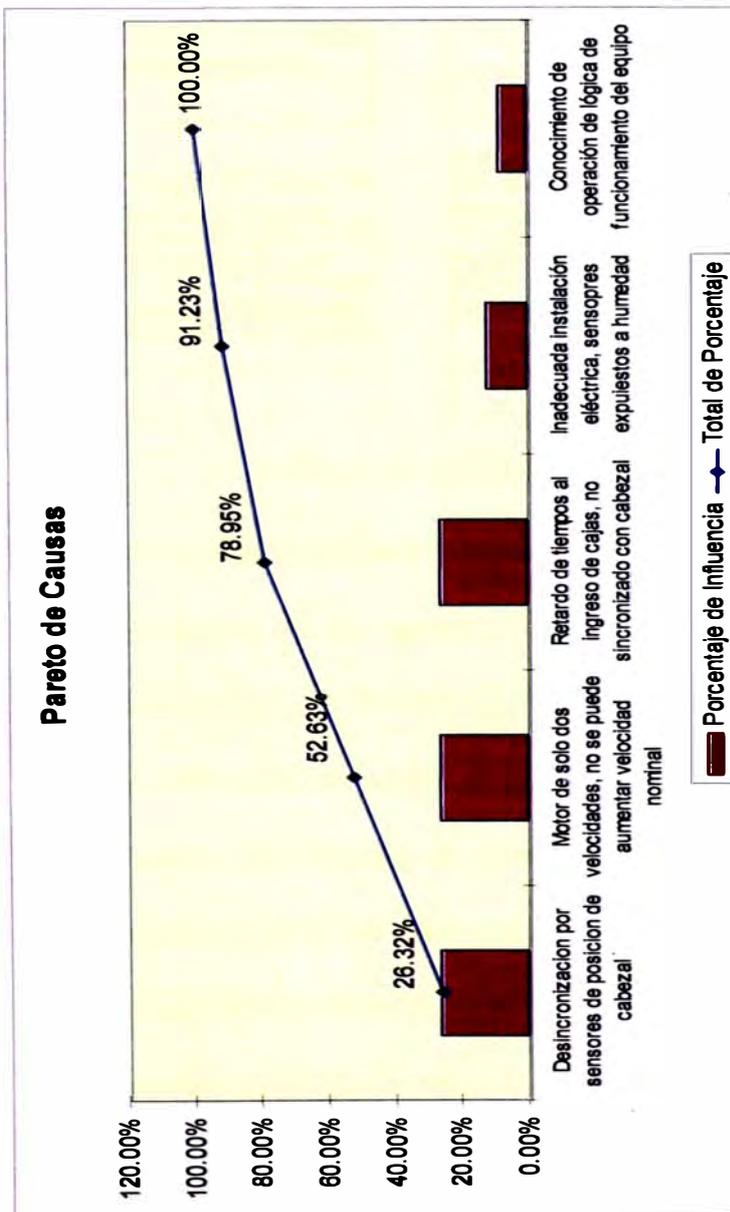


Fig. 3.17 Pareto de principales causas de problemas en encajonador

5 PORQUES

Porque?	Motivo	Que hacer:
Desincronizacion por sensores de posicion de cabezal Se tiene sensores en posiciones fijas la lógica para apoertura y cierre de tulipas es a partir de sensores Lógica basada en retardos, de estos sensores 0	Se tiene sensores en posiciones fijas la lógica para apoertura y cierre de tulipas es a partir de sensores Lógica basada en retardos, de estos sensores 	Cambio de la lógica de la maquina, basandose en sincronización conociendo la posición del cabezal, por medio de un piñon en el eje principal y con un sensor inductivo para contar los pulsos y un cero fijo para saber cuando cimienza la cuenta.
Motor de solo dos velocidades, no se puede aumentar velocidad nominal Se considero una velocidad menor No se puede controlar el cabezal por la inercia del mismo El peso del cabezal y las botellas requiere un sistema especial de	Se considero una velocidad menor No se puede controlar el cabezal por la inercia del mismo El peso del cabezal y las botellas requiere un sistema especial de frenado 	Se instalará un variador de velocidad y un sistema de frenado dinamico por medio de resistencias. El variador será de torque variable para poder responder adecuadamente a los requerimientos.
Retardo de tiempos al ingreso de cajas, no sincronizado con cabezal Se considera que para que el ciclo comienza cuando se llene la mesa La mesa se llena en un tiempo, cuando es detectado el paso de caias Ingreso desincronizado con posición de cabezal 0	Se considera que para que el ciclo comienza cuando se llene la mesa La mesa se llena en un tiempo, cuando es detectado el paso de cajas Ingreso desincronizado con posición de cabezal 	Se pone sensores adecuados para el ingreso de cajas y se poloca piston con sujetador de cajas, asi como se sincronisa el ingreso de cajas con la posicion de cabezal. Para poder coenzar a ingresar botellas apenas se sacan las botellas de la caja

Fig. 3.18 Análisis de 5 Porqués

Se define hacer los siguientes trabajos:

- Instalación de un variador de velocidad para poder subir la velocidad del cabezal, con un sistema de frenado dinámico por medio de resistencias, el variador debe ser para un torque variable
- Cambio del sistema de sincronización, de un sensor en posición fija y retardos a partir de estas posiciones, por un piñón con sensores de detección de los pulsos y un cero, para conocer la posición del cabezal continuamente.
- Sincronización de la entrada de cajas con la posición del cabezal para poder reducir el tiempo del ciclo.

- Instalación de conductores eléctricos para ordenar el tablero y realizar las modificaciones en la maquina.
- Colocar un panel para poder señalar la posición del cabezal, así como para señalar las fallas del equipo y poder arrancar ambas maquinas desde cualquiera de las dos.

Los sensores que controlaban antes el cabezal calculaban la posición por medio de retardos y un pulso de ingreso y otro para seguridad. Mientras la nueva lógica incluye un sensor de sincronismo y uno de cero, con lo que siempre se conoce la posición exacta del cabezal y se puede optimizar tiempos, además se instalo un panel que posibilita manipular ambas maquinas desde un mismo panel y ver todas las alarmas, eso ayuda q la facilidad de la operación.

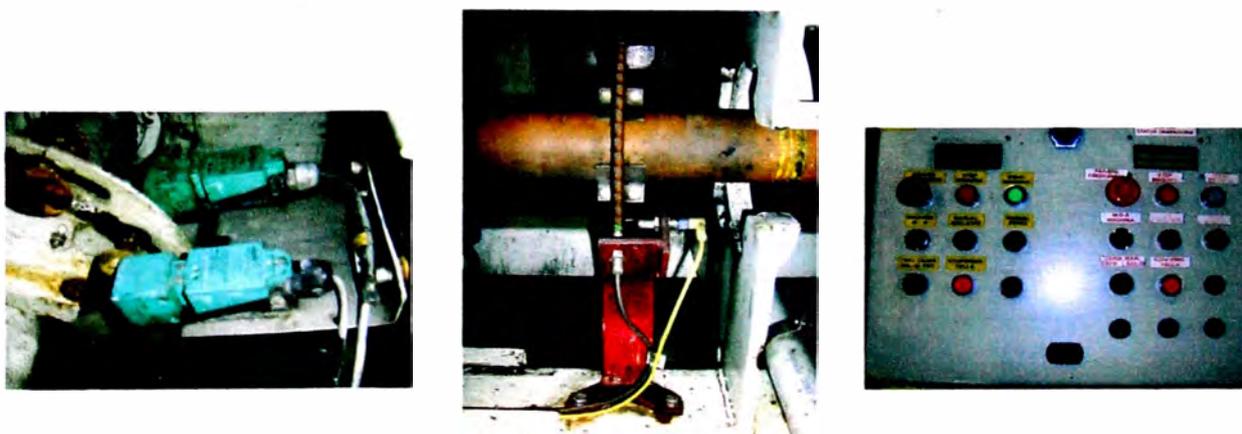


Fig. 3.19 Sensores originales, propuestos y panel de mando instalado

3.4.3 Resultados Obtenidos:

Como resultados obtenidos, el número de paradas baja terriblemente, así como la eficiencia de la línea en general. Se muestra el histórico de las paradas eléctricas en el año. Cabe resaltar que en el año 2006 se cuenta por pocas paradas por encajonador

y desencajador por paradas de línea. Los trabajos comenzaron en el desencajador entre agosto y setiembre, mientras en el encajonador se realizaron entre octubre y noviembre, debido a que en octubre el problema paso a ser principalmente los transportadores de ingreso a las etiquetadoras que se encuentra antes de la encajonadora, por lo que no se noto su importancia.

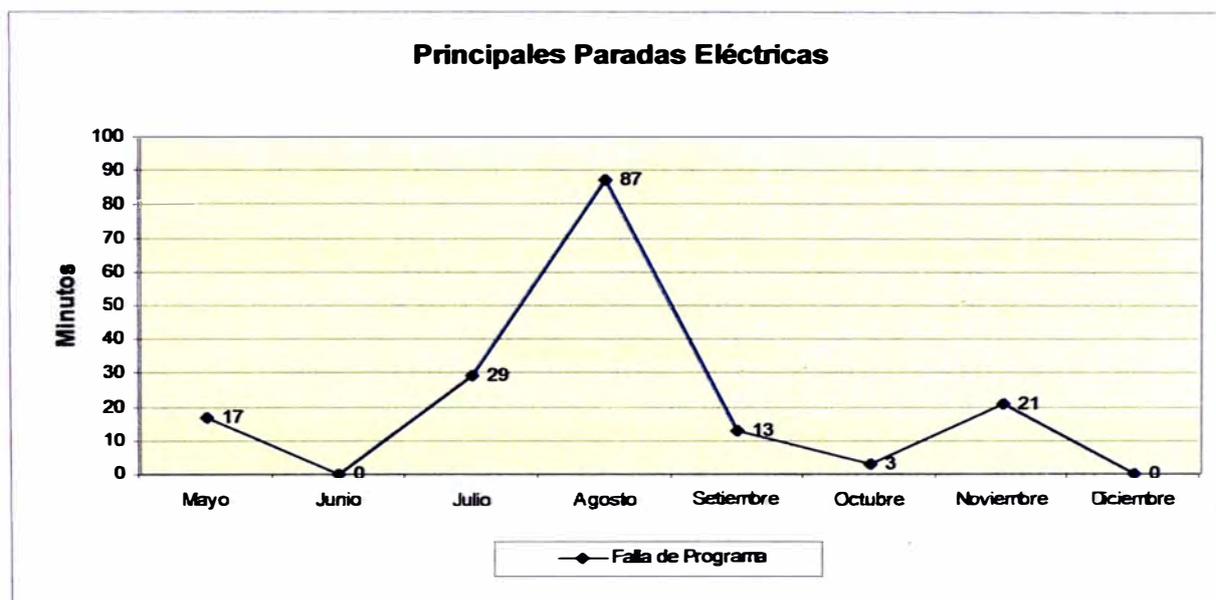


Fig. 3.20 Parada principal de encajonador

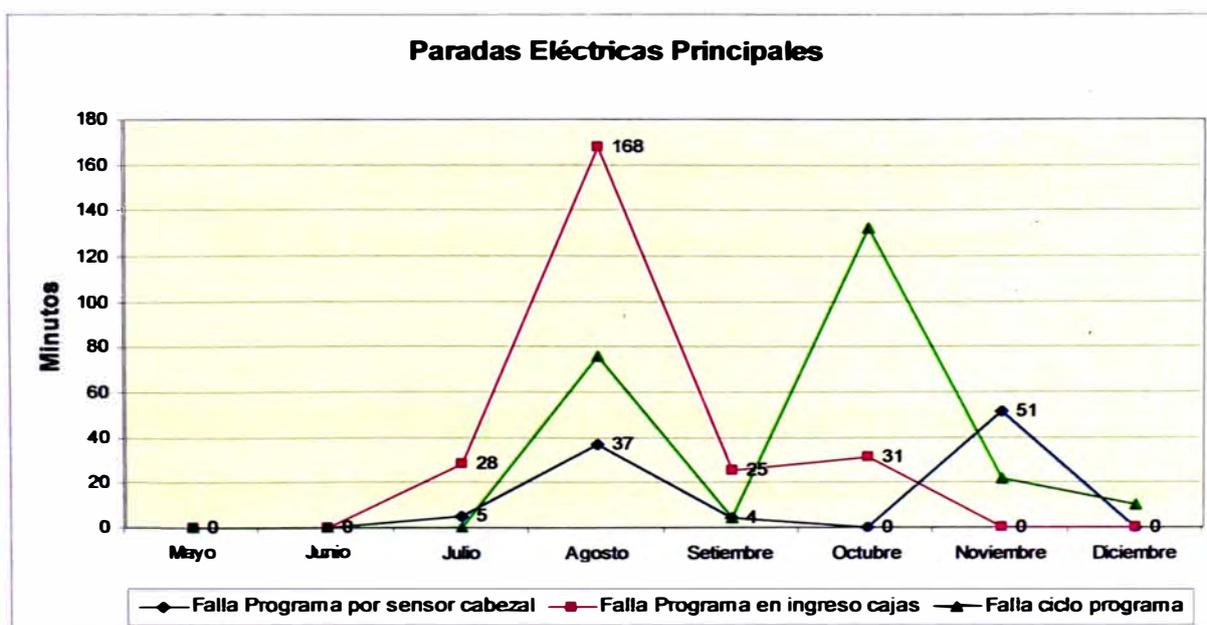


Fig. 3.21 Parada principal de desencajador

3.5 Análisis y modificación de alineadores de botellas

3.5.1 Antecedentes:

A medida que se va trabajando en las otras maquinas, la eficiencia de la línea va mejorando y aparecen nuevos equipos, que los convierten en nuevos cuellos de botella. Las llenadoras al trabajar adecuadamente requerían un ingreso constante de botellas, por lo que el desencajonador pasó a ser trabajado, luego las botellas no llegaban a alinearse adecuadamente al ingreso de las rotuladoras, esto se observa más en la rotuladora 2. En la figura 3.22 se muestra los tipos de paradas del alineador.

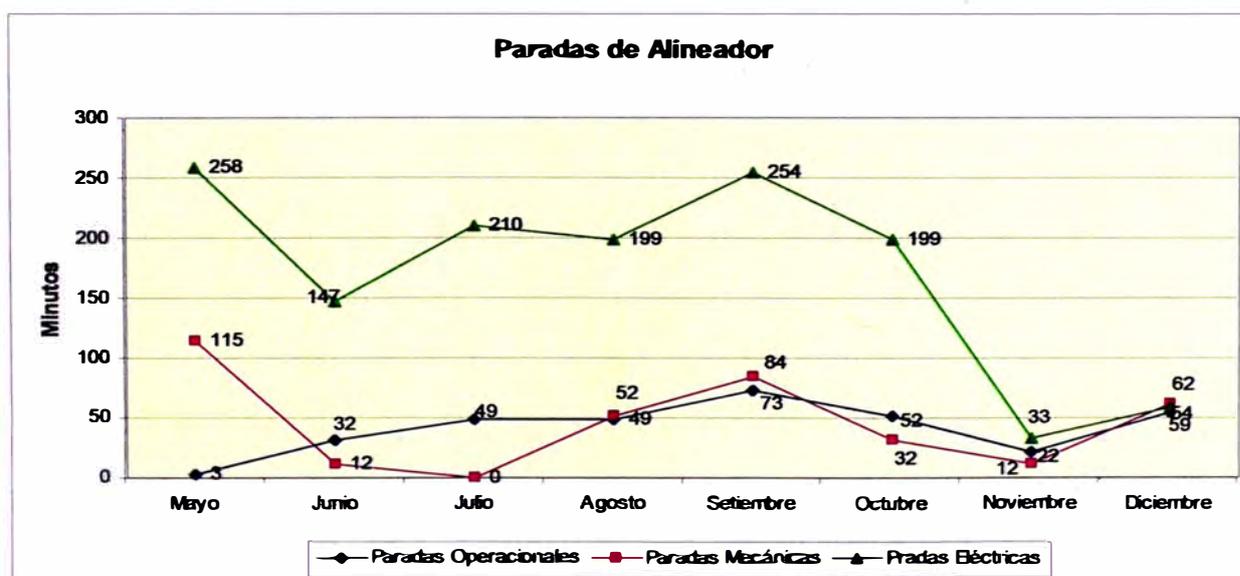


Fig. 3.22 Tipos de paradas de alineadores de etiquetadoras

3.5.2 Análisis de las probables causas y medidas de acción a realizar

Se formo un grupo de trabajo con personal de mantenimiento principalmente de mantenimiento eléctrico, para ver este problema. El trabajo consistió en un desarrollo tanto de la parte mecánica y eléctrica, ya que no se contaba con las condiciones adecuadas para realizar el control de los equipos.

ANALISIS CAUSA - EFECTO

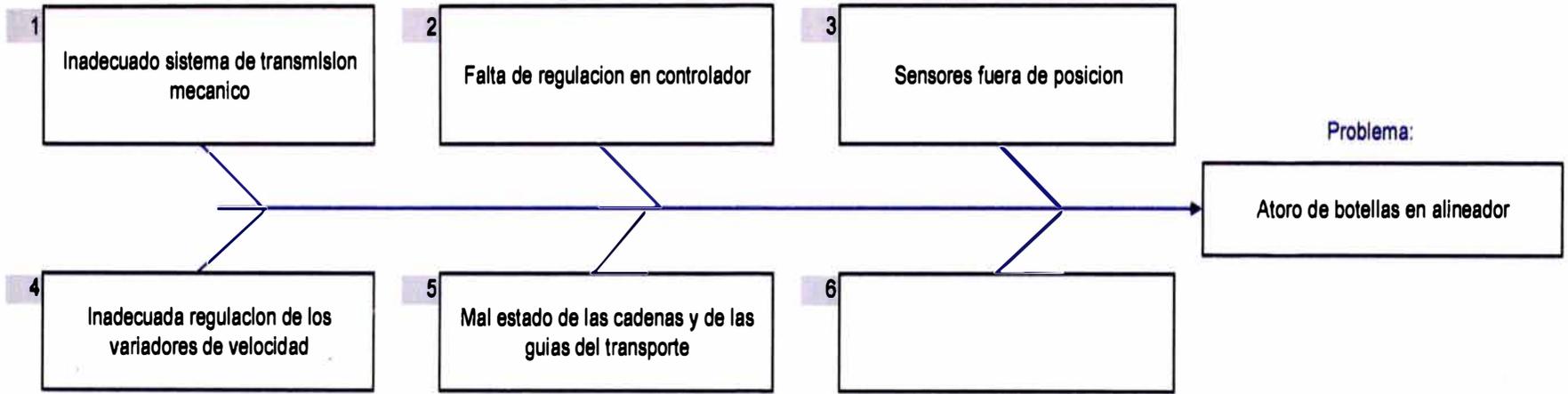


Fig. 3.23 Analisis Causa Efecto para problema de sincronismo de alineador

PRIORIZACION DE CAUSAS

Causa:	Gravedad	Urgencia	Tendencia	Total
Inadecuado sistema de transmision mecanico	5	5	5	15
Falta de regulacion en controlador	3	5	5	13
Sensores fuera de posicion	3	3	3	9
Inadecuada regulacion de los variadores de velocidad	3	3	3	9
Mal estado de las cadenas y de las guias del transporte	3	1	3	7
0				0

5	Fuerte
3	Intermedia
1	Poca
0	Ninguna

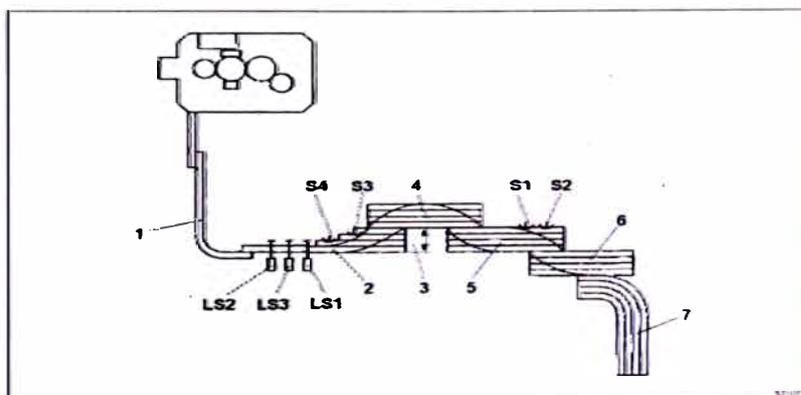
5 PORQUES

Porque?	Motivo	Que hacer:
Inadecuado sistema de transmision mecanico	Relacion de velocidades en ciertos puntos fuera de normal	Revisar todos los sistemas de Transmision y comparar con algun sistema de trabajos sin problemas.
Relacion de velocidades en ciertos puntos fuera de normal	Mala distribucion de velocidades nominales	
Mala distribucion de velocidades nominales	relaciones de transmision inadecuadas	
relaciones de transmision inadecuadas		
0		

Fig. 3.24 Priorización de análisis de causas v tablas de 5 porqués

Primero se definió cual era principio de funcionamiento y la función de cada componente:

Fig. 3.25 Sistema Alineador de botellas al ingreso de etiquetadoras

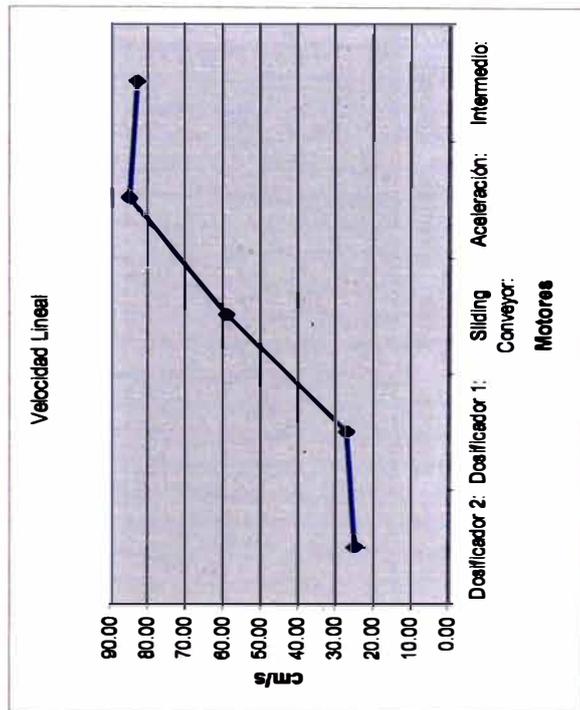
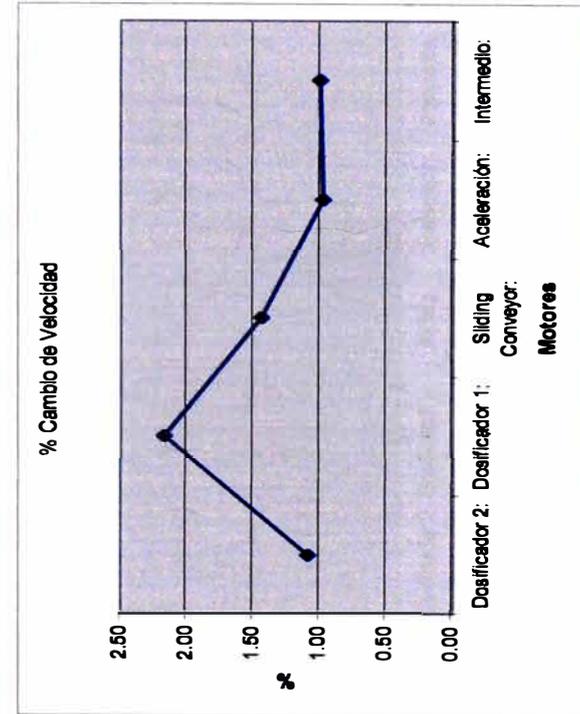


- 1 Cadena intermedia: trabaja en sincronismo con las etiquetadoras.
- 2 Cadena aceleración: genera el alineamiento y la separación de las botellas

- 3 Cadena de traspaso: rompe el paquete de botellas, normalmente inclinada.
- 4 Dosificador 1: mantienen las botellas juntas antes del alineamiento.
- 5 Dosificador 2: tiene la misma función que el dosificador 1.
- 6 Transporte de alimentación: alimenta las botellas de la línea.

VELOCIDADES DE GUIDELINER INSPECTORA DE BOTELLAS

Tag	RPM Motor	Reducción	Salida Reductor (RPM)	Dientes Entrada	Dientes Salida	Velocidad al Eje (RPM)	Diametro Pinon (pulg)	Velocidad Lineal (cm/s)	% Cambio de Velocidad
Dosificador 2:	M543 - M501115	38.00	45	16	19	37.9	5	25.20	1.08
Dosificador 1:	M553 - M501116	29.69	58	17	24	41.1	5	27.32	2.17
Sliding Conveyor:	M563 - M501117	11.84	144	13	21	89.1	5	59.28	1.44
Aceleración:	M693 - M501118	11.84	144	16	18	128.0	5	85.12	0.98
Intermedio:	M537	13.64	125			125.0	5	83.12	1.00



*Fig. 3.26
Curva de Velocidad y Aceleración porcentual del alineador de inspector electrónico*

Se definió como equipo de comparación, el glideliner de la inspectora de botellas, la cual no tenía problemas y que trabajaba con mayor velocidad de botellas, como se observa en la figura 41. Se saca una curva de velocidades nominales de las botellas en cada uno de los transportes, como se muestra en la figura 3.27 y 3.28.

VELOCIDADES DE GLIDELINER INSPECTORA DE ROTULADORA 1

Tag	RPM Motor	Reducción	Salida Reductor	Dientes Entrada	Dientes Salida	Velocidad al Eje	Diametro Piñon (pulg)	Velocidad Lineal (cm/s)	% Cambio de Velocidad
Doosificador 2:	M543 - M501187	62.98	27	17	12	38.3	5	25.44	1.44
Doosificador 1:	M553 - M501188	14.78	115	12	25	55.2	5	38.71	1.55
Sliding Conveyor:	M563 - M501189	13.82	123	16	23	85.6	5	56.90	1.35
Acceleración:	M593 - M501170	13.82	123	16	17	115.8	5	76.98	0.93
Intermedio:	M537	14.20	120	17	19	107.4	5	71.40	1.00

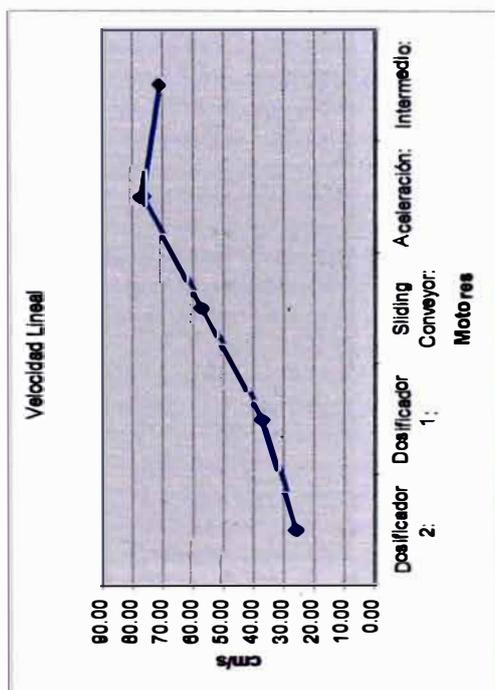
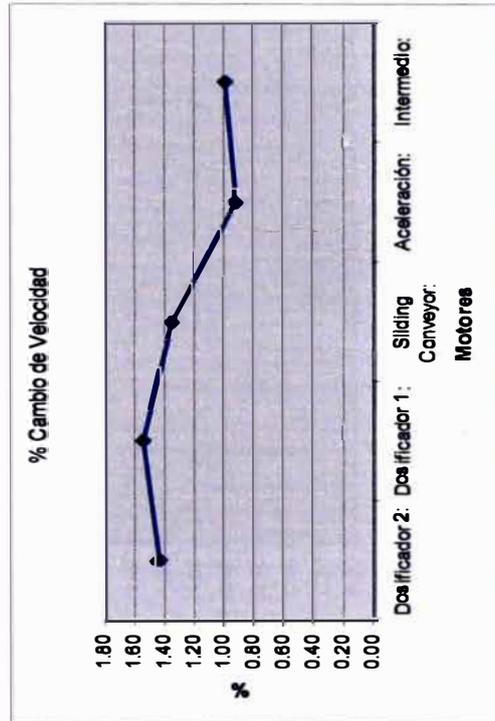


Fig. 3.27 Curva de Velocidad y Aceleración porcentual del alineador de etiquetadora 1

Las velocidades variaran con la regulación del equipo según se al velocidad de botellas. Como se observa la etiquetadora 1, observa distorsión en el dosificador 1, por lo que se decide cambiar piñones y acercarse más a la deseada.

VELOCIDADES DE GLIDELINER ROTULADORA 2

Tag	RPM Motor	Reducción	Salida Reductor	Dientes Entrada	Dientes Salida	Velocidad al Eje	Diametro Piñon (pulg)	Velocidad Lineal (cm/s)	% Cambio de Velocidad
Dosificador 2:	M251 - M501174	15.84	109	13	20	70.9	5	47.11	1.43
Dosificador 1:	M261 - M501175	13.60	125	17	21	101.2	5	67.29	0.85
Sliding Conveyor:	M271 - M501176	15.87	109	15	19	86.1	5	57.22	1.17
Aceleración:	M281 - M501177	13.65	126	16	20	100.8	5	67.03	1.45
Intermedio:	M291 - M501178	11.82	146			146.0	5	97.09	1.00

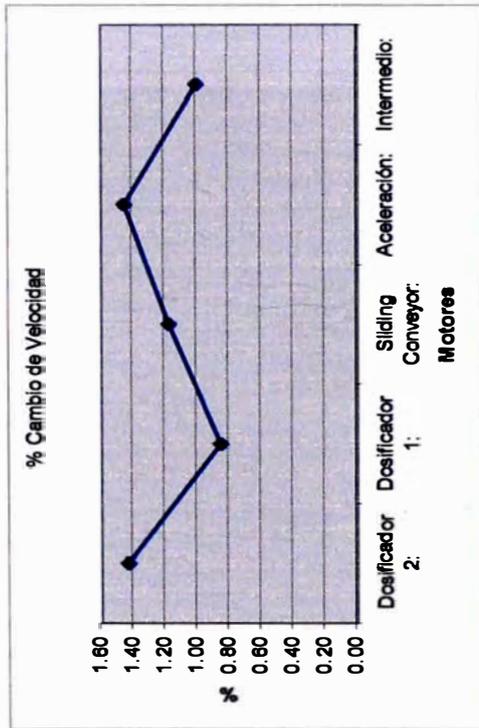
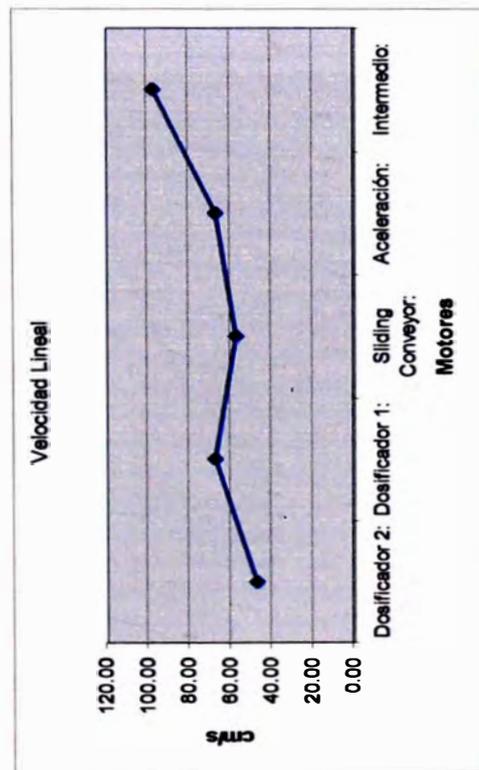


Fig. 3.28 Curva de Velocidad y Aceleración porcentual del alineador de etiquetadora 2

En cambio la etiquetadora 2, realmente la curva es el motivo de la gran dificultad para la regulación de velocidad. Por lo que se decide hacer cambio de moto reductores entre ellos y también de piñones, obteniéndose la siguiente gráfica, esto hizo que la regulación se pueda realizar sin problemas.

OPCION DE CORRECCION PARA TRANSPORTE GLIDELINER

Tag	RPM Motor	Reduccion	Salida Reductor	Dientes Entrada	Dientes Salida	Velocidad al Eje	Diametro Pinon (pulg)	Velocidad Lineal (cm/s)	% Cambio de Velocidad
Dosificador 2:	M251 - M501174	15.84	109	12	25	52.3	5	34.79	0.91
Dosificador 1:	M261 - M501175	44.38	39	17	14	47.4	5	31.49	2.08
Sliding Conveyor:	M271 - M501176	13.60	125	15	19	98.7	5	65.62	1.32
Aceleración:	M281 - M501177	11.82	146	16	18	129.8	5	86.30	0.97
Intermedio:	M291 - M501178	13.65	126			128.0	5	83.79	1.00

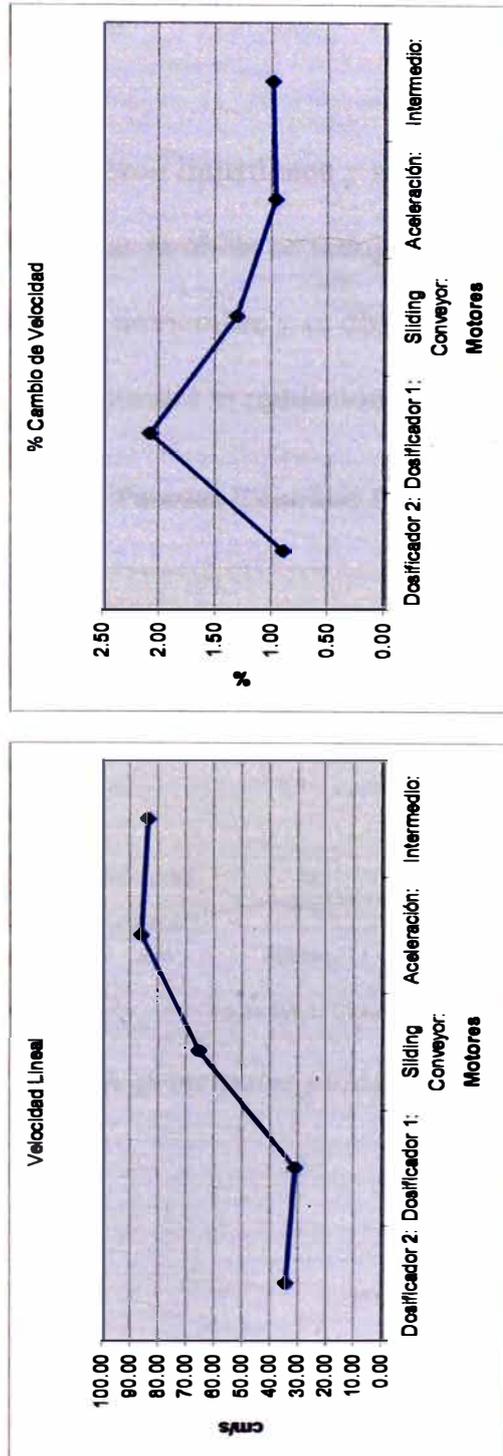


Fig. 3.29 Curva de Velocidad y Aceleración porcentual del alineador de etiquetadora 2 después de las modificaciones realizadas

Además, se aprovecho para realizar un manteniendo general a los variadores de velocidad y las tarjetas de control para poder tener la garantía de contar con equipos en buen estado.

3.5.3 Resultados Obtenidos:

Los resultados obtenidos, fueron inmediatos y se pudo llegar a velocidades antes nunca alcanzadas. Las paradas también se redujeron al mínimo. El trabajo se realizó entre los meses de octubre y noviembre y se observa el cambio debido a estos desarrollos. La figura 3.30 muestra la reducción de paradas:

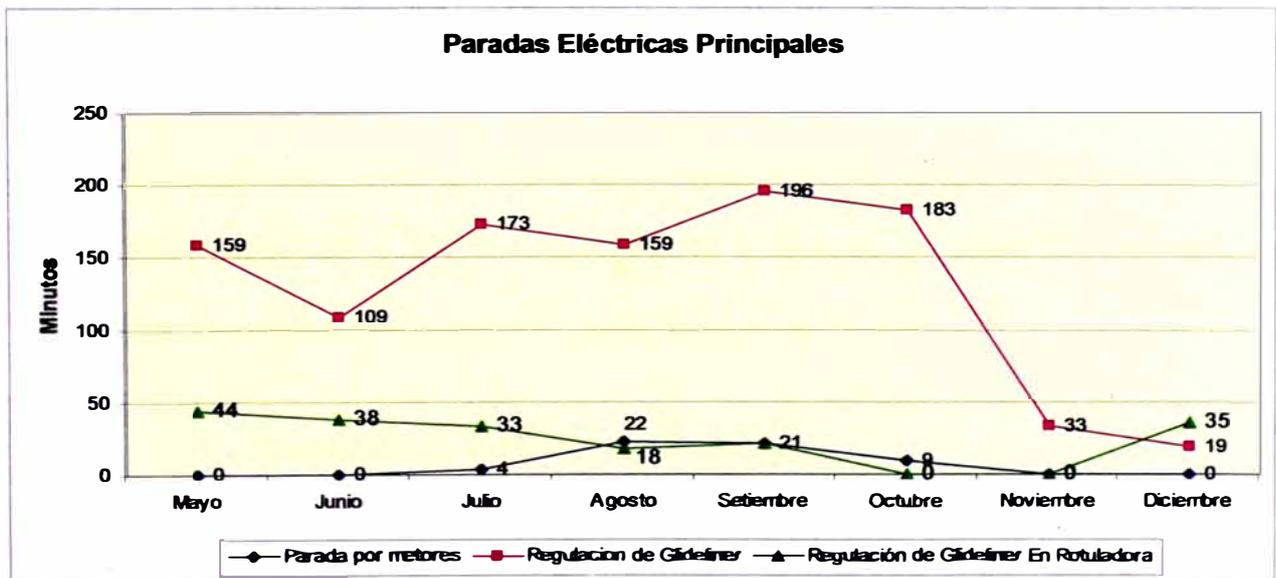
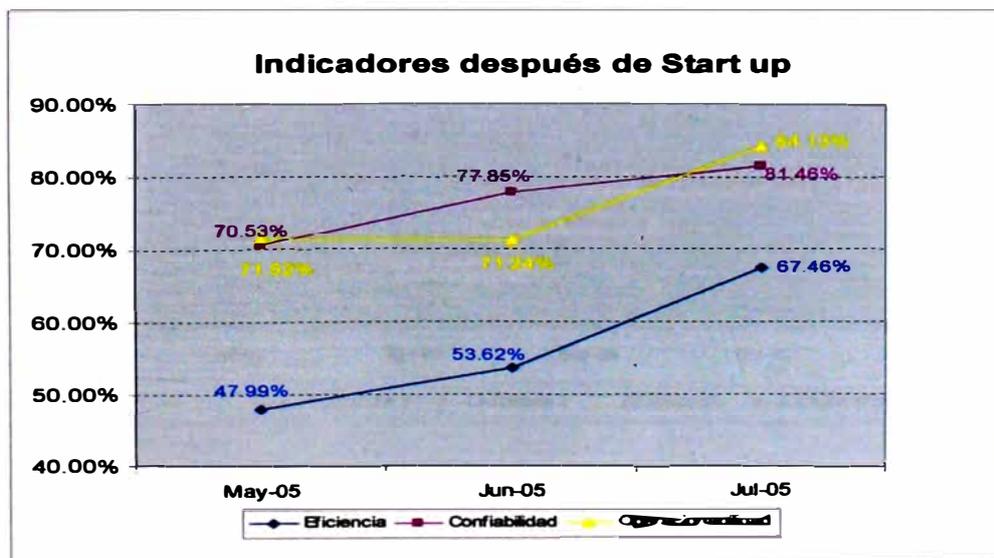


Fig. 3.30 Curva de principales fallas en los alineadores al ingreso a etiquetadoras

CAPITULO IV: RESULTADOS OBTENIDOS

4.1 Indicadores obtenidos durante todo el proceso

Se puede resumir que el trabajo realizado desde Junio hasta inicios de Noviembre han conseguido que los resultados obtenidos hayan superado largamente la meta planteada por la empresa, la cual asumía por la experiencia en arranques de plantas de magnitudes similares a finales de año se debería estar cerrando con una eficiencia de línea de 60%. Los valores obtenidos los últimos dos meses están alrededor del 90%. Los resultados de los primeros meses antes de implementarse los trabajos, es decir los el estado de la línea al momento de la entrega por parte de la empresa contratista, encargada del montaje se muestran en la figura 4.1.



*Fig. 4.1
Eficiencia y
Confiabilidad
de la línea de
producción de
cerveza en el
arranque*

El desarrollo de la eficiencia, confiabilidad y operacionabilidad de la línea de envasado debido al desarrollo de las mejoras, se muestra en la figura 4.2, para la apreciación de cada equipo se muestran los indicadores en las figuras 4.3 y 4.4.

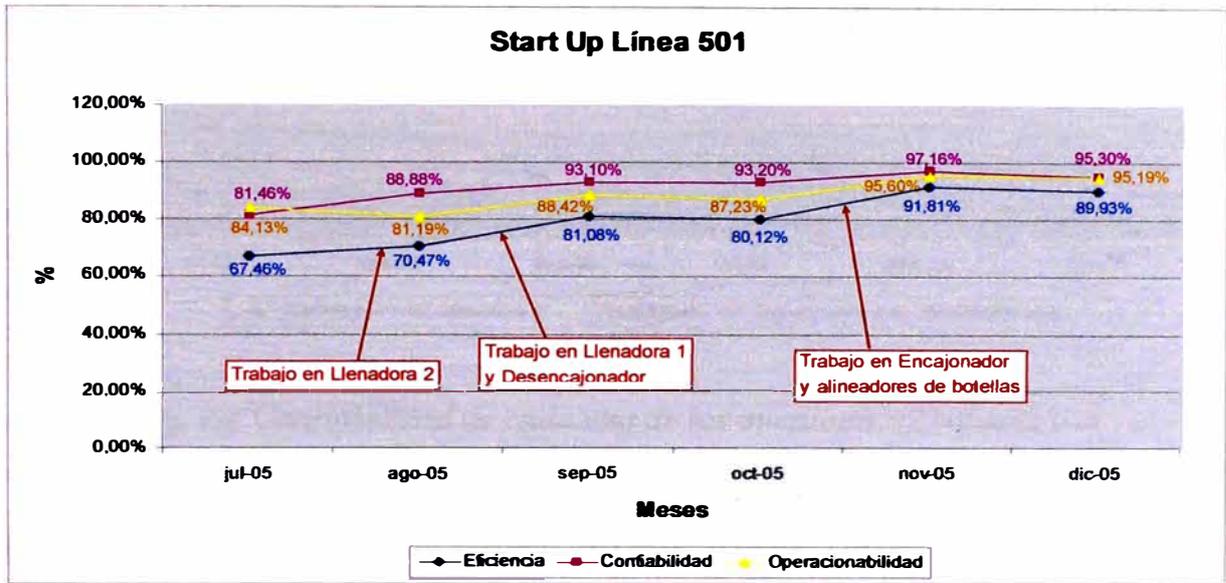


Fig. 4.2 Eficiencia, Confiabilidad y Operacionabilidad de la línea de producción de cerveza durante el proceso de mejoras

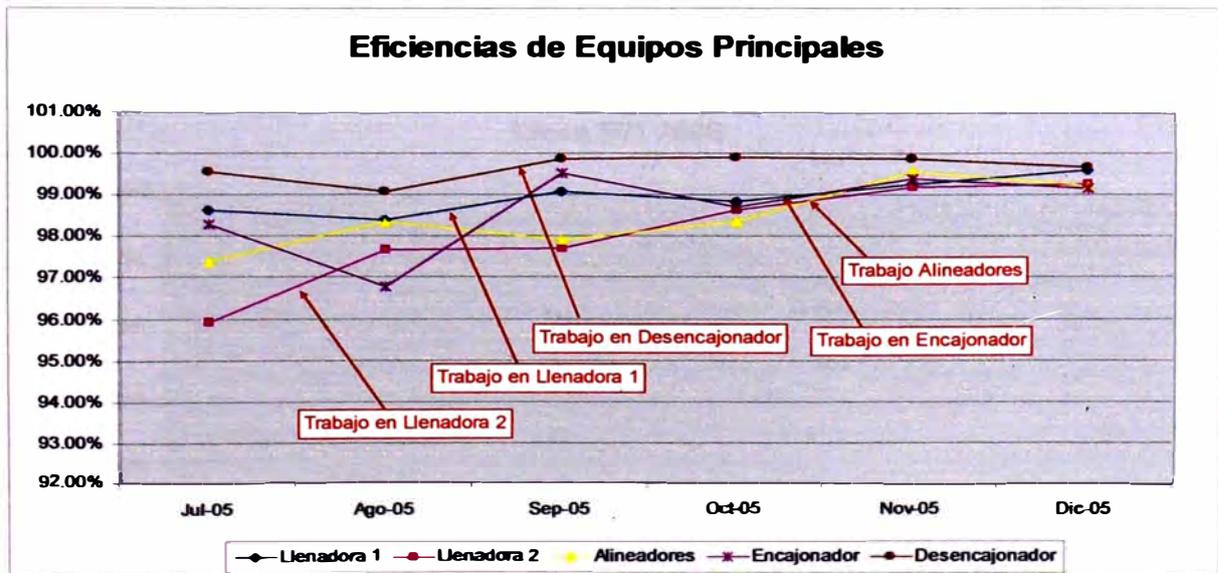


Fig. 4.3 Eficiencia de cada una de las maquinas trabajadas y el periodo donde se realizaron los trabajos

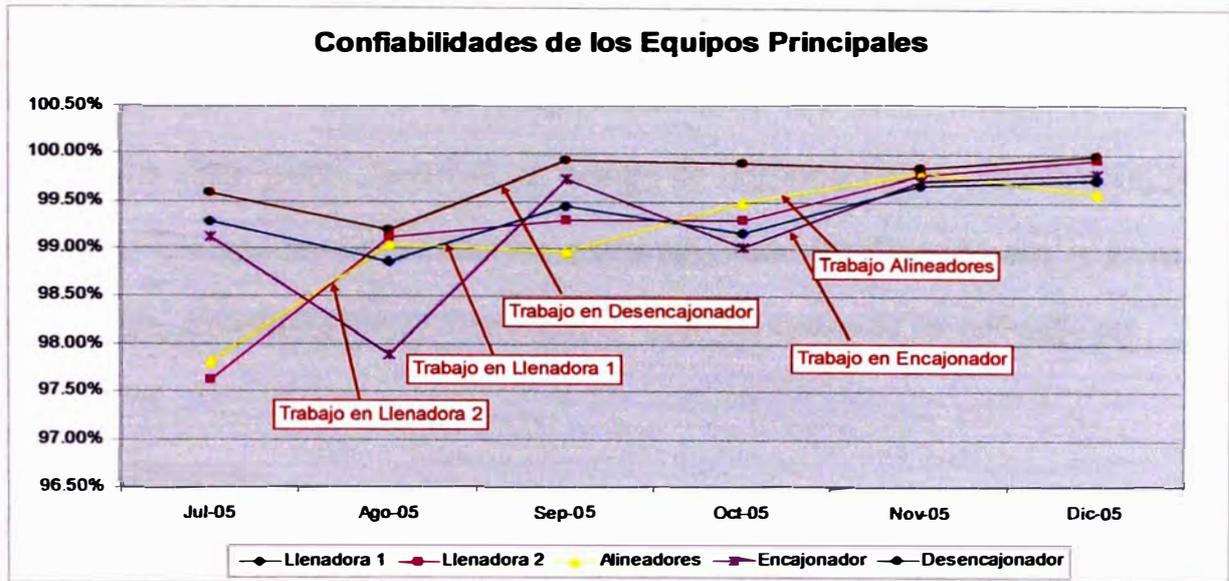


Fig. 4.4 Confiabilidad de cada una de las maquinas trabajadas y el periodo donde se realizaron los trabajos

El resultado obtenido tuvo una continuidad en el tiempo, como se ve en la gráfica de los resultados de los primeros 6 meses del año siguiente (figura 4.5). Se observa una eficiencia promedio 87% aproximadamente, que es un valor bueno para una línea de envasado de cerveza.

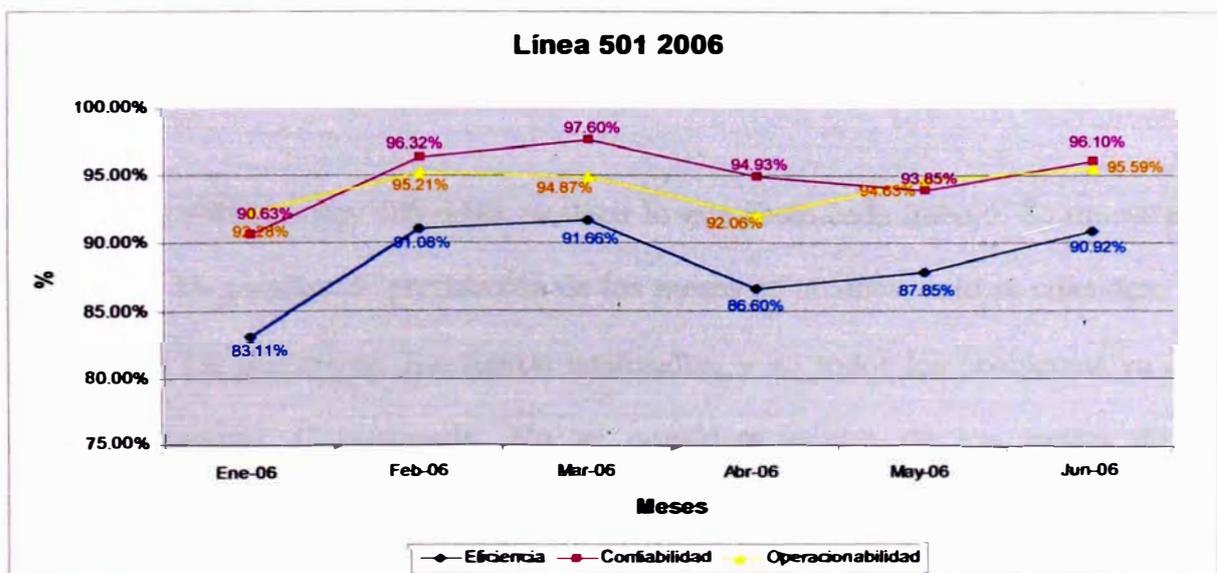


Fig.4.5 Eficiencia de la línea de cerveza en el siguiente año

4.2 Análisis económico de las implementaciones

Las inversiones de cada una de las aplicaciones más que haber sido de un impacto económico significativo, tuvieron un tiempo de implementación considerable, pero que no afectó a la producción debido a una adecuada coordinación con la gente de producción, a continuación se muestra la tabla de los costos de las aplicaciones:

Llenadoras:

Descripción	Cant	P. Unit (S/.)	P. Total (S/.)
Recableado del Tablero	1	1200	1200
Sensores Inductivos	3	215	645
Soportes y bases	1	500	500
Horas hombre (4 personas, 4 días)	384	10,42	4000
			6345

Encajonador y Desencajonador

Descripción	Cant	P. Unit (S/.)	P. Total (S/.)
Recableado del Tablero	1	2000	2000
Sensores inductivos	2	215	430
Sensores fotoelectricos	4	215	860
Soportes y bases	1	600	600
Horas Hombre (4 personas, 4 días)	768	10.42	8000
			11890

Alineadores

Descripción	Cant	P. Unit (S/.)	P. Total (S/.)
Piñones cambiados	6	100.50	603
Mano de Obra 2 personas(horas)	12	10.42	125
			728

Tabla 4.1 Costos de implementaciones en los tres grupos de maquinas

Son precios unitarios por actividad, es decir lo que costo cada trabajo. Se muestra en la tabla 4.2 las paradas de producción de los meses en análisis, solo se considero las paradas por los problemas que fueron **analizados**, y no todos los problemas ya que sería información distorsionada. No se considera dentro de los costos de la implementación de los proyectos las paradas de producción, dado que no se dejó de producir, solo se coordinó para realizarlo en periodos donde la planta por stock de producto podía hacer paradas de algunos días.

	Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre	
	Minutos	Costo	Minutos	Costo	Minutos	Costo	Minutos	Costo	Minutos	Costo	Minutos	Costo
Llenadora 1	65	195000	12	36000	0	0	41	123000	25	75000	23	69000
Llenadora 2	122	366000	34	102000	8	24000	50	150000	4	12000	6	18000
Encajonador	33	99000	281	843000	33	99000	163	489000	73	219000	10	30000
Desencajonador	29	87000	87	261000	13	39000	3	9000	21	63000	0	0
Alineadores	210	630000	199	597000	238	714000	192	576000	33	99000	54	162000
	459	1377000	613	1839000	292	876000	449	1347000	156	468000	93	279000

Tabla 4.2 Costo ocasionado por las paradas de producción

Luego se muestra en la tabla 4.3 el monto de inversión contra la ganancia en producción obtenido el siguiente mes de implementado el proyecto. Como se menciona al inicio la inversión no es mayor en costos pero si en tiempos de ejecución y planeamiento del trabajo.

Tabla 4.3: Ganancia obtenida al siguiente mes, al solucionar la eficiencia de línea y obtener mayor producción

Equipo	Inversión	Ahorro del mes siguiente
Llenadora 1	6345	36000
Llenadora 2	6345	264000
Encajonador	11890	270000
Desencajonador	11890	222000
Alineadores	728	477000
	37198	1269000

4.3 Organización del equipo de mantenimiento eléctrico alcanzado

Al terminar el periodo de Start up, se decide separar a los tres turnistas eléctricos en cada una de las células de producción existentes en la línea de envasado para poder dar mas cobertura a temas pendientes y de continua mejoría (inspecciones preventivas, trabajos de mejoría, capacitaciones orientadas, etc.).

Celula	Celula 1	Celula 2	Celula 3
Equipos	Paletizador, Despaletizador, Encajonador, Desencajonador, Lavadora y Transportes	Glideliner Inspector, Inspector Electrónico, Llenadoras y Transporte	Pasteurizador, Glideliner Etiquetadora, Etiquetadoras, Encajonador, Magazine de Cajas y Transportes
Electricista	Julio Quispe	Ricardo Orbeagozo	Percy Mechan
Competencias Propias	Electricista con años de experiencia en embotelladoras, conocimiento de equipos	Electrónico con años de experiencia en embotelladoras, conocimiento de equipos	Electricista con años de experiencia en fabricas diversas, conocimiento de equipos, experiencia en codificadores
Competencias requeridas adicionales	Programación de PLC's, conocimiento de lógica de pal y depal	Capacitación en inspector electrónico y alineadores de botellas	Capacitación en alineadores de botellas y etiquetadores
Responsabilidades	Dar soporte a la línea y proponer mejorar para su célula. Optimizar procedimientos de mantenimiento y operación	Dar soporte a la línea y proponer mejorar para su célula. Optimizar procedimientos de mantenimiento y operación	Dar soporte a la línea y proponer mejorar para su célula. Optimizar procedimientos de mantenimiento y operación
Trabajos realizados	Control de operación de Pal y Depal de ambos paneles de mando, independización del magazine de pallets, etc	Desarrollo de panel de operador, con indicación de fallas y volúmenes de envasado por horas, separación de inspección falla 2 y 3	Mejora de procedimientos de mantenimiento codificador, mejora de velocidad de transportes, y mejora de control de etiquetadoras

Tabla 4.4: Distribución de equipos por técnico y responsabilidades

Además que se observa competencias desarrolladas en el transcurso del proceso que hacen que el trabajo haya sido mejor llevado.

4.4 FODA del estilo de liderazgo de mantenimiento eléctrico

Por política de la empresa cada seis meses se realiza una evaluación del personal, donde cada supervisor evalúa a cada miembro de su equipo, para potenciar sus aptitudes y orientar sus oportunidades de mejoría. Ahora se intento hacer un análisis FODA al estilo de liderazgo del área y por lo tanto al supervisor del área, es decir ver las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Este ejercicio se hizo con apoyo de personal de Administración. El análisis se hizo con 9 de los 1 miembros del equipo, se muestra el FODA a continuación:

FORTALEZAS	DEBILIDADES	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Experiencia en planta	Se recarga de tareas y no le alcanza el tiempo	Puede afrontar nuevos retos.	OBZ
Conocimientos de sistemas electricos	Se queda atras.	Apoyo al equipo para el crecimiento profesional.	El tiempo
Postura de amigo frente al equipo.	Se le conoce poco (aspecto personal)	Formar parte del CENG	Falta de oportunidades para desempeño y crecimiento profesional.
Sabe llegar de forma clara	Ligeramente desorganizado	Participar en Start up de nuevas empresas.	Descuido familiar
Identificación con el area	No contar con recursos para la toma inmediata de soluciones.	Programar cursos de capacitación para el area.	
Sabe solucionar problemas	Comunicación con el personal		
Respeto las ideas de los demas.	Planificaciones de trabajo		
Determinación en la toma de decisiones.			
Responsable			
Buen lider			
Promueve y apoya el trabajo en equipo			
Fomenta la comunicación y el aporte de ideas.			
Sabe motivar al personal.			

Tabla 4.5: Tabla FODA de estilo de liderazgo llevado en el arranque

Total de encuestas	9
--------------------	---

	Estilo de liderazgo	Motivacion	Toma de decisiones	Solucion de problemas	Planificacion	Comunicacion	Desarrollo de otros
Totalmente	55.60%	66.70%	66.70%	66.70%	44.40%	55.60%	77.80%
	5	6	6	6	4	5	7
Bastante	44.40%	33.30%	33.30%	33.30%	33.30%	33.30%	11.10%
	4	3	3	3	3	3	1
Algo	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	22.20%	11.10%	11.10%
	0	0	0	0	2	1	1
Poco	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Nada	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Tabla 4.6: Resultados del FODA de estilo de liderazgo

CONCLUSIONES

- No solo se debe tener en cuenta el arranque de un proyecto, sino también de la organización que quedará en la operación continua del proyecto; se debe tener presente en la etapa de planificación.
- La formación de grupos multidisciplinarios es la mejor forma para obtener resultados, así como la utilización de herramientas de calidad nos garantizan poder encontrar la raíz de los problemas y tener un mejor orden para poder obtener soluciones viables y definitivas.
- El control estadístico del desempeño de los equipos, hace posible poder realizar un análisis más detallado del problema, esto se aprecia al hacer seguimiento a la eficiencia durante todo el proceso desarrollado.
- Tanto la participación del personal de mantenimiento y operación en estos grupos, garantizan un trabajo en equipo más ordenado, solidario y comprometido con un mismo resultado, un claro ejemplo se ve en las llenadoras donde el desarrollo de la capacidad técnica de mantenimiento se dio junto con el conocimiento más en detalle de la parte operativa.
- El estilo de liderazgo proactivo, buscando desarrollo del equipo en conjunto y orientado a resultados específicos, hacen que el personal se sienta motivado continuamente y esto se refleje en su trabajo.

- Las herramientas de calidad total, nos permiten llegar a las causas principales y con una adecuada descripción de la lógica de funcionamiento podemos llegar a análisis bastante especializados como fue el caso del análisis de velocidades y aceleraciones en el sistema de alineamiento de botellas, donde incluso se podría recomendar el uso de servomotores para una mejor regulación.

BIBLIOGRAFIA

- **TPM en Industrias de Procesos**
Autor: Japan Institute of Plant Maintenance – 1992
Páginas: Mejora Orientada (45 – 59)
Medición de la eficiencia de TPM (363 - 381)
- **Anotaciones del curso de “Gestión de Mantenimiento”**
IX Curso de actualización de conocimientos
Universidad Nacional de Ingeniería
Profesor: Ing. Víctor Ortiz Álvarez
- **Anotaciones del curso de “Gestión de Calidad Total”**
IX Curso de actualización de conocimientos
Universidad Nacional de Ingeniería
Profesor: Ing. Jorge Cuadros Blas
- **Curso de Capacitación en Procesos y Envasado de cerveza**
Centro de Ingeniería – Ambev-Brasil.
Profesor: Ing. Daniel Mena, Ing. Fernando Salerni