ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Elaboración del Plan de Mantenimiento Predictivo en una Línea de Llenado de Detergente Concentrado Líquido"

TESIS DE GRADO

Previo la obtención de Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

Andrés Danilo Velástegui Montoya

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2010

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que intervinieron de una u otra forma en la realización de esta tesis, especialmente a la Asociación de Voluntarios Españoles (VAE), la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) y la Fundación Gabriel Vilaseca Soler (FGVS) por el auspicio de la beca EDUCACIÓN Y PRACTICA LABORAL ECUADOR IV, donde se llevo a cabo este trabajo en la ciudad de Barcelona, España.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo investigativo a mi madre por su incondicional apoyo e inquebrantable voluntad de salir adelante en la vida, a mi padre, a mi hermana, a mi querida sobrina, a mis familiares en general y a todas aquellas personas que han estado apoyándome siempre en todo momento.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Francisco Andrade S.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Ernesto Martínez L.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Manuel Helguero G.
VOCAL PRINCIPAL

Ing. Marcelo Espinoza L.
VOCAL ALTERNO

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

_____

Andrés Danilo Velástegui Montoya

RESUMEN

El presente trabajo trata de la Elaboración de un “Plan de Mantenimiento Predictivo en una Línea de Llenado para Detergente Concentrado Líquido”, enfocado a brindar una guía confiable de los tipos y frecuencias de mantenimiento para dichos equipos. El control de este mantenimiento será realizado por los propios operadores de la línea y supervisado por el departamento de mantenimiento.

Como parte de este análisis, fue necesario hacer un levantamiento de información de la condición actual de los equipos principales de la línea de producción, así como también de la manera de operar del departamento de mantenimiento, es decir, identificar el tipo de mantenimiento que realiza, el personal con que cuenta para su realización, herramientas y equipos utilizados.

Mediante la observación se identificó los equipos involucrados directa e indirectamente con la línea de producción; y de esta manera se comenzó a

detallar las frecuencias de mantenimiento sugeridas por los manuales técnicos de cada equipo, complementado además por las sugerencias de los operadores de la línea, técnicos del departamento de mantenimiento de la empresa y compañias especializadas del medio.

Todo este análisis finalizó con la elaboración del plan diario, semanal y mensual de mantenimiento predictivo de los equipos críticos directa e indirectamente involucrados con el proceso productivo, el mismo que incluye tres actividades principales que son: la inspección, limpieza y mantenimiento general periódico de los mismos. Estas actividades permitirán mantener un correcto funcionamiento y alargamiento de la vida útil de los equipos críticos determinados.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN II

ÍNDICE GENERAL III

ABREVIATURAS IV

ÍNDICE DE FIGURAS V

ÍNDICE DE TABLAS VI

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO 1

1. METODOLOGÍA 4

1.1. Planteamiento del problema 4

1.2. Objetivos Generales 7

1.3. Objetivos Específicos 7

1.4. Justificación 8

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO 12

2.1. Definición de Mantenimiento y su Clasificación 12

2.2. Selección del Tipo de Mantenimiento a Aplicar 31

2.3. Definición del Plan de Mantenimiento Predictivo 32

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE LA LÍNEA DE LLENADO 38

3.1. Situación Actual de la Línea de Llenado 38

3.1.1. Proceso Productivo. Esquema General 38

3.1.2. Descripción de los equipos principales de la Línea de Llenado 47

3.2. Situación Actual del Mantenimiento en la Línea de Llenado 93

3.2.1. Información Existente en la Actualidad. Registros y Operaciones 94

3.2.2. Actividades de Mantenimiento Realizadas Actualmente 96

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO..... 102

4.1. Descripción de las Rutinas de Mantenimiento sobre la Base de los Manuales de Mantenimiento según los Fabricantes de cada uno de los Equipos..... 102

4.2. Establecimiento de las Frecuencias de Mantenimiento Según los Recursos Propios o Externos y/o las Recomendaciones de los Fabricantes. Determinación de las recurrencias de Mantenimiento Predictivo y los Programas de Inspecciones..... 109

4.3. Elaboración del Plan Mensual de Mantenimiento Predictivo de los Equipos 114

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 129

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

AISI	American Iron and Steel Institute
°C	Grados Centígrados
CPU	Unidad Central de Procesamiento
D	Diarias
HP	Caballo de Potencia
Kg.	Kilogramos
Kg/cm^2	Kilogramo/Centímetros Cuadrados
M	Mensuales
m.	metros
mm.	Milímetros
mPa.s	Mili Pascal-Segundo
S	Semanales
u.p.m.	Unidades Por Minuto

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 3.1 Presentaciones de Productos a Fabricarse en la Línea de Llenado……..……....40
Figura 3.2 Orientación de los Envases al Inicio de la Línea de Producción..41
Figura 3.3 Posicionador…...……..48
Figura 3.4 Interior del Posicionador…….……..50
Figura 3.5 Zona de Carga…….…….....52
Figura 3.6 Zona de Preselección……..……..53
Figura 3.7 Zona de Selección…….....…….……...54
Figura 3.8 Zona de Carga a los Embudos…….....55
Figura 3.9 Sistema de Caída de las Botellas al Embudo…….....56
Figura 3.10 Botella Atascada en el Cajetín……..……...……...57
Figura 3.11 Disparo de Botella por Soplado de Aire…….....57
Figura 3.12 Botella Atascada en el Embudo…….…58
Figura 3.13 Desplazamiento de Botella por Fuerza Centrifuga……..... 58
Figura 3.14 Interior del Giramat……....62
Figura 3.15 Vista Frontal de Llenadora Lineal…….....64
Figura 3.16 Tapador……..……66
Figura 3.17 Tapador, Sistemas de Alimentación Automático de Tapas y Pistolas……...66
Figura 3.18 Línea Completa Mengibar (llenador y Tapador)…….…67
Figura 3.19 Balanza Dinámica…….……..……78
Figura 3.20 Etiquetadora Lineal Automática……80
Figura 3.21 Verificador de Etiquetas……..……82
Figura 3.22 Distribuidor……...…….....83
Figura 3.23 Multibox……..……...85
Figura 3.24 Dimensiones de Cajas…….……..……86
Figura 3.25 Formadora…….....88
Figura 3.26 Formadora…….…89
Figura 3.27 Cerradora…….....90
Figura 3.28 Esquema General de Multibox con Distribuidor…….....91

Figura 3.29 Esquema General Paletizador…….....93
Figura 3.30 Organigrama del departamento de Mantenimiento…….....98

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.
Tabla 1 Dimensiones Máximas y Mínimas de las Cajas……85

INTRODUCCIÓN

La empresa química donde se realizó este estudio tiene una trayectoria de más de 87 años en el proceso de productos químicos para el cuidado del hogar y personal. A lo largo de su trayectoria ha presentado cambios en su infraestructura debido al incremento que ha sufrido la demanda local e internacional a través de los años.

El mantenimiento que se ha venido practicando en todos los equipos e instalaciones de la empresa, no ha sido el adecuado, debido a que no se ha tenido un programa de mantenimiento para cada equipo, es más, en la mayoría de los casos se esperaba a que ocurra alguna acción fuera de lo normal para realizarse un chequeo o corrección cuando ya se presente algún daño. Los chequeos rutinarios por parte del departamento de mantenimiento resultan casi imposibles por la cantidad de maquinaria existente en la planta y por el poco personal en este departamento.

En la actualidad la empresa engloba algunas marcas enfocadas al cuidado del hogar, sus marcas están en constante evolución para ofrecer mejores soluciones adaptadas a las necesidades del consumidor del siglo XXI. La

tendencia de usar detergentes concentrados líquidos ha hecho que la empresa adquiera nuevas líneas de producción totalmente modernas y con tecnología de punta.

Mucha de la maquinaria existente es nueva; pero el uso constante, descuido en limpieza y falta de revisión hace que pequeños problemas acarreen averías, alterando la producción normal de la línea.

El presente trabajo trata de la “Elaboración de Plan de Mantenimiento Predictivo en una Línea de Llenado de Detergente Concentrado Líquido”, enfocado a brindar una guía confiable de los tipos y frecuencias de mantenimiento para dichos equipos.

En cada línea de producción existe un solo operador, él es responsable de todas las máquinas que conforman la línea, su trabajo fundamental es de realizar los cambios de formatos en cada máquina y estar pendiente de posibles atascamientos. Gran parte del tiempo el operador pasa desocupado por el nivel de automatización que se maneja en la línea de producción, en vista de esta oportunidad de tiempo aprovechable, se decidió realizar fichas de

mantenimiento predictivo. El control del mantenimiento será realizado por el operador de la línea y supervisado por el departamento de mantenimiento.

Como parte de este análisis, fue necesario hacer un levantamiento de información de la condición actual de los equipos principales de la línea de producción, así también de la manera de operar del departamento de mantenimiento, es decir, identificar el tipo de mantenimiento que realiza, el personal con que cuenta para su realización, herramientas y equipos utilizados.

Mediante la observación se identificó los equipos involucrados directa e indirectamente con la línea de producción; y de esta manera se comenzó a detallar las frecuencias de mantenimiento sugeridas por los manuales técnicos de cada equipo, complementado además por las sugerencias de los operadores de la línea, técnicos del departamento de mantenimiento de la compañía y empresas especializadas del medio.

Todo este análisis finalizará con la elaboración del plan diario, semanal y mensual de mantenimiento de los equipos críticos directa e indirectamente involucrados con el proceso productivo de la línea de llenado, el mismo que incluye tres actividades principales que son: la inspección, limpieza y

mantenimiento general periódico de los mismos. Estas actividades permitirán mantener un correcto funcionamiento y alargamiento de la vida útil de los equipos críticos determinados. Garantizando de esta manera un incremento en la productividad, un racional uso de los recursos y una marcada diferencia de la competitividad de la empresa.

CAPÍTULO 1

1. METODOLOGÍA

1.1. Planteamiento del problema

La línea de llenado de detergente concentrado líquido sobre la cual está orientado este estudio, tiene un nivel muy importante de producción para la empresa química. Las instalaciones de la planta química son totalmente nuevas, creando un concepto muy innovador de producción, ningún producto es tocado por personal hasta que llega a su consumidor final. Para cumplir este objetivo de la empresa se adquirieron maquinarias totalmente automatizadas, para así poder cubrir la demanda creciente de los productos en el mercado local e internacional; y también para poder estar acorde con las exigencias que las diversas certificaciones le han exigido.

El proceso de llenado del detergente concentrado líquido, de manera general, se desarrolla de la siguiente manera (en etapas): Posicionado, Llenado, Tapado, Pesado, Etiquetado, Codificado, Revisado, Encartonado y Paletizado.

Con respecto al estado actual de los equipos de la línea de llenado, se puede decir que una parte de los equipos que se encuentran funcionando en la empresa, tiene apenas 3 años, el resto de equipos de la línea son más modernos.

En el caso de la posicionadora, por la cantidad de cambios de formatos que se realizan y por los grandes volúmenes de producción, esta máquina siempre está muy sucia y llena de envases en su interior.

La llenadora y taponadora, por la rapidez de la línea las botellas tienden a atascarse, derramándose su contenido, éste detergente

líquido no es limpiado adecuadamente, causando un mayor deterioro de la maquinaria y obstaculizando la visión de ciertas fotocélulas.

En la encartonadora existe siempre mucha acumulación de cola seca y resto de cartón, estas acumulaciones producen atascamientos, falsas lecturas por parte de las fotocélulas y además pueden ser origen de fuego, este equipo tiene partes que trabajan a altas temperaturas y podría iniciar una llama al estar en contacto con los desperdicios acumulados.

El mantenimiento actual en la empresa está caracterizado por la búsqueda continua de tareas que permiten eliminar o disminuir la ocurrencia de fallas imprevistas y/o reparaciones (paradas forzosas), es decir se encuentra en una etapa muy preliminar de mantenimientos predictivos. En su gran mayoría, los trabajos que se ejecutan, son sólo reparaciones menores o locativas tendientes a recuperar la operatividad de los equipos, dado que no existe un cronograma o un plan diario, semanal y mensual programado de los mantenimientos predictivos necesarios para los diversos equipos;

razón por la cual el estado de los equipos se ve afectado en su mayoría y con la misma tendencia para los equipos de menor y reciente tiempo de instalación.

1.2. Objetivos Generales

Elaborar un plan diario, semanal y mensual de mantenimiento predictivo de los equipos de la línea de llenado de detergente concentrado líquido, controlado por el operador de la línea y supervisado por el departamento de mantenimiento de la empresa; basados en recomendaciones directas realizadas por los fabricantes de los equipos, así como de las mejores prácticas del mercado.

1.3. Objetivos Específicos

- Conocer cuáles son los equipos involucrados para las diversas actividades del proceso productivo analizado.
- Conocer el estado de las tareas y actividades de mantenimiento que se ejecutan en la empresa.
- Identificar los puntos de mayor criticidad de los equipos, sobre los parámetros establecidos para el análisis.

- Recopilar la información de las rutinas de mantenimientos predictivo según los fabricantes de los equipos y/o de las recomendaciones hechas por los técnicos, tanto internos como externos a la planta, así como de las mejores prácticas desarrolladas en el mercado y las recomendaciones de expertos en este tipo de equipamiento.

1.4. Justificación

Debido a la gran cantidad de productos que llena la línea de producción. Es necesario garantizar el buen funcionamiento y operatividad constante de los equipos e instalaciones, para así poder garantizar el correcto desempeño de la empresa y evitar interferencias o paradas forzadas en los procesos productivos de la empresa.

La etapa de llenado es muy importante en el proceso productivo y conociendo que no existen vías alternativas para llenar y empacar producto a los niveles que se necesita producir, es necesario el cuidado y mantenimiento efectivo de los equipos relacionados con

este proceso o etapa productiva de la empresa, para así evitar paros que conlleven al incumplimiento de los programas de producción y de entrega a los clientes.

Con este estudio se pretende realizar un programa de mantenimiento predictivo de los equipos del proceso productivo, comenzando por establecer los puntos críticos de los equipos, sobre los parámetros establecidos para el análisis, seguido del levantamiento y tabulación de la información de especificaciones técnicas, recurrencias de mantenimiento predictivo, recomendaciones técnicas, etc. Establecidas por cada fabricante, para así poder conocer las frecuencias, mecanismos de mantenimiento y las características de los equipos; todo esto complementado con la información proporcionada por el personal técnico de la empresa y/o externo a ella, obteniendo así un mejor control y preservación de los equipos. De ejecutarse correctamente un programa de mantenimiento diario, semanal y mensual predictivo, a no dudarlo se logrará:

- Maximizar la productividad esperada y por ende la rentabilidad proyectada.
- Garantizar continuidad en los procesos productivos.
- Asegurar la calidad de los productos.
- Cumplir con el programa de producción establecido, y por ende realizar las entregas a tiempo y bajo condiciones pactadas.

Una vez establecido el plan diseñado, a futuro la organización podrá monitorear y confirmar algunos de los logros del mantenimiento predictivo programado, siempre y cuando sea aplicado correctamente. Entre los logros que más se destacan de un programa aplicado de mantenimiento predictivo programado, se tiene:

- Eliminación o drástica reducción de los costos de reparaciones innecesarias correctivas.
- Optimización de los recursos humanos que intervienen en este proceso.
- Reducción de detenciones e interferencias en los procesos asignados a las demás áreas o centros de la empresa.

- Eliminación de los daños de consideración y aumentar la eficiencia de los equipos e instalación en general del proceso productivo.
- Alargar la vida útil de una instalación, máquina o equipo, garantizando un buen nivel de operatividad y funcionamiento.
- Reducir tratando de eliminar paradas forzadas y no programadas en las máquinas. Equipos e instalación en el proceso productivo.
- Reducir al mínimo los costos que se generan por la producción de productos dañados, por paradas forzadas en los procesos de fabricación o daños y pérdidas de productos.
- Establecer los programas más apropiados de mantenimiento evitando las fallas y en base a las recomendaciones de los fabricantes o las mejores prácticas en la actividad.
- Evitar el desgaste en los equipos por falta de limpieza, ajustes, calibraciones, reajustes o cambio de los lubricantes y/o grasas.

Este estudio a futuro permitirá a la empresa poder comparar las ventajas que se logran con un programa de mantenimiento predictivo programado versus el operar solamente con una filosofía de realizar reparaciones sin un programa de soporte y sobre la base de ejecutar actividades por parada o fallas en los equipos.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Definición de Mantenimiento y su Clasificación.

A continuación se detallarán algunas conceptualizaciones relacionadas con la palabra mantenimiento, así como el alcance de la misma:

Mantenimiento es: Asegurar que todo activo continúa desempeñando las funciones deseadas.

De manera sencilla, es el conjunto de trabajos necesarios para asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones.

De manera precisa, es un conjunto de técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y

reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, contribuyendo a los beneficios de la empresa. Es un órgano de estudio que busca lo más conveniente para las máquinas, tratando de alargar su vida de forma rentable.

Metafóricamente hablando: El mantenimiento es la medicina preventiva y curativa de las máquinas, equipos, instalaciones, etc. **(5).**

¿Por qué mantener?

Las razones o los fundamentos por los cuales hacemos mantenimiento pueden ser resumidas en las siguientes categorías (sobre base de los beneficios logrados).

A. Prevenir o disminuir el riesgo de fallas

Busca bajar la frecuencia de fallas y/o disminuir sus consecuencias (incluyendo todas sus posibilidades). Esta es una de las visiones más básicas del mantenimiento y en muchas ocasiones es el único motor

que mueve las estrategias de mantenimiento de algunas empresas, olvidándose de otros elementos de interés nombrados abajo **(2).**

B. Recuperar el desempeño

Con el uso de los equipos el desempeño se puede ver deteriorado por dos factores principales: Pérdida de capacidad de producción y/o aumento de operación. Grandes ahorros se han logrado al usar éste como gatillo para el mantenimiento, ya que a veces este factor es de dimensiones mayores a las fallas a evitar, ejemplos típicos incluyen: Cambios de filtros de gas, aceite, lavado de compresores axiales, etc. **(2).**

C. Aumentar la vida útil/diferir inversiones

La vida útil de algunos activos se ve seriamente afectada por la frecuencia/calidad del mantenimiento. Por otra parte se pueden diferir grandes inversiones, como por ejemplo reconstrucciones de equipos mayores **(2).**

D. Seguridad, ambiente y aspectos legales

Muchas tareas de mantenimiento están dirigidas a disminuir ciertos problemas que puedan acarrear, responsabilidades legales relativas a medio ambiente y seguridad. El valor de dichas tareas es difícil de evaluar. El uso de herramientas avanzadas de computación ha permitido en algunos casos evaluar la relación costo/riesgo y así determinar los intervalos óptimos de mantenimiento **(2).**

E. Factor brillo

La imagen pública, aspectos estéticos de bienes, la moral de los trabajadores, etc. Son factores importantes a la hora de elegir tareas e intervalos de mantenimiento. Por ejemplo la pintura de una fachada de edificio: el intervalo entre pintadas es modulado más por la apariencia, que por el deterioro de la estructura por baja protección **(2).**

Tipos de mantenimiento y su clasificación general

Mantenimiento predictivo

Definición

Básicamente, este tipo de mantenimiento consiste en reemplazar o reparar partes, piezas, componentes o elementos justo antes que empiezan a fallar o a dañarse. En el programa de Mantenimiento predictivo se analizan las condiciones del equipo mientras este se encuentra funcionando en operación: consiste en el análisis de las operaciones de mantenimiento para su optimización, permitiendo de esta manera ajustar las operaciones y su periodicidad a un máximo de eficiencia. Esto es siempre menos costoso y más confiable que el intervalo de mantenimiento preventivo de frecuencia fija, basado en factores como las horas máquina o alguna fecha prefijada. El combinar mantenimiento Preventivo y Predictivo ayuda significativamente a reducir al mínimo el mantenimiento Correctivo no programado o forzado.

El realizar controles aleatorios o basados en la experiencia de los operadores de los equipos y de la gente de mantenimiento, generalmente es un soporte a la hora de evitar daños mayores o que se produzcan por efecto de las paradas forzadas.

Mantenimiento preventivo

Definición

El Mantenimiento Preventivo se define como el conjunto de tareas de mantenimiento necesarias para evitar que se produzcan fallas en instalaciones, equipos y maquinarias en general (prevenir), es denominada también por algunos autores como Mantenimiento Proactivo Programado. El objetivo último del mantenimiento Preventivo es asegurar la disponibilidad permanente de las edificaciones, equipos, sistemas e instalaciones en una organización, institución o empresa, evitando al máximo las paradas forzadas e interferencias en los procesos y actividades inherentes de la empresa y a las personas que laboran en ella.

El Mantenimiento Preventivo es además un proceso planificado, estructurado y controlado de tareas de mantenimiento a realizar dentro de las recurrencias establecidas por los fabricantes, a la falta de estas se puede recurrir a las mejores prácticas del mercado de este tipo de servicios, también llamados de manutención.

Las actividades básicas y más generales definen la cobertura del mantenimiento preventivo, entre las cuales se pueden mencionar:

- Limpieza y aseo de: edificaciones, equipos, instalaciones, maquinaria, sistemas, etc.
- Lubricación general de automotores, equipos y maquinaria que tengan partes móviles, rótulas o trabajen con sistemas que incluyan aceites de circulación y/o hidráulicos.
- Inspecciones periódicas y recurrentes (tiempo definido).
- Cambio de piezas y partes, así como reparaciones menores y revisiones generales.
- Ajustes y calibraciones.
- Supervisión y control a través de validaciones de tiempo de servicio de las instalaciones, equipos y maquinarias en general (control de dispositivos de medición de horas de trabajo) **(11).**

Objetivos y alcance del Mantenimiento Preventivo

Los objetivos más importantes del mantenimiento preventivo son:

- Eliminación o drástica reducción de los costos de reparaciones innecesarias correctivas.

- Optimización de los recursos humanos que intervienen en este proceso (recursos propios o externos).
- Reducción de detenciones e interferencias en los procesos asignados a las demás áreas o centros de actividad de una empresa o institución.
- Eliminación de los daños de consideración y por ende aumentar la eficiencia de los equipos e instalaciones generales.
- Alargar la vida útil de una instalación, máquina, maquinaria o equipo.
- Reducir tratando de eliminar paradas forzadas y no programadas en las máquinas, equipos e instalaciones en los procesos productivos.
- Reducir al mínimo los costos que se generan por la producción de daños causados por las paradas forzadas o imprevistas en los procesos de fabricación.
- Establecer los programas más apropiados de mantenimiento evitando las fallas sobre la base de las recomendaciones de los fabricantes o las mejoras prácticas en la actividad.

- Evitar el desgaste en los equipos por falta de ajustes, calibraciones, reajustes o cambio de los lubricantes y/o grasas **(11).**

Mantenimiento Correctivo

Definición

Acción de carácter puntual a raíz del uso, agotamiento de la vida útil u otros factores externos, de componentes, partes, piezas, materiales y en general, de elementos que constituyen la infraestructura o planta física, permitiendo su recuperación, restauración o renovación, sin agregarle valor al establecimiento.

También denominado mantenimiento reactivo, es aquel que involucra una cantidad determinada de tareas de reparación no programadas con el objetivo de restaurar la función de un activo una vez producido un paro imprevisto (parada forzada). Las causas que pueden originar un paro imprevisto se deben a desperfectos no detectados durante las inspecciones predictivas, a errores operacionales, a la ausencia en tareas de mantenimiento (reparaciones), a sobre uso o utilización de los equipos fuera de las condiciones normales de operatividad del diseño, a problemas de fabricación de partes o piezas de equipos.

Existen desventajas cuando trabaja una máquina hasta la condición de reparar cuando falle, ya que generalmente los costos por impacto total son mayores que si se hubiera inspeccionado y realizado las tareas de mantenimiento adecuadas que mitigarán o eliminarán las fallas, de acuerdo a lo establecido en las recomendaciones de mantenimiento del fabricante y/o las mejores prácticas de mantenimiento preventivo y predictivo **(11).**

Otros conceptos

Terminología

- Mantenimiento: Acciones necesarias para conservar un activo físico de modo que permanezca en una condición prevista.
- Defecto: Ocurrencia en maquinaria o equipos que NO impide su funcionamiento.
- Falla o avería: Ocurrencia en maquinaria o equipos que impide su funcionamiento **(15).**

Mantenimiento predictivo

Es aquel mantenimiento que está determinado por las siguientes características:

- Mantenimiento planificado.
- Monitoreo de condiciones.
- Inspección mediante equipo sofisticado.
- Implica inspección planificada.
- Incluye mantenimiento correctivo.
- Subordina actividades al resultado de la inspección **(15).**

Ventajas del mantenimiento predictivo

- Disminuye costo de mantenimiento.
- Aprovecha vida útil completa.
- No aplica actividades preventivas innecesarias.
- Se fundamenta en el monitoreo de condiciones **(15).**

Desventajas del mantenimiento predictivo

- No permite tan buena planificación como el mantenimiento preventivo.

- Depende de la confiabilidad de los diagnósticos.
- Requiere instrumentos sofisticados **(15).**

Mantenimiento preventivo

Es aquel mantenimiento que está determinado por las siguientes características:

- Mantenimiento programado.
- Incluye actividades de:
    - Inspección
    - Conservación (lubricación, ajustes, limpiezas, etc.)
    - Sustitución preventiva
    - Mantenimiento correctivo
- Implica periodicidad de inspecciones.
- Comprende periodicidad de actividades de conservación **(15).**

Ventajas del mantenimiento preventivo

- Evita grandes y costosas reparaciones.
- Aumenta la disponibilidad.
- Permite planificar recursos y coordinar actividades.

- Posibilita que los equipos cubran su amortización total **(15).**

Desventajas del mantenimiento preventivo

- Actividades preventivas tienen un costo y disminuyen la disponibilidad.
- Desaprovecha vida útil.
- Frecuencias inadecuadas podrían permitir fallas.
- Requiere de 2 a 4 años para implementarlo.
- Tiene fundamentos estadísticos y depende de la muestra **(15).**

Adicionalmente, este tipo de mantenimiento es válido mencionar la siguiente teoría.

Teoría de sustituciones preventivas

- Una sustitución preventiva es justificable o válida económicamente cuando:
  - La tasa de fallas es creciente
  - El costo de la emergencia es superior al de la sustitución preventiva.

- Política de sustitución con un solo componente:
  - A edad constante (cuando falla o alcanza la edad).
  - A fecha constante (cuando falla o con cadencia prefijada).
- Política de sustitución con varios componentes:
  - Estática (intervalo de sustitución fijo).
  - Dinámica (intervalo re-calculado en cada renovación) **(15).**

En base a esta teoría, las características que presentan este tipo de mantenimiento, se ven supeditadas a las políticas económicas de cada empresa, generando en la mayoría de los casos un intervalo de re-cálculo en cada renovación cuando se realiza una sustitución con varios componentes, ya que de esta manera se puede aprovechar mejor la vida útil de los equipos y de sus componentes y también aminorar los costos de reposición.

Mantenimiento Reactivo

Es aquel que está determinado por las siguientes características:

- Reparación de 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 **(15).**

Ventajas del mantenimiento reactivo

- Aprovechamiento máximo de activos hasta la falla.
- Labores efectuadas por personal de mantenimiento.
- Poca infraestructura administrativa.
- Poca necesidad de diagnóstico o inspección **(15).**

Desventajas del mantenimiento reactivo

- Mayor costo por pérdida de producción y mayor costo de mantenimiento.
- Imprevisión origina paralización mayor.
- En ocasiones el equipo sufre deterioro importante.
- Operación insegura y ambiente deficiente.

- Posibilidad de avería en cadena.
- Requiere buena logística.
- Inaplicable a equipos críticos **(15).**

Actividades de un departamento de mantenimiento

Las actividades que se desarrollan en un departamento de mantenimiento son diferentes en cada compañía, institución o empresa; tomando en consideración aspectos tales como:

Número, tipo y/o tamaño de las edificaciones que utiliza en sus procesos productivos: políticas internas de la empresa relacionada con las labores de manutención; estándar de acabados establecido en la empresa; mantenimiento, estructuración y capacidad operativa con recursos propios y políticas de tercerización; disponibilidad de servicios de mantenimiento en el medio en que se desarrollan las operaciones y otros factores particulares que están relacionados incluso con el giro del negocio de la organización **(11).**

En función de los parámetros anteriores las tareas de mantenimiento se dividen en:

- Funciones primarias.
- Funciones secundarias.

A. Funciones primarias:

- Mantenimiento de las edificaciones existentes en la institución y de sus instalaciones.
- Mantenimiento de los diferentes equipos existentes en las edificaciones.
- Inspección y lubricación de maquinarias, equipos en general (mantenimiento preventivo) de acuerdo a las condiciones estándares y recomendaciones del fabricante.
- Ejecución de las operaciones estándares tanto de mantenimiento preventivo como correctivo.
- Modificaciones a los equipos y edificios existentes (mantenimiento de modernización).
- Nuevas instalaciones en los equipos y edificios (mantenimiento de desarrollo).

- Inspecciones programadas y aleatorias de las edificaciones, maquinarias, equipos y en general los sistemas y equipamiento complementario de la organización (mantenimiento predictivo) **(11).**

B. Funciones secundarias:

- Almacenamiento, bodegas de stock: insumos, materiales y repuestos.
- Protección de las plantas, edificaciones en general. Seguridad industrial.
- Disposición de desperdicios.
- Recuperación y programas de reciclaje.
- Administración y manejo de seguros.
- Servicios administrativos. Programas de uso racional de recursos, insumos y materiales.
- Manejo de inventarios de activos fijos.
- Eliminación y control permanente de contaminantes y ruidos.
- Cualquier otro servicio que abarque a las diferentes ingenierías de mantenimiento por la administración de la gestión de manutención de las edificaciones, instalaciones o equipos existentes **(11).**

Vale destacar y puntualizar que esta lista se pueden incluir muchas más funciones secundarias, tales como: compras y adquisiciones directas, control de plagas de insectos, etc.; funciones las cuales dependerán del tipo de organización interna, de la estructura y del tamaño de la empresa que se esté analizando; así como las políticas que los directivos establezcan con la relación a las actividades de mantenimiento que se deben ejecutar en la organización por parte de la unidad respectiva **(11).**

Compromisos del área de mantenimiento

- Difundir permanentemente el rol protagónico de la incidencia del usuario en las labores de mantenimiento y su participación directa e indirecta en el proceso.
- Dar más autonomía a los especialistas de cada una de las unidades técnicas de mantenimiento, permitiéndoles intervenir en las decisiones generales del área de mantenimiento y en las específicas del día a día.
- Revisar los procesos (permanentemente) de mantenimiento, adaptándolos siempre a los requerimientos y necesidades de los clientes internos de la organización.

- Asegurar la disponibilidad de maquinarias, equipos, instalaciones, edificaciones y en general servicios de manutención, de tal forma que se evite detenciones e interferencias en los procesos productivos o de servicios de la organización **(14).**

2.2. Selección del Tipo de Mantenimiento a Aplicar.

Ejecutando el mantenimiento predictivo, proactivo o de inspección, este será realizado por los operadores de la línea de producción bajo la supervisión y asistencia del departamento de mantenimiento. Por ser un conjunto de labores o actividades que se ejecutan, basadas generalmente en los cincos sentidos humanos, de manera muy rutinaria o específica para garantizar la operatividad de las edificaciones, sistemas, instalaciones, equipos, etc., como soporte de las actividades de mantenimiento predictivo. Generalmente este tipo de mantenimiento permite realizar inspecciones cuando se detecta algo anormal basado en sonidos, olores, presentación visual o el tacto (temperatura o deformaciones), así como por las visitas o revisiones aleatorias por el personal técnico de la organización **(11).**

2.3. Definición del Plan de Mantenimiento Predictivo.

El plan de mantenimiento predictivo es un programa de tareas y procesos de manutención programado, organizado y estructurado sobre la base de unidades técnicas, especificando al detalle las fechas y los tipos de trabajos que deben realizarse a una serie de edificaciones, instalaciones, maquinarias y equipos de una empresa u organización.

Los activos, equipos, maquinarias, edificaciones, instalaciones, sistemas y en general equipamiento complementario a los cuales se los incluye en el plan de mantenimiento preventivo, tienen la característica de tener recomendaciones de manutención del fabricante en función de las horas de servicios prestadas o de cualquier sistema de medición que se defina para el efecto. Siempre los activos críticos serán considerados prioritarios dentro de la elaboración y posterior ejecución del plan.

Las etapas en la elaboración de un plan de mantenimiento predictivo son:

- Determinación de los equipos, maquinarias e instalaciones críticas, sobre la base de los análisis de los parámetros establecidos, los cuales generalmente están relacionados directamente con los procesos productivos.
- Determinación y tabulación de las recomendaciones, recurrencias y necesidades de mantenimiento establecidas por el fabricante y de las mejores prácticas en el mercado de servicios de mantenimiento.
- Planificación de las tareas de mantenimiento a realizar en función de unidades de tiempo y recurrencias establecidas, las cuales deben ser previamente analizadas y tabuladas.
- Determinación de los recursos necesarios, asignación de responsabilidades y tareas al personal que participará directa e indirectamente en las labores de mantenimiento.
- Definición de los controles a cumplir y el monitoreo recurrente que se debe realizar al cumplimiento del programa.

La amplitud general del plan de mantenimiento predictivo de una empresa estará en función de los siguientes factores:

- Por la evaluación económica o presupuesto de operación anual establecido y aprobado por la organización, y sobre la base de las recomendaciones realizadas por el personal técnico de mantenimiento.
- De las condiciones estándares de las edificaciones. Instalaciones y equipos de los que dispone la empresa. Determinación de los "activos técnicos críticos" en la organización.
- De las prioridades definidas por la empresa, así como de los requerimientos y recomendaciones de los fabricantes y las mejores prácticas de mantenimiento con relación a cada tipo de instalación, sistema o equipamiento complementario con el que cuenta la empresa **(14).**

Diseño del plan de mantenimiento

Objetivos Generales

Diseñar una guía que sirva para planear, organizar, dirigir y controlar adecuadamente las labores de mantenimiento predictivo con el fin de alargar la vida útil de la inversión y mantener el mayor tiempo posible una edificación con todos los sistemas complementarios operativo y funcional. Evitar detenciones o interferencias producto de las paradas

generales imprevistas o forzadas que afectan el proceso productivo **(14).**

Objetivos Específicos

- Mantener en perfecto estado de conservación y operatividad todas las instalaciones mediante una organización adecuada de todas las labores de mantenimiento predictivo.
- Planificar las actividades de mantenimiento en general en función de su periodicidad y complejidad, tratado de unificar la mayor cantidad de actividades posibles, de tal forma que se estandaricen los procesos a ejecutar.
- Determinar el número y características del personal necesario para desempeñar cada actividad y asignarle correctamente sus responsabilidades y el alcance de las tareas que deberán ejecutar, estableciendo siempre rangos de accionar y por ende límites de lo que pueden realizar.
- Controlar la eficiencia de las labores realizadas y su influencia en la organización, así como en los procesos productivos de la organización. Determinar nuevas actividades o periodicidades en

base a los resultados obtenidos, las estadísticas que se lleve, así como de los logros obtenidos **(14).**

Determinación de frecuencias de mantenimiento

Las recurrencias de aseo y limpieza en general de edificaciones, instalaciones y equipos deben estar claramente definidas y serán establecidas en base a las necesidades, estándares y de las condiciones del entorno.

Las recurrencias de las diferentes lubricaciones de equipos deben estar establecidas en función del parámetro de control: horas trabajadas, kilómetros recorridos, desgaste de pieza de control, niveles de alerta de vibración.

Otros factores que influyen en la determinación de la frecuencia de mantenimiento son:

- Edad (tiempo de uso), condiciones generales, valor del equipo y costos de los repuestos y partes más importantes.

- Susceptibilidad del equipo a sufrir pérdidas en el ajuste y balanceo general.
- Susceptibilidad al daño (vibraciones, sobrecargas eléctricas, uso anormal).
- Severidad del servicio al que está expuesto.
- Condiciones de rozamiento, fatiga, corrosión presentes en el entorno de trabajo.
- Susceptibilidad en general del equipo al desgaste mecánico.
- Condiciones de limpieza y aseo necesarias **(14).**

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE LA LÍNEA DE LLENADO

3.1. Situación Actual de la Línea de Llenado

3.1.1. Proceso Productivo. Esquema General

La línea de llenado de detergente concentrado líquido es muy diferente a lo que fue desde sus inicios, ya que a través de los años ha presentado varias modificaciones, tanto en el número y variedad de equipos para las diversas áreas de la producción, como en la creación y expansión de sus instalaciones, debido a la tendencia creciente de la demanda.

Dentro de las expansiones que ha tenido la línea de producción está el área de empaquetado y paletizado automático de los productos terminados. También se han

desarrollado nuevas programaciones en los PLC'S de cada máquina para poder trabajar con la misma línea, productos de diferentes presentaciones.

La ubicación de la línea de producción es favorable para su normal desempeño, ya que se encuentra en la planta baja, por simples bandas transportadoras horizontales y gravedad pueden llegar los envases plásticos vacíos desde los silos ubicados en el primer piso, al inicio de la línea.

Con respecto a los procesos involucrados en la línea de producción, existen varias fases. Primero el envase vacío debe ser ubicado de pie sobre el inicio de la banda transportadora, el equipo que realiza esta función suele sufrir serios atascamientos por la falta de limpieza de la cabina protectora, normalmente se acostumbran a retirar los envases acumulados dentro de la cabina protectora cuando sufren un serio atascamiento o cuando se realiza algún tipo de mantenimiento correctivo. También suele pararse por sobre

esfuerzos en los servomotores, este error normalmente ocurre por la falta de lubricación de las partes móviles del equipo o atascamiento de envases.

El envase puede tener varias presentaciones, representadas a continuación:

FIGURA 3.1 PRESENTACIONES DE PRODUCTOS A FABRICARSE EN LA LINEA DE LLENADO

En la figura 3.1, dos son envases simétricos y el resto asimétricos. Los envases simétricos, una vez colocados de pie en la banda transportadora, no es necesario orientarlos o rotarlos 180°; pero los envases asimétricos deben ir

orientados como se muestran en la figura 3.2, la máquina que coloca de pie los envases no se preocupa directamente de esta orientación, una vez que el envase es colocado en la banda, inmediatamente viene un equipo que realiza ésta acción. Cuando el operador no realiza una correcta calibración, el equipo suele presentar atascamientos de los envases vacíos.

FIGURA 3.2 ORIENTACION DE LOS ENVASES AL INICIO DE LA LINEA DE PRODUCCIÓN

Los envases vacíos que entran a la llenadora lineal, podemos llenar 10 envases a la vez, las válvulas dosificadoras son

especiales para trabajar con productos espumantes. En está maquina suele existir derramamiento de producto provocado por atascamientos; el detergente líquido al no ser correctamente limpiado, este se acumula en las guías de las partes móviles, con el tiempo incrementa la fricción entre la banda transportadora y la guía, produciendo un sobre esfuerzo en el motor del transportador. También suele quedar detergente en las fotocélulas, esto dificulta la identificación o control de los envases por parte de la máquina.

Los envases con producto entran a la fase de tapado, dentro de las presentaciones que se manejan en el mercado, existen tapas roscables y otras que son pistolas atomizadoras. La máquina tiene dos tambores de alimentación, uno para las tapas roscables y otro para las pistolas atomizadoras; estos tambores son activados automáticamente dependiendo de la presentación que se esté produciendo. El mandril de la taponadora baja y gira a la vez cuando se produce la presentación roscable, mientras, que cuando se elabora la presentación de la pistola atomizadora, el mandril solo baja

con fuerza para hacer el cierre perfecto. Esta máquina taponadora, al final tiene una fotocélula que verifica si el envase fue cerrado correctamente, en caso de no serlo, a la salida existe una pequeña banda de rechazo, estos envases defectuosos son expulsados hacia la banda de rechazo para que sean reprocesados.

Una vez realizado el tapado y revisión del correcto sellado, estos envases pasan por una balanza dinámica, que es la encargada de verificar la correcta dosis de producto en cada envase. Esta balanza envía una señal a un dispositivo expulsor, encargado de sacar de la línea de producción hacia un plato giratorio los envases que no cumplan con el peso deseado.

A continuación los envases entran a la máquina etiquetadora, encargada de etiquetar los envases de ambos lados. A la salida de la etiquetadora se encuentra una codificadora, la cual dispara un chorro de tinta líquida al envase, colocándole

su codificación distintiva. Una vez codificado se hace el control de calidad, este control se realiza automáticamente. Los envases pasan frente a dos cámaras, las cuales toman fotografía de la parte frontal y posterior del envase para verificar alguna falla que pueda notar visualmente como por ejemplo: mal puesta la etiqueta, arruga en etiqueta, mala impresión del código, tapa rota, mal cierre de la tapa, etc. Todos los envases no conformes son expulsados de la línea a un plato giratorio, estos envases no conformes son revisados por el operador y decide en que parte de la línea los ubica para que sea reprocesado.

El siguiente paso es el encartonado que consiste en: formar la caja de cartón, colocar los envases dentro de la caja y cerrarla. Todos estos pasos son realizados en un bloque de máquinas conocido como multibox. Aquí existen muchas fotocélulas que deben estar siempre limpias, la cola caliente que usa la encartonadora para formar las cajas suele derramarse en la máquina, esto debe ser limpiado constantemente para evitar atascamientos o errores en las

lecturas de las fotocélulas. Primero se alimenta la máquina con cartones pre-cortados por el costado de la máquina, estos cartones son cogidos por unas ventosas y deslizados por los aplicadores de goma, luego se forma la caja. Una vez formada la caja, un brazo mecánico coge los envases llenos que vienen de la línea de producción y son colocados dentro de la caja de cartón, esta caja llena de productos luego es cerrada y continua en la línea para pasar a otra fase.

Finalmente en la sección de paletizado, en esta área un brazo mecánico robusto que toma los pallets vacío y los coloca en la línea de producción, luego este brazo coge las cajas llenas de productos colocándolas encima del pallet, una vez completada la cantidad de cartones en el pallet, este avanza solo hacia otra fase de la planta.

Cabe mencionar sobre el tipo de reutilización de los productos defectuosos:

Envase mal tapado: se lo termina de tapar manualmente o en caso que este dañado el envase, se vierte el contenido dentro de un tanque cuadrado plástico de 1000litros de capacidad y el envase vacío se lo mete a una aplanadora de envases plásticos. El contenido líquido del tanque de 1000litros, al final de la producción se lo vierte a un gran tanque de almacenamiento.

Envase mal dosificado: se vierte su contenido dentro de un tanque cuadrado plástico de 1000litros de capacidad y el envase vacío se lo mete a la aplanadora de envases plásticos.

Envase mal etiquetado: se quitan las etiquetas defectuosas y se coloca el envase en la línea de producción al inicio de la etiquetadora.

Envase mal codificado: se quita el código erróneo con solvente, se sacan las etiquetas y se coloca el envase en la línea de producción al inicio de la etiquetadora.

3.1.2. Descripción de los equipos principales de la Línea de Llenado.

La línea de producción está conformada por siete equipos principales, hechos por diferentes fabricantes. A continuación serán clasificados por fabricantes en el orden que se encuentran en la línea:

POSICIONADORA POSIMAT

Un posicionador de botellas de plástico es una máquina que alimenta automáticamente una línea de llenado, de forma continua y controlada FIGURA 3.3.

Es una adición a la línea de embotellado a considerar, puesto que no solamente tiene unos requerimientos laborales reducidos y una excelente relación coste / eficiencia, sino que

además aumenta la higiene y asegura continuidad en la entrega de botellas a la línea de llenado **(7).**

FIGURA 3.3 POSICIONADOR

Posicionador: POSIFLEX 23 VA GIRAMAT-E

Sentido de giro: Derecha

Formatos: 13

N° embudos: 17

Transportador: Aspirado **(8).**

Principio de funcionamiento

Las botellas entran en la máquina posicionadora a través de una ventana ubicada en la tapa superior de la misma, desde donde van a la zona de preselección FIGURA 3.4 (a). En el interior de la máquina hay un disco rotativo FIGURA 3.4 (b) en cuya periferia se encuentran los cajetines de selección FIGURA 3.4 (c), los cuáles reciben a las botellas en tan sólo dos posiciones: con la boca hacia delante o hacia detrás. La acción combinada de las piezas FIGURA 3.4 (c) junto con una pieza FIGURA 3.4 (d) de soporte hace que las botellas desciendan a través de los embudos o canales de caída FIGURA 3.4 (e) en una sola posición: de pie. Estos embudos guían a las botellas hasta la salida de la máquina depositándolas en un transportador de salida de banda con vacío FIGURA 3.4 (f).

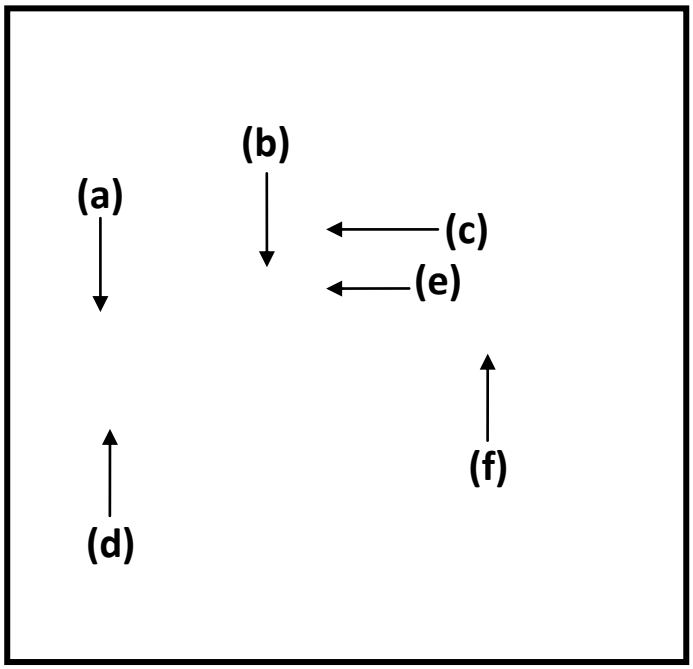

FIGURA 3.4 INTERIOR DEL POSICIONADOR

El diseño de la cabina permite al usuario visualizar perfectamente todo el recorrido que sigue la botella durante cada una de las fases del proceso de posicionado, desde la entrada al posicionador hasta su salida sobre el transportador en dirección a la línea de llenado. De este modo se puede detectar inmediatamente cualquier anomalía: suciedad, botellas rotas o elementos extraños que hayan accedido al posicionador, etc.

Las paredes de la cabina son en acero inoxidable AISI 304, y consisten en paneles practicables y en puertas de fácil acceso. Por ello, las máquinas son fácilmente accesibles para cambios de formato, limpieza, etc. La cabina protege al operario de accidentes, ampara al posicionador de la suciedad, y reduce el nivel sonoro. El nivel sonoro del posicionador con la cabina de serie es sensiblemente inferior a los 80DB exigidos normalmente **(7).**

Zona de carga

Las botellas entran en el POSIMAT por su parte superior FIGURA 3.5 y son conducidas a un disco inclinado giratorio. Esto hace que las botellas giren sobre su eje principal, y vayan así rodando hasta la **zona de preselección**.

Éste sistema de carga por gravedad y por giro, hace que las botellas no rocen, sino que rueden o se deslicen suavemente sobre el disco.

Además, el sistema de carga por gravedad y con las botellas girando sobre un plano inclinado giratorio asegura un elevado llenado de los alvéolos, es decir, que quedan muy pocos alvéolos vacíos **(8).**

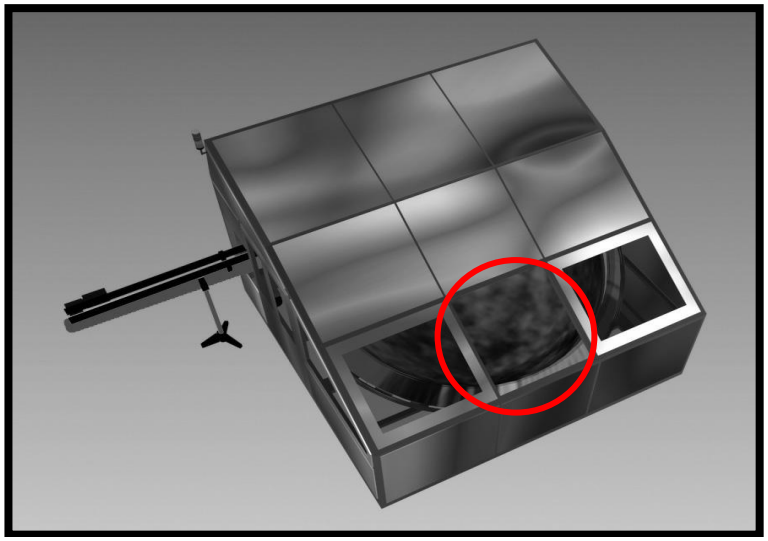

FIGURA 3.5 ZONA DE CARGA

Zona de preselección y llenado de alvéolos

Ésta es la zona del disco superior en que se encuentra un semi-tronco de cono fijo denominado **preorientador** FIGURA 3.6. La finalidad de esta pieza, es que las botellas lleguen horizontales a los alvéolos **(8).**

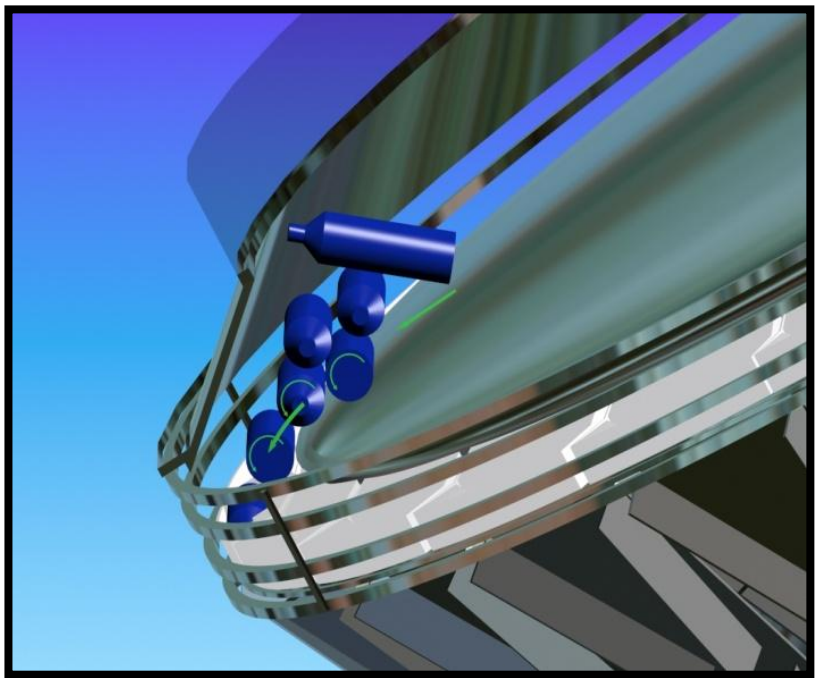

FIGURA 3.6 ZONA DE PRESELECCION

Zona de selección

Esta zona es la encargada de dejar pasar las botellas que vienen bien colocadas dentro de los alvéolos, y de evitar que pasen las que por el contrario se encuentran fuera de las piezas selectoras, o se encuentran mal colocadas.

Esta operación se efectúa en el POSIMAT por medio de un pequeño chorro de aire comprimido porque es la única acción mecánica que no raya las botellas, ya que no hay

rozamientos. Este chorro de aire está situado en la parte media del disco inclinado, en el lado contrario del transportador de salida.

Este chorro de aire desplaza las botellas del alvéolo y las envía rodando o deslizando hacia la parte posterior FIGURA 3.7 **(8).**

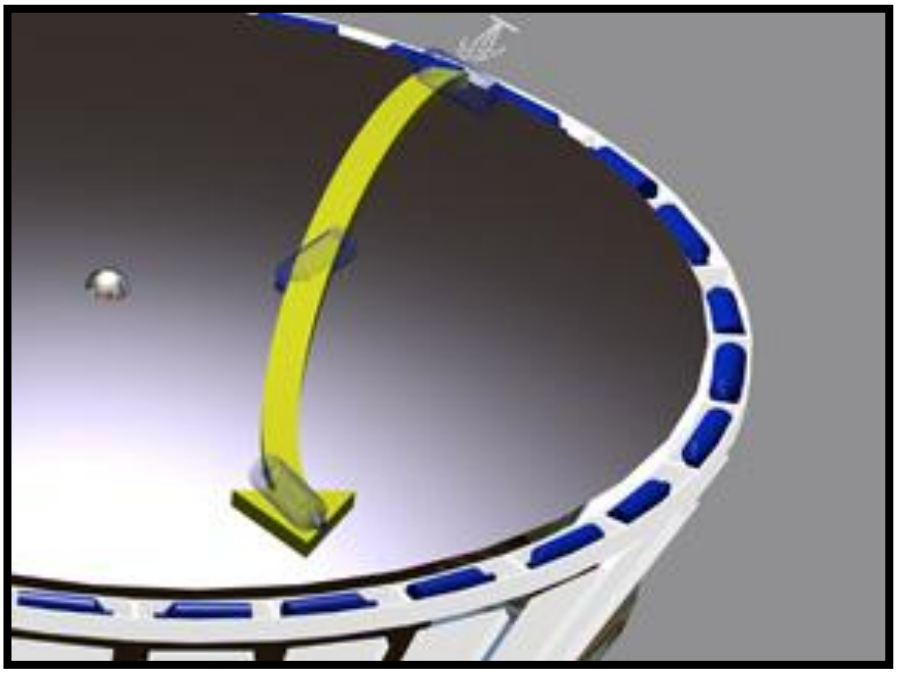

FIGURA 3.7 ZONA DE SELECCION

Zona de caída a los embudos

Las botellas caen de pie desde su alvéolo, tanto si vienen con el cuello delante como detrás. El 100% de las botellas bien colocadas en su alvéolo son aprovechadas. El resultado es un máximo aprovechamiento de las botellas, mínima velocidad de giro, y por tanto, más suavidad en el trato de las botellas FIGURA 3.8.

Esto significa que la máquina puede girar muy lentamente asegurando un perfecto trato en las botellas **(8).**

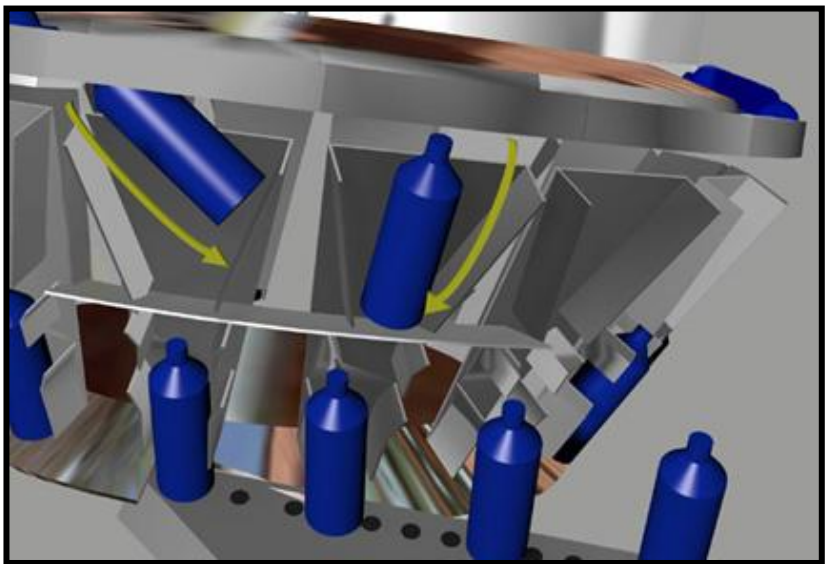

FIGURA 3.8 ZONA DE CAIDA A LOS EMBUDOS

Sistema de caída de las botellas al embudo

En este tipo de máquina, el hecho de que una botella caiga al embudo por su parte delantera o trasera, no depende de una distinta posición longitudinal que adopta la botella en el interior del segmento, sino de la presencia o ausencia de un vástago (a), accionado por un pistón neumático (b), situado en la parte inferior y delantera del segmento (ver FIGURA 3.9), que permite cuando está retraído y evita cuando está estirado que la botella caiga desde el segmento al embudo por su parte delantera. Conociendo de antemano la posición de la botella en el interior del segmento, y por lo tanto la posición frontal o trasera de su fondo, accionando el vástago retráctil, será posible que la botella siempre caiga al embudo en la posición correcta **(8).**

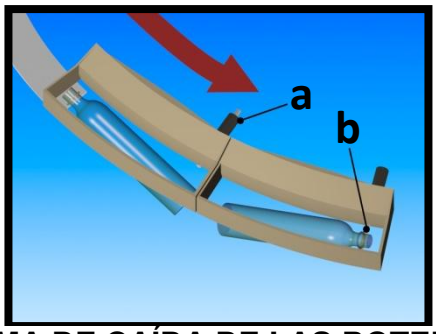

FIGURA 3.9 SISTEMA DE CAÍDA DE LAS BOTELLAS AL EMBUDO

Cuando una botella defectuosa entra al posicionador POSIMAT, puede suceder lo siguiente:

- Que la botella quede encastrada dentro del cajetín selector FIGURA 3.10.

  Acción: Un detector electrónico disparará un soplado de aire comprimido instantáneo, que en la gran mayoría de los casos desplazará la botella del cajetín FIGURA 3.11 **(7).**

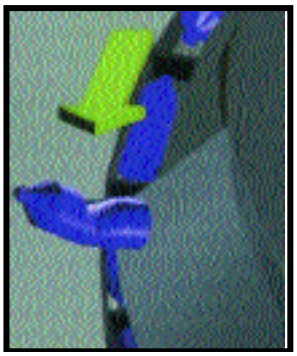

FIGURA 3.10 BOTELLA ATASCADA EN EL CAJETIN

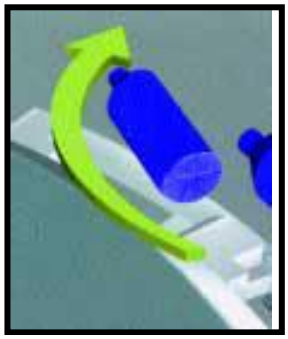

FIGURA 3.11 DISPARO DE BOTELLA POR SOPLADO DE AIRE

- Si a pesar de ello la botella defectuosa desciende por el embudo, puede quedar atravesada en él FIGURA 3.12.

  Acción: Debido al sistema de embudos abiertos, la botella es desplazada del embudo por fuerza centrífuga y cae al suelo del posicionador FIGURA 3.13 **(7).**

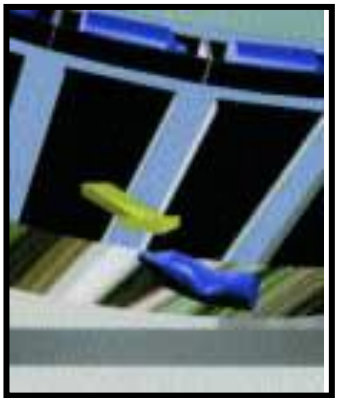

FIGURA 3.12 BOTELLA ATASCADA EN EL EMBUDO

FIGURA 3.13 DESPLAZAMIENTO DE BOTELLA POR FUERZA CENTRIFUGA

POSIFLEX es un sistema de posicionador formado por una serie de cajetines de selección y embudos adaptables para ajustarse a los diferentes tamaños de botellas en solo unos segundos simplemente pulsando un botón (modo automático e instantáneo).

POSIFLEX es la serie de posicionadores de la gama access con cambio de formato instantáneo para un número indefinido de botellas. Es el posicionador más flexible, versátil y rápido en el cambio de formato del mercado. El cambio de formato es instantáneo para un rango infinito de botellas automáticamente pulsando un botón.

Mediante el desplazamiento de los selectores y embudos, éstos se ajustan para permitir posicionar cualquier botella que se halle entre un máximo y mínimo predeterminado.

La flexibilidad que proporcionan los modelos POSIFLEX hace que sean las máquinas ideales para aquellas empresas que cambian el formato o medidas de sus botellas muy a menudo.

Puesto que sus selectores y embudos se ajustan en las tres dimensiones de la botella: largo, ancho, y alto, puede admitir botellas futuras de todo tipo, introduciendo los parámetros de la nueva botella en el panel de control, sin necesidad de comprar ninguna pieza de formato **(9).**

GIRAMAT es una máquina integrada en el posicionador destinada a reorientar las botellas que salen de un posicionador, si éstas deben presentar específicamente una de sus dos caras, ya que salen del posicionador orientadas indistintamente. El elemento diferenciador puede ser una asimetría, un asa, o simplemente un texto o color, etc.

El orientador de botellas de plástico GIRAMAT está diseñado para orientar botellas asimétricas. Las botellas se detectan

mediante un sistema de fotocélulas y visión artificial, que determinan en qué posición entra la botella en el GIRAMAT, para luego girarla o dejarla pasar sin ser girada, de modo que la botella se entregue orientada siempre correctamente **(10).**

Ventajas del GIRAMAT

- Estabilidad de la botella

  Los elementos que constituyen el orientador de botellas van montados sobre un transportador que contiene un aspirador que crea la succión suficiente para garantizar la estabilidad de la botella durante el transporte y el giro.

- Ajustes de velocidad

  El GIRAMAT va equipado con un variador electrónico de velocidad que ajusta la velocidad del transportador del GIRAMAT a la velocidad de salida del posicionador consiguiendo así un traspaso seguro.

- Retención y distanciamiento de las botellas

  Previo a la detección y el giro, actúa un retenedor neumático especialmente diseñado para retener y distanciar las botellas sin dañar su superficie.

El cambio de formato se reduce a cambiar las palas de giro y las guías, y ajustar las barandillas del transportador. Como las coordenadas de detección para cada formato salen regladas de fábrica, sólo hay que girar un selector a la posición predeterminada para la botella que se vaya a orientar y el Giramat trabajará con la detección adecuada en cada caso **(10).**

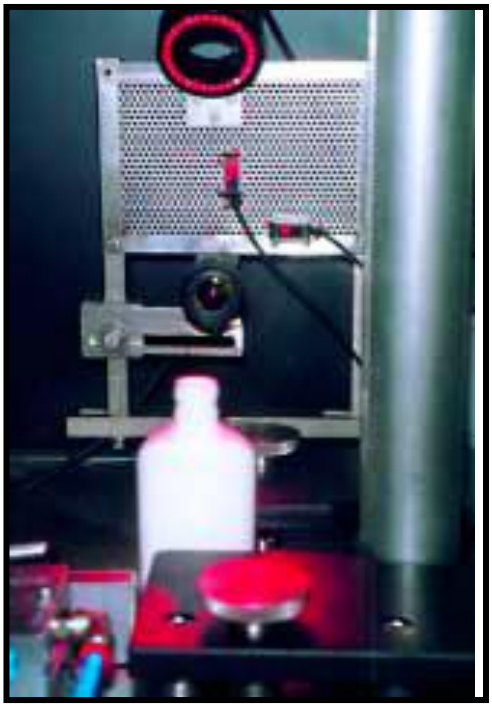

FIGURA 3.14 INTERIOR DEL GIRAMAT

LLENADORA MENGIBAR

Llenadora lineal

Un revolucionario sistema de vis-sin-fin de transferencia de envases accionado mediante un equipo servomotor alimenta de envases a la máquina y los posiciona bajo los cabezales de llenado, correctamente alineados. Una vez que finaliza la operación de llenado, se reemplaza los envases por otros vacíos.

Producto:

- Detergentes

Envase:

- 10 formatos variados

Operación a realizar:

- Llenado del producto
- Introducción y tapado de pistolas o tapones
- Alimentación automática de pistolas y tapones

Velocidad:

- 100u.p.m. en 500ml y 80-90u.p.m. para pistolas

La Llenadora no tiene ninguna parte móvil, a excepción del mecanismo servo + vis.sin.fin, lo que garantiza el bajo mantenimiento, no hay elementos que puedan sufrir ningún tipo de desgaste o estén sujetos a movimientos repetitivos.

Este sistema garantiza que los envases no se deformen por la presión ejercida por los demás en la zona de llenado y el tiempo de cambio de formato se reduce considerablemente ya que no hay que ajustar la posición de los cabezales, es el vis-sin-fin quien colocará los envases al mismo paso que los cabezales **(1).**

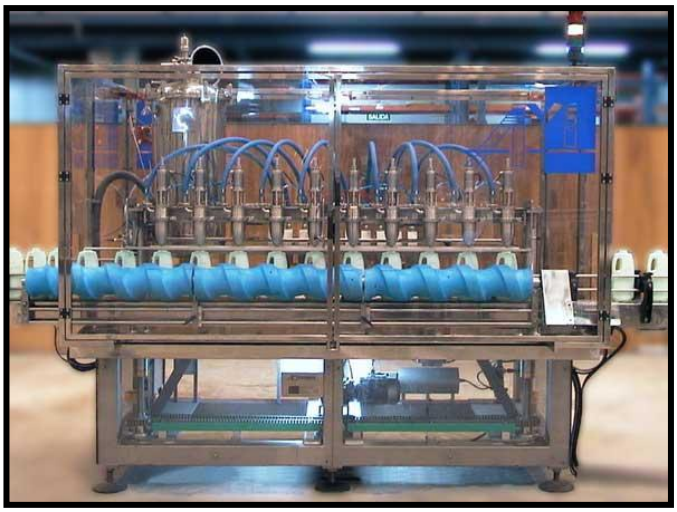

FIGURA 3.15 VISTA FRONTAL DE LLENADORA LINEAL

Tapador

El Tapador fabricado por Antonio Mengibar S.A. es instalado como máquina individual FIGURA 3.16.

La gran variedad de cabezales de tapado permite satisfacer todas las necesidades del mercado para tapones a rosca, presión, pistolas atomizadoras, etc.

Las principales características del taponador son:

- Flexibilidad para adaptarse a cualquier tipo de tapa del mercado, independientemente del sistema de cierre.
- Control de calidad de producto con rechazo de envases sin tapón
- Cambio de formato de envase y tapón sin herramientas
- Programación de múltiples perfiles para adaptar el equipo fácilmente a diferentes envases y tapas.
- Base máquina en acero para garantizar solidez, rigidez, ausencia de vibraciones y durabilidad de la geometría.

Laterales transparentes y luz interior para inspección visual (T.P.M.) **(1).**

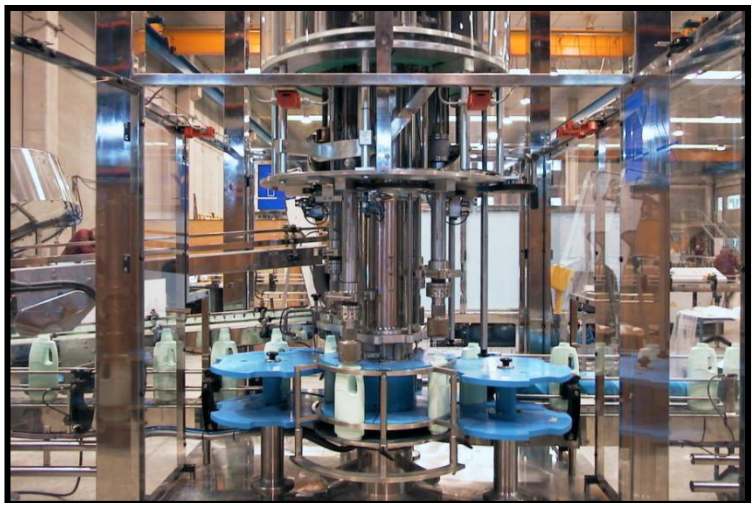

FIGURA 3.16 TAPADOR

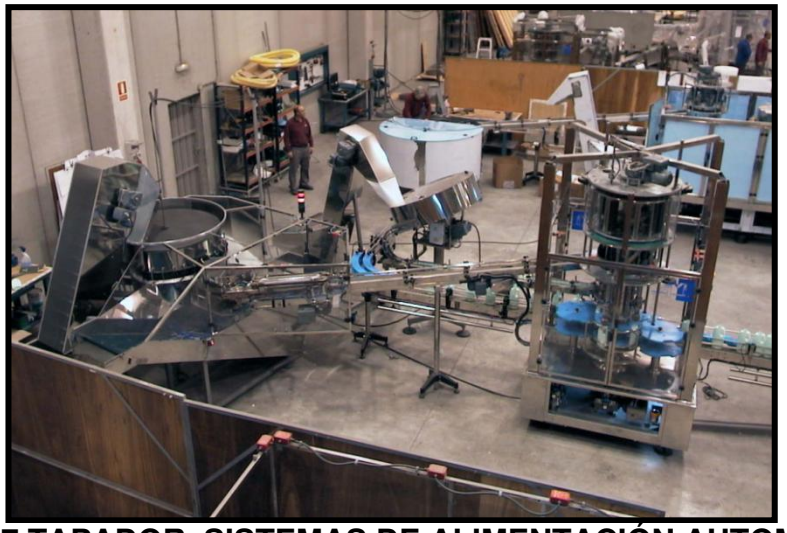

FIGURA 3.17 TAPADOR, SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN AUTOMATICO DE TAPAS Y PISTOLAS

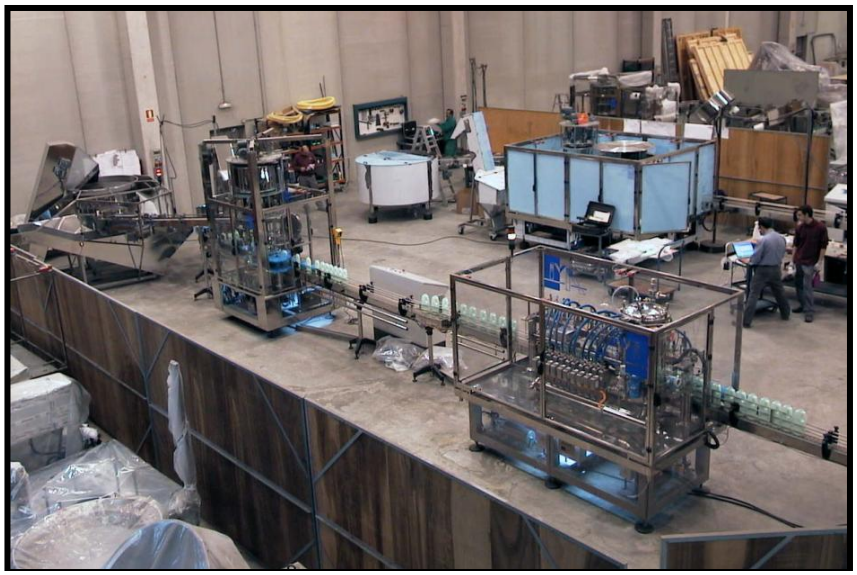

FIGURA 3.18 LINEA COMPLETA MENGIBAR (LLENADOR Y TAPADOR)

CARACTERISTICAS GENERALES

Llenadora lineal

Modelo: LLL 10 MS/190

Base Máquina

- Base máquina cubierta en acero inoxidable AISI-304 y tapas laterales en policarbonato transparente para facilitar la inspección visual de los mecanismos situados en la base.

- Bandejas periféricas recogedoras de líquido en acero inoxidable AISI-304.

Estaciones de Llenado

- Equipado con 10 cabezales de llenado mediante caudalímetros másicos, cada uno incluye:
- Medidor de masa Endress & Hauser
- Cabezal de llenado mediante válvulas de flujo laminar con apertura gradual para productos espumantes
- Ajuste automático de la dosis desde el panel de control y autocorrección independiente de la dosis de cada cabezal.
- Circuito de producto de diseño sanitario.
- Distribuidor con entrada única de producto y salidas a cada uno de los cabezales de llenado.
- Partes en contacto con el producto en Acero Inoxidable AISI-316
- Dispositivo no botella – no llenado.
- Regulación motorizada en altura de los cabezales.

Transportador de envases

- Tramo mínimo de transportador en acero inoxidable AISI-304 de 3m. de longitud, soporte, barandillas y cadena en resina acetálica de bajo coeficiente de fricción
- Tracción mediante motor reductor de 0,5HP con variación de velocidad mediante variador de frecuencia.
- Sincronización del llenado y transporte de envases mediante vis-sin-fin con accionamiento por servomotor de fácil programación.

Mantenimiento y Seguridad

- Todos los elementos regulables cuentan con sistemas de lectura de fácil interpretación.
- Cabina de seguridad. Dispone de armazón en acero inoxidable AISI-304, puertas de policarbonato transparente y micro interruptores de paro en las mismas.

Control

- Panel de control con pantalla táctil de comunicación con la CPU del equipo, conexión mando intermitente y pulsadores de marcha, paro, emergencia y reset.
- Controles de acumulación y de exceso de acumulación de envases **(1).**

Depósito presurizado de producto de 60 litros de capacidad:

- Construcción en acero inoxidable AISI-304.
- Sistema electrónico de control de nivel **(1).**

Cerrador rotativo para pistolas y tapones a rosca

Modelo: CR 4 Tp / 330

Base Máquina

- Base máquina cubierta en acero inoxidable AISI-304 y tapas laterales en policarbonato transparente para facilitar la inspección visual de los mecanismos situados en la base.

- Motorización principal mediante motor-reductor y variador de frecuencia, dispone de limitador de par con desconexión automática en caso de sobre esfuerzo.
- Transmisión cinemática mediante sistema de engranajes.
- Sistema de lubricación centralizado con bombeo automático
- Un vis-sin-fin para un formato de envase
- Un juego completo de estrellas y guías para un formato de envase

Carrusel de Tapado

- Diámetro primitivo 420mm.
- Paso 330mm.
- Equipado con 4 cabezales de introducción y tapado para pistolas spray y tapones a rosca. Cada cabezal incluye:
- Embrague magnético de ajuste fino del par de apriete
- Mandril roscador de rulinas con apertura y cierre neumático
- Tapa protectora en policarbonato transparente para inspección visual de los mecanismos situados en su interior.

- Mecanismo de ayuda para la elevación de los cabezales de accionamiento manual para cambio de leva ultrarrápido por diferentes longitudes de tubo.
- Dispositivo no botella – no tapado.
- Regulación motorizada de la altura de los cabezales de tapado.
- Circuito neumático central de control de apertura/cierre de los mandriles.
- Mecanismo independiente de giro de las rulinas de roscado mediante motor-reductor y variador de frecuencia.
- Juego de accesorios para un formato de tapón

Transportador de Envases

- Tramo mínimo de transportador en acero inoxidable AISI-304 de 3m. de longitud, soportes, barandillas y cadena en resina acetálica de bajo coeficiente de fricción
- Tracción mediante motor reductor de 0,5HP con variación de velocidad mediante variación de frecuencia.

Mantenimiento y Seguridad

- Cambio de formato ultra-rápido y sin herramientas.
- Todos los elementos regulables cuentan con sistemas de lectura de fácil interpretación.
- Embragues mecánicos de seguridad situados en cada una de las estrellas de transferencia de envases.
- Cabina de seguridad. Dispone de armazón en acero inoxidable AISI-304, puertas en policarbonato transparente y micro interruptores de paro en las mismas.

Control

- Panel de control con pantalla táctil de comunicación con la CPU del equipo, conexión para mando intermitente y pulsadores de marcha, paro, emergencia y reset.
- Controles de acumulación y de exceso de acumulación de envases y tapones **(1).**

<u>Sistema de alimentación automática de tapones</u>

Alimentador Mecánico Disco Inclinado. Modelo: MI-2

- Cuba de 1100mm. de diámetro.
- Discos de selección para un formato de tapón.
- Rampa de descenso para un formato de tapón.
- Estructura soporte.
- Accesorios para un formato de tapón.
- Equipo eléctrico completo.

Elevador Mecánico

- Tolva de 125litros de capacidad en acero inoxidable AISI-304.
- Banda transportadora.
- Control de nivel de tapones en el alimentador.
- Tapa en policarbonato.
- Trampilla de vaciado rápido.
- Equipo eléctrico completo.

Sistema de Transferencia de Tapas

- Transportador de 2 metros de longitud construido en acero inoxidable AISI-304.

- Guías ajustables en acero inoxidable AISI-304.
- Cinta transportadora de baja fricción.
- Tracción de 0,5HP.
- Detectores de acumulación de piezas.
- Equipo eléctrico completo **(1).**

Sistema de alimentación automática de pistolas

Tolva de Carga. Modelo: Tc/250

- Tolva de acumulación de 250litros de capacidad en acero inoxidable AISI-304.
- Banda transportadora elevadora distribuidora de pistolas al sistema.
- Control de nivel de piezas.
- Equipo eléctrico completo.

Elevador de flujo continuo. Modelo: Et/2000

- Construcción en acero inoxidable AISI-304.
- Banda transportadora elevadora de descarga en el carrusel posicionador.

- Control de nivel de piezas.
- Equipo eléctrico completo.

Carrusel Posicionador, Modelo: ATp/30

- Construcción en Acero Inoxidable AISI-304.
- Carrusel con 30 cangilones y 1.312mm. de diámetro.
- Mecanismo de posicionamiento de las piezas.
- Disco de sincronización de salida que suministra las piezas al sistema de transferencia.
- Variación de velocidad mediante convertidor de frecuencia.
- Sistema de Gestión de atascos con detección, rechazo de piezas y rearme posterior del equipo automáticamente.
- Todos los sistemas de seguridad, emergencia y control de acumulación necesarios.
- Equipo eléctrico completo.

Transportador de Transferencia

- Transportador de 4m. de longitud construido en acero inoxidable AISI-304.

- Guías ajustables en Acero Inoxidable AISI-304.
- Cinta transportadora de baja fricción.
- Tracción de 0,5HP.
- Detectores de acumulación de piezas.
- Equipo eléctrico completo.

Orientador. Modelo: OR-Tp

- Sistema de bandas de diferente velocidad.
- Guías de control de posición del Gatillo.
- Sistema de Gestión de atascos con detección, rechazo de piezas y rearme posterior del equipo automáticamente.
- Rechazo de Pistolas sin tubo **(1).**

BALANZA DINÁMICA VARPE

Balanza dinámica encargada de realizar el control de peso, muy práctica en cuanto a limpieza y accesibilidad con su diseño ergonómico FIGURA 3.19.

Tiene una capacidad de carga (peso de producto) hasta 3kg., la velocidad de cinta trasportadora regulable a requerimiento. Al final de la balanza dinámica existe un sistema de rechazo de envases no conformes, este expulsor recibe una señal de la balanza dinámica cuando no cumple con el peso requerido en la producción. Los envases no conformes salen de la línea de producción hacia un plato giratorio, estos envases luego son analizados por el operador y decide como reutilizar **(6).**

FIGURA 3.19 BALANZA DINAMICA

ETIQUETADORA ETIMA

Etiquetadora lineal para frascos de base rectangular, ovalada y cilíndrica, con etiqueta y contra etiqueta. Tiene motor centralizado. Pantallas táctiles para gobernar la maquina y los etiquetadores FIGURA 3.20.

Esta etiquetadora está totalmente cubierta por una cabina incorporada en la base. El nivel de producción está entre 7000 a 12000 unidades por hora con desbobinador automático de etiquetas. No es necesario el uso de herramientas y todos los elementos de accionamiento manual están coloreados en rojo.

Gracias a la construcción modular del cabezal es posible variar su configuración y desmontar de forma independiente los diferentes grupos funcionales.

Regulación grupos etiquetado con sistema de 3 ejes: sistema que permite la regulación de la estación adhesiva en altura,

profundidad y rotación; adaptado para envases con lados verticales **(3).**

FIGURA 3.20 ETIQUETADORA LINEAL AUTOMATICA

INSPECTOR E2M

Es un verificador de etiquetas, su principio de funcionamiento es comparativo por medio de toma fotográfica en la parte frontal y posterior, al inicio de la producción se toma la foto de un prototipo o patrón a seguir FIGURA 3.21.

Es capaz de inspeccionar presencia/ausencia de etiqueta, etiqueta boca abajo, doble etiqueta, arrugas localizadas, etiqueta inclinada, etiqueta “en bandera” o parcialmente desenganchada, detección de esquinas rotas o levantadas, identificación de etiquetas (capacidad, idioma, producto,…), verificación de dígitos del código de barras, ausencia del código de fecha y lote, nivel de llenado y presencia de tapón, identificación de tapón, orientación de tapón, etc.

A continuación del cubículo verificación, se encuentra un sistema de rechazo de perfil variable “piano”. Con este sistema no hay impactos ni caídas, es utilizado para envases poco estables y para altas velocidades

Este expulsor recibe una señal del verificador de etiquetas cuando este detecta algún defecto en la producción. Los envases no conformes salen de la línea de producción por medio de un conjunto de cilindros que desplazan segmentos cada vez más largos, describiendo un arco de longitud variable según la velocidad del envase, expulsándolos hacia

un plato giratorio, estos envases luego son analizados por el operador y decide como reutilizarlo **(4).**

FIGURA 3.21 VERIFICADOR DE ETIQUETAS

MULTIBOX Y PALETIZADOR TAVIL

Distribuidor

El modelo de distribuidor de producto, fabricado por TAVIL-INDEBE S.A. es una máquina, que distribuye el producto en el camino de entrada para que se coloque correctamente y el

robot los pueda coger y colocarlo en el interior de las cajas FIGURA 3.2 **(12).**

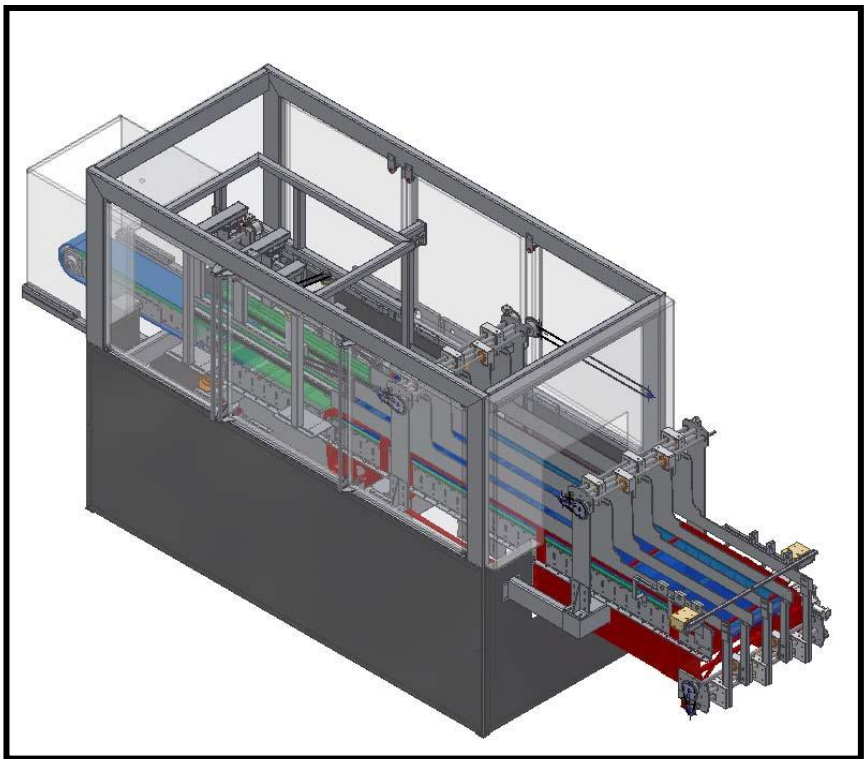

FIGURA 3.22 DISTRIBUIDOR

Multibox

Los modelos de Módulo encajado multibox fabricados por TAVIL-INDEBE, SA, están formados por varias máquinas independientes que han sido unidas para realizar un proceso productivo FIGURA 3.23.

Este proceso consiste en construir cajas, a partir de láminas de cartón, con la formadora, que luego son transportadas mediante bandas a un cargador de producto. Dicho producto proviene de otra cinta transportadora. Una vez el producto está en caja, se dirige a la cerradora de cajas .Se pasa luego al etiquetado mediante el aplicador o el inyector de tinta (código de barras). Finalmente las cajas con el producto están listas para ser recogidas o paletizadas para su almacenamiento.

Las diferentes partes de la línea automática de cajas pueden presentar frenos, desviadores y detectores que funcionan conjuntamente con el resto de la línea, pudiendo presentar zonas de carga, clasificación, acumulación o conexión con otras maquinas. Produce 1020 cajas hora **(12).**

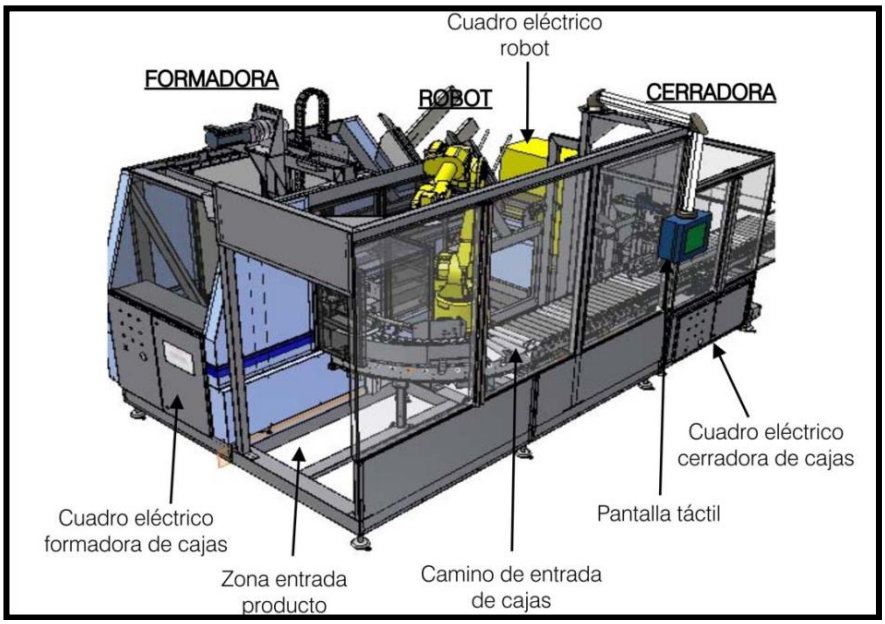

FIGURA 3.23 MULTIBOX

TABLA 1
DIMENSIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS DE LAS CAJAS:

	A	B	C	D	E	F
MIN (mm)	245	145	45	-	-	-
MAX (mm)	660	400	250	525	920	1200

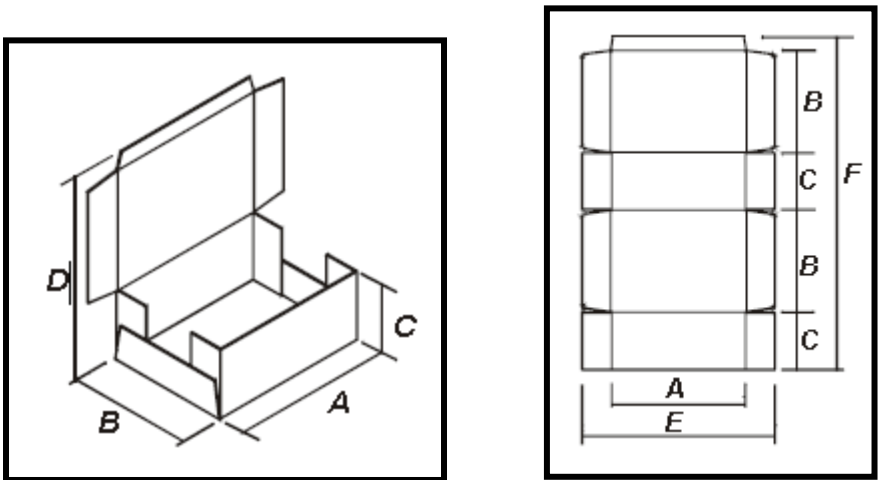

FIGURA 3.24 DIMENSIONES DE CAJAS

El tipo de cola usado para untar y formar las cajas se deberá escoger en función de las condiciones a que posteriormente se someta la pieza.

Características de cola a usarse:

- Cola de fraguado muy rápido
- Temperatura de aplicación: 160 – 180°C
- Viscosidad a 160°C: 1400mPa.s
- Viscosidad a 180°C: 80mPa.s
- Presión de trabajo aire comprimido: 6Kg/cm^2 con conexión a red tuerca 1/2 gas **(12).**

Formadora

Los modelos de las formadoras automáticas de cajas, fabricadas por TAVIL-INDEBE S.A. son máquinas que construyen cajas a partir de láminas de cartón colocadas en unos almacenes que incorpora la máquina. Las láminas de cartón han de tener unas dimensiones predeterminadas y adecuadas a las dimensiones de las cajas que se quieran formar. Les cajas son formadas por un molde y pegadas por rayas de cola caliente FIGURA 3.25. Después serán transportadas a través de un camino de rodillos a la zona de llenado y después a la cerradora TAVILINDEBE S.A. para su posterior cerrado.

Todas las formadoras automáticas permiten la función de multiformato. Se entiende por multiformato la posibilidad de construir cajas de diferentes dimensiones.

Las formadoras multiformato automáticas están equipadas con una pantalla que permite introducir las dimensiones de

las cajas. En este caso, la máquina., automáticamente, mediante los servos, procede a ajustar las guías al formato de la caja **(12).**

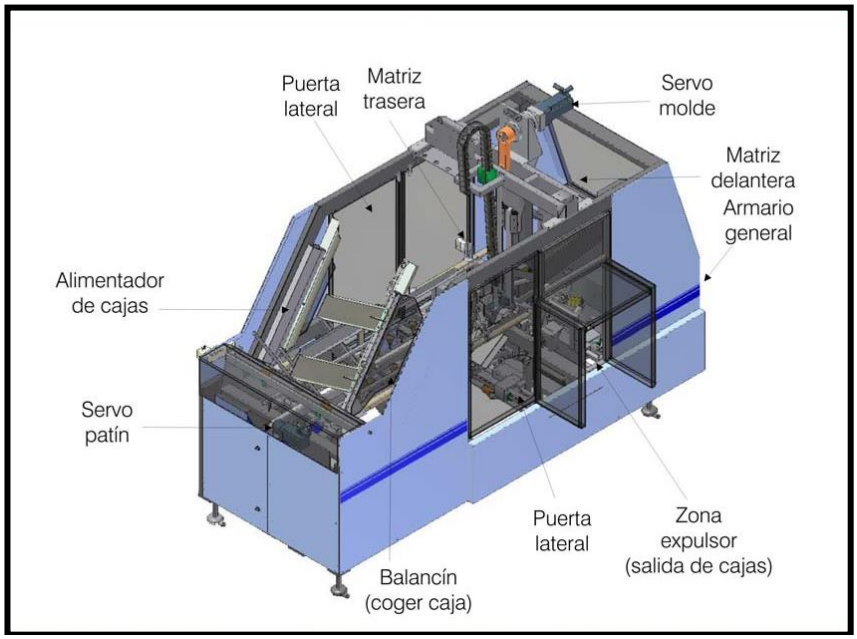

FIGURA 3.25 FORMADORA

Robot cargador

Los modelos de cargadores automáticos fabricados por TAVIL-INDEBE, SA, son máquinas que recogen producto proveniente de un sistema automático de transporte y lo desplazan a otro sistema automático de transporte FIGURA

3.26. Puede ser cualquier tipo de producto susceptible a ser recogido mediante los diferentes sistemas de sujeción que se pueden incorporar a los distintos cargadores (ventosas, pinzas, etc.) y que se quiera introducir en cajas **(12).**

FIGURA 3.26 FORMADORA

Cerrador

Los modelos de las Cerradoras, fabricadas por TAVIL–INDEBE, S.A., son máquinas que cierran automáticamente las cajas, que previamente se construyen en la formadora de

cajas TAVIL-INDEBE, SA y han pasado, a través de un camino de rodillos y por una zona de llenado FIGURA 3.27.

Las cerradoras Multiformato automáticas son controladas desde la formadora de cajas, mediante una pantalla táctil de visualización, que permite introducir las dimensiones de las cajas.

La máquina, automáticamente, mediante encoders lineales, procede a ajustar la altura y la anchura al formato de la caja **(12).**

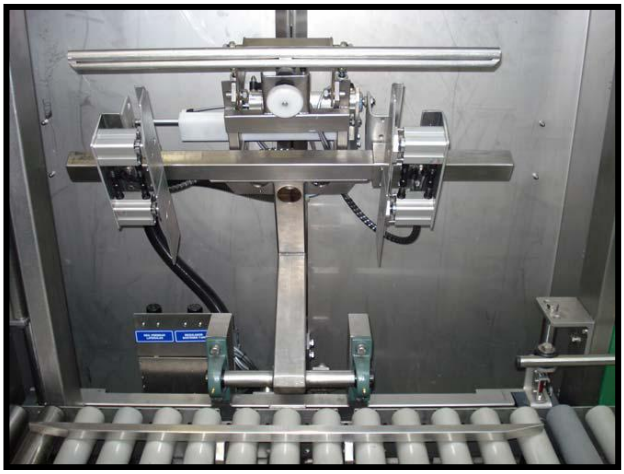

FIGURA 3.27 CERRADORA

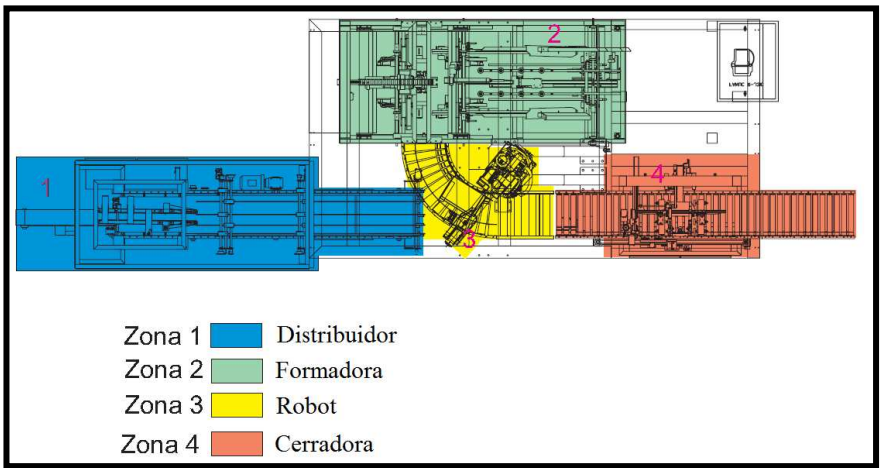

FIGURA 3.28 ESQUEMA GENERAL DE MULTIBOX CON DISTRIBUIDOR

Paletizador

El transporte de cargas mediante pallets se ha impuesto actualmente como uno de los modos más habituales para expedir mercancías desde el lugar de producción al de destino. En muchos casos la carga dispuesta sobre los pallets está constituida por cajas.

Las células de paletización, producidas por TAVIL-INDEBE,S.A., son instalaciones complejas que realizan unas de las funciones claves en la manutención: colocan y montan las cajas sobre el pallet.

Las células de paletización disponen de cinco elementos clave: estación de recepción de cajas, estación de entrada de pallets, estación de carga, robot manipulador y vía de salida de pallets. El número y disposición de estos elementos puede variar en función de la instalación contratada y acordada por el cliente. En el plano de implantación incluido en este documento se indica la disposición de su equipo FIGURA 3.29.

El conjunto funciona de manera automática y está confinado en el interior de una valla de protección, con objeto de evitar la presencia de personas dentro del área de trabajo. En el exterior se dispone de un cuadro de mandos desde el que comandar el funcionamiento de la instalación.

Las células de paletización son flexibles, pues permiten la adaptación a diferentes tamaños de cajas, diferentes mosaicos de encaje sobre el pallet y la recepción de cajas desde diferentes cintas transportadoras **(13).**

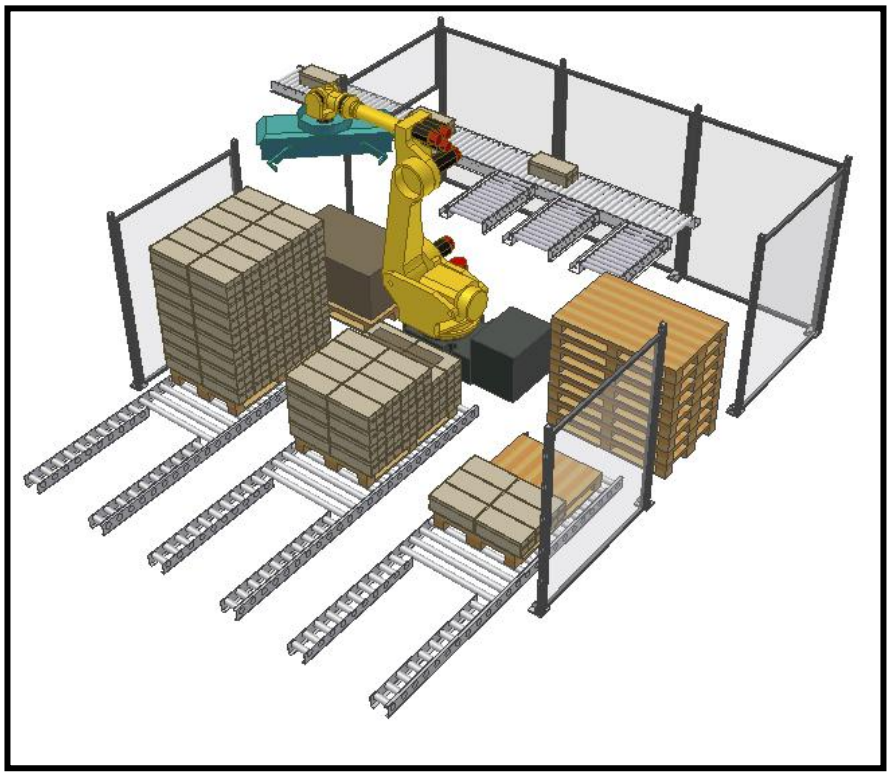

FIGURA 3.29 ESQUEMA GENERAL PALETIZADOR

3.2. Situación Actual del Mantenimiento en la Línea de Llenado.

El área de mantenimiento comprende varias secciones, mantenimiento eléctrico, mecánico, neumático, etc. Aunque también existen trabajos mayores que se realizan por medio de contratistas, los cuales están conformados en parte por talleres calificados o empresas.

El mantenimiento que se realiza actualmente es bastante básico, en otras palabras, en su mayoría son reparaciones y algo de mantenimiento correctivo; todo esto debido a que recién a partir del 2008 esta área ha venido a tener un cambio de enfoque desde el ingreso del nuevo jefe de mantenimiento, el cual ha querido dar inicio a la metodología de los mantenimientos preventivos y predictivos.

3.2.1. Información Existente en la Actualidad. Registros y Operaciones

La información que se maneja en el departamento de mantenimiento es en su mayoría de manera informal, es decir, cada sección reporta por medio de bitácoras las actividades realizadas en el día a día, tanto en el turno de mañana como de la tarde. Esta información ha sido considerable para guardar fechas de eventos importantes, como mantenimientos integrales o instalación de algún equipo nuevo.

Otro tipo de información que existe, es la de carácter técnico, como son los manuales de mantenimiento e información general de los equipos adquiridos a lo largo del desarrollo de la empresa. Cabe señalar que esta información es manejada principalmente por el departamento de proyectos y otra parte por el departamento de mantenimiento.

El almacenamiento de manuales técnicos de los equipos principales de la empresa (posicionadores, llenadoras, taponadoras, encartonadoras, paletizador, etc.) se encuentran almacenado en perchas y repartido entre el departamento de mantenimiento y departamento de proyectos. Estos manuales en su mayoría están en inglés y solo los técnicos bajo la autorización de los dos departamentos pueden hacer uso de los mismos.

Con respecto a la organización y provecho que se le puede dar a la información técnica, se puede decir que, no existe en la actualidad un detalle de componentes o repuestos de la

gran mayoría de los equipos y sólo se procede a buscar o conseguir los repuestos en el mercado interno cuando se trata de equipos de tecnología poco compleja, los repuestos que encajan dentro de este tipo son: rodamientos, chumaceras, piñones, bandas entre otros; pero cuando se aproxima un mantenimiento de algún equipo que necesite de repuestos originales y necesarios de importación, se hace una revisión en los manuales para así de esta manera hacer la lista de repuestos que se van a cambiar.

Los repuestos de obtención local sí se los tiene identificados pero no en algún documento o biblioteca técnica, los técnicos se basan mucho en la experiencia que tienen en la empresa para hacer los pedidos de compras.

3.2.2. Actividades de Mantenimiento Realizadas Actualmente.

Las actividades de mantenimiento que se realizan, en los equipos involucrados directamente con el proceso productivo, son las de lubricación y limpieza, aunque la gran mayoría de

las actividades son de carácter correctivo, ya sea en instalaciones o equipos.

Todo lo anterior, debido al deficiente control y seguimiento de los mantenimientos realizados en el pasado. Los equipos que presentan un historial parcial, son las máquinas principales en la producción, pero como se mencionó anteriormente esta información reposa en las bitácoras de cada sección y de esta manera no se puede acceder a esta información de manera rápida y segura.

En su mayoría, las actividades de mantenimiento que se realizan, son aquellas que se pueden hacer en las paradas que existen después del cambio de turno, a la hora de la comida o los sábados que el nivel de producción es muy bajo.

Departamento de mantenimiento

El departamento de mantenimiento de encuentra estructurado sobre la base del siguiente organigrama:

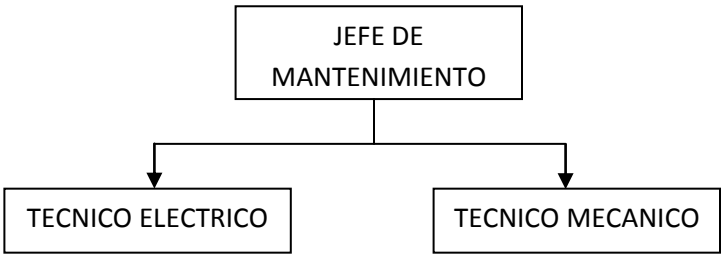

FIGURA 3.30 ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Jefe de mantenimiento.- Su trabajo es velar por el buen desempeño de los equipos e instalaciones de la planta, atendiendo los requerimientos y problemas del área de producción principalmente, además de controlar y coordinar las actividades asignadas a cada persona del departamento de mantenimiento.

También está encargado de la planificación de actividades semanales del departamento. Además desarrolla el plan de mantenimiento preventivo y predictivo de los equipos principales de la empresa.

Técnico eléctrico.- Se encarga de controlar y coordinar los mantenimientos preventivos y correctivos de todos los

equipos que debe realizar en el día a día. Se encarga del control de los equipos del proceso productivo. Los técnicos actuales no tienen ninguna preparación profesional, tan sólo tienen conocimientos por experiencias laborales anteriores y por sus años de permanencia en la empresa.

Técnico mecánico.- Al igual que el técnico eléctrico realiza actividades de control y mantenimiento en los equipos del proceso productivo. Se encuentra pendiente de las actividades diarias del plan de actividades diarias del plan de actividades semanal. No tiene área de acción definida. Los técnicos actuales no tienen ninguna preparación profesional, tan sólo tiene conocimientos por experiencias laborales anteriores y por sus años de permanencia en la empresa.

Aspectos generales

En la empresa existen dos turnos de ocho horas cada uno, el jefe de mantenimiento solo permanece en el día. Mientras que los técnicos cumplen los turnos dispuestos por la

empresa, por la mañana de 6h00 - 14h00 y por la tarde de 14h00 - 22h00.

Contratistas

Dentro de la empresa se encuentran trabajando actualmente dos tipos de contratistas, los contratistas internos, que permanecen en el día a día en la empresa y los contratistas externos que solo van a la empresa cuando existen trabajos específicos.

La modalidad de ejecución de las actividades de mantenimiento que se está implementando actualmente es la de hacer un recorrido, cada mes, por las áreas del proceso productivo y principales instalaciones, para luego registrar todas las instalaciones o equipos que necesiten reparación o cambio. Estas inspecciones informales se las realiza con los supervisores de cada sección y jefe de mantenimiento.

Esto se pudiera considerar como un paso muy elemental de mantenimientos preventivos de los equipos, pero más se acercaría a lo correctivo, ya que en la mayoría de los casos se presume que hay equipos que pueden llegar a fallar, o se intuye que se les debería hacer alguna revisión más exhaustiva o cuando ya presenten alguna anomalía.

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

4.1. Descripción de las Rutinas de Mantenimiento sobre la Base de los Manuales de Mantenimiento según los Fabricantes de cada uno de los Equipos.

En este punto es necesario precisar las principales características y recomendaciones que sugieren los fabricantes de los equipos. Cabe recalcar que desde la adquisición de los equipos en la empresa, no se ha llevado a cabalidad las diversas actividades de mantenimiento sugeridas o establecidas por los diferentes fabricantes. Lo que se ha realizado, son tareas de mantenimiento basadas en inspecciones informales, no programadas y de manera aleatoria por técnicos de la empresa. En otros casos se realizaban actividades de mantenimiento debido a la aparición de pequeñas fallas y en ciertos casos por averías en los equipos.

PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO RECOMENDADOS

Posicionador POSIMAT

El aceite de los motor-reductores montados, deberá ser cambiado cada 10.000 horas de funcionamiento o cada dos años.

Todos los rodamientos montados están engrasados de por vida, por lo que no es necesario su engrase.

Procure mantener lubricados los piñones y las cadenas de la máquina. Tome como norma engrasarlos con grasa sólida una vez al mes.

Tenga en cuenta que la cinta transportadora suele tener desgaste y estiramiento, por lo tanto es recomendable vigilarla con el fin de que no se descentre.

Limpie una vez cada seis meses la instalación neumática de la máquina, con el fin de que no se depositen impurezas en el interior de los tubos de aire. Posimat, recomienda la instalación de un filtro de aire en la entrada.

Limpie una vez al mes la guía lineal responsable del movimiento del fondo del embudo, con el fin de que no se depositen impurezas en la guía y dificulte el movimiento.

Pase un paño seco diariamente por todas las fotocélulas, ya que, en caso de ambientes muy húmedos y calurosos puede producirse una condensación de agua en el visor de las fotocélulas provocando un mal funcionamiento. Lo mismo puede suceder en ambientes polvorientos.

Nunca limpie componentes eléctricos con agua u otros líquidos.

Procure mantener limpio el interior de la máquina, ya que las impurezas son producto muchas veces de paros innecesarios.

Limpiar ó cambiar cada mes los filtros de los ventiladores ubicados en el cuadro eléctrico.

Verifique continuamente el correcto funcionamiento de los dispositivos de seguridad instalados en la máquina.

Llenadora Lineal MENGIBAR

Procure mantener lubricados los piñones, cadenas y levas de la máquina. Tome como norma engrasarlos con grasa sólida una vez al

mes y los engrasadores automáticos cambiarlos una vez finalizado su ciclo de servicio.

Lubrique todas las superficies que no presenten cierta protección, al igual que todas las superficies que se encuentren en constante deslizamiento durante el trabajo normal.

Tenga en cuenta que la cinta transportadora suele tener desgaste y estiramiento, por lo tanto es recomendable vigilarla con el fin de que no se descentre.

Limpie una vez cada seis meses la instalación neumática de la máquina, con el fin de que no se depositen impurezas en el interior de los tubos de aire.

Pase un paño seco diariamente por todas las fotocélulas, ya que, en caso de ambientes muy húmedos y calurosos puede producirse una condensación de agua en el visor de las fotocélulas provocando un mal funcionamiento. Lo mismo puede suceder en ambientes polvorientos.

Nunca limpie componentes eléctricos con agua u otros líquidos.

Procure mantener limpio el interior de la máquina, ya que las impurezas son producto muchas veces de paros innecesarios.

Limpiar ó cambiar cada mes los filtros de los ventiladores ubicados en el cuadro eléctrico.

Verifique continuamente el correcto funcionamiento de los dispositivos de seguridad instalados en la máquina.

Las recomendaciones hechas por los fabricantes de la Balanza Dinámica VARPE, Etiquetadora ETIMA e Inspector E2M son similares a las recomendadas dadas por los fabricantes Posicionadora POSIMAT y Llenadora Lineal MENGIBAR, en cuanto a revisiones de bandas trasportadoras, fotocélulas, componentes eléctricos, filtros, lubricación, etc.

Multibox y Paletizador TAVIL

La limpieza de la máquina deberá ser realizada con aire a presión y con un aspirador, nunca con agua a presión, ya que podría estropear la máquina.

Hay que accionar manualmente las electro-válvulas, amortiguar y regular el movimiento si es necesario

Comprobar que los pistones no han cogido juego. En el caso de que así fuese será necesario ajustar las guías y sujeciones.

Lubricar quincenalmente con lubricante tipo spray los vástagos y guías de los pistones. Limpiar con papel la cantidad sobrante.

Las fotocélulas, para su funcionamiento óptimo, han de estar exentas de polvo. Limpiar diariamente las lentes con alcohol y algodón, sin ejercer demasiada presión para no dañar la óptica. Si fuese necesario, la operación puede realizarse con aire a muy baja presión. El aire a presión puede también ser utilizado para eliminar los restos de alcohol. No utilizar nunca productos agresivos que pudieran dañar el estado de la superficie de la óptica, provocando opacidad o rayadas.

Limpiar los vástagos de los cilindros de posibles elementos que pudiesen entorpecer la carrera del vástago. Revisar los racores de los cilindros que no pierdan aire.

Revisar y limpiar las bandas de polvo y de posibles elementos o cajas que entorpezcan la distribución de las cajas. Comprobar que no estén muy desgastadas

Revisar y limpiar las cadenas de polvo y de posibles elementos que entorpezcan los sinfines. Engrasar cadenas y sinfines

Observar que los motor-reductores no tengan fugas de aceite.

Desmontar la rejilla del filtro situado en el lateral del cuadro eléctrico y limpiarlo con aire a presión.

Limpiar los restos de cola del interior de la máquina diariamente. Los restos afectan al funcionamiento correcto del grupo.

Comprobar que la carga automática de cola funcione correctamente. Rellenar el recipiente de la cola cuando sea necesario.

No dejar nunca la tapa del encolador abierta. El polvo de cartón podría obstruir las boquillas, el equipo o causar daños mucho más graves.

Desmontar los venturis y limpiarlos con aire a presión por el agujero interior. Si se desmonta hay que tener en cuenta de no extraviar la junta de goma del interior y sobretodo no soplar nunca por los agujeros exteriores para no provocar que la suciedad se adentre aún más.

Inspeccionar visualmente en las ventosas la existencia de cortes. En ese caso sustituir el conjunto de la ventosa que va sujetada mediante un conector rápido.

Revisar que las salidas de aire no estén obturadas. En ese caso insuflar aire a presión por la entrada principal para que salgan los restos de suciedad.

El mantenimiento de los robots ya lo hace la misma empresa fabricante. Esto también incluye los puntos de engrase y posibles desgastes. No debe engrasar el robot. El mantenimiento debe hacerse una vez al año.

4.2. Establecimiento de las Frecuencias de Mantenimiento Según los Recursos Propios o Externos y/o las Recomendaciones de los Fabricantes. Determinación de las recurrencias de Mantenimiento Predictivo y los Programas de Inspecciones.

Una vez definidos los procedimientos de mantenimiento de los equipos, sugeridos por los fabricantes, ahora es necesario confirmar si aún son aplicables dadas las condiciones actuales de los equipos y los mantenimientos que se ha dado a lo largo de su vida útil, o si habrá que incluir más actividades de control o ajustar las frecuencias de mantenimiento para así lograr un buen funcionamiento de los mismos y garantizar el proceso productivo constante en la empresa.

El establecimiento de las frecuencias de mantenimiento, ya sea la sugerida por los manuales o por los recursos propios y/o externos a la empresa, se realizan analizando los siguientes criterios:

- **Situación actual de los equipos.-** Si los equipos se encuentran operativos y con las condiciones originales o de fabricación, entonces sí es aplicable todavía mantener las frecuencias de mantenimiento sugeridas por los manuales de los fabricantes.
- **Condiciones de operación.-** Si los equipos fueron adquiridos nuevos, si aún conservan sus elementos de control de operación y si la instalación fue en un área de trabajo recomendada por los fabricantes, entonces si es aplicable mantener las frecuencias de mantenimiento sugeridas por los manuales de los fabricantes.
- **Historial de mantenimientos realizados.-** Una vez que fueron adquiridos los equipos y han sido respetadas las condiciones de operación, es necesario saber si los técnicos de la empresa han seguido de manera correcta (procedimientos de mantenimiento) y repetitiva las frecuencias de mantenimiento sugeridas por los fabricantes y además que se mantenga un registro confiable de los mismos.

- **Modificaciones o adaptaciones efectuadas.-** Hay que verificar si los equipos a lo largo de su operación en la empresa, no han sufrido modificaciones en alguno de sus componentes, ya que de ser así el cronograma de mantenimiento recomendado por los fabricantes se verá adelantado o retrasado en su frecuencia según sea el caso.

Si alguno de los criterios expuestos en los párrafos anteriores no se lo ha llevado correctamente o se lo ha ignorado, es necesario ajustar los mantenimientos sobre la base de la experiencia de los técnicos responsables, pero considerando las frecuencias originales de los fabricantes a manera de guía y tratando además de incluir las recomendaciones de empresas que brinden servicios de detección de posibles fallas en base a mediciones.

Por lo tanto, considerando el análisis anterior y revisando la situación actual de los equipos expuesta en el capítulo 2, se pudo determinar que ninguno de los equipos involucrados en el proceso productivo deberá seguir de manera puntual las frecuencias de mantenimientos

sugeridas por los fabricantes, pero si servirán como una guía muy confiable para la elaboración de las frecuencias de mantenimiento que estarán detalladas en el plan de mantenimiento predictivo.

En el **Apéndice A** están detalladas de manera general las frecuencias de mantenimiento que se van a establecer para los equipos que intervienen directamente en el proceso productivo que han sido seleccionados para el presente trabajo, actividades de mantenimiento divididas en cuatro grupos principales que son:

- **Inspección.-** Las actividades de inspección son parte importante dentro del plan de mantenimiento, ya que ayudan a determinar el estado de los equipos que conforman la línea de producción y porque además permiten definir actividades necesarias para prevenir desperfectos en los mismos que ocasionan paros imprevistos y por ende la paralización de la línea de proceso en la empresa.
- **Limpieza.-** Dadas las condiciones de humedad en la planta, es necesario efectuar una buena limpieza de todos aquellos equipos y componentes que estén en contacto directo o indirecto con el producto, ya que de no hacerlo, la vida útil de los mismos será

menor y presentarán fallas constantes en su operación diaria, afectando de manera directa al proceso productivo.

- **Reemplazo.-** Esta actividad va muy de la mano de las recomendaciones de los fabricantes y especialmente de las inspecciones realizadas por el personal de mantenimiento, ya que muchas veces los elementos comienzan a presentar mal funcionamiento antes de lo previsto debido a la mala manipulación de los operadores, variaciones de voltaje o por condiciones de funcionamiento de los equipos, lo cual aceleran los procesos de desgaste normal de partes o piezas, que deben ser reemplazadas para evitar daños mayores o paradas generales en el proceso productivo.
- **Mantenimiento general.-** El mantenimiento general periódico es parte importante de cualquier plan de mantenimiento, aquí se incluyen actividades de limpieza, verificación, ajustes, reemplazos, lubricaciones, etc. Este tipo de mantenimiento generalmente se realiza con periodicidad anual como mínimo. Lo recomendable es además basarse en los procesos de mantenimiento predictivo programado para adelantar o retrasar las actividades programadas de mantenimiento general.

Las actividades mencionadas en párrafos anteriores, serán realizadas por el operador de la línea de producción y/o el departamento de mantenimiento, aunque habrán mantenimientos que se los realizará con terceros, especialmente cuando se realicen los mantenimientos generales, que dado la experiencia de los técnicos deberá efectuarse una vez cada año.

4.3. Elaboración del Plan Mensual de Mantenimiento Predictivo de los Equipos

El plan mensual de mantenimiento predictivo de los equipos, se lo realizó haciendo uso de los datos históricos de mantenimientos que se han venido registrando desde el comienzo de este estudio de investigación, además teniendo en consideración la información proporcionada por los manuales técnicos de cada equipo; pero por sobre todo basados en la experiencia de los técnicos de la empresa y las consultas realizadas a las empresas especializadas de cada equipo. Los mismos que han brindado un gran aporte para la consecución de este plan.

Aunque cabe señalar que no es un plan inflexible, ya que las constantes inspecciones sugeridas por los técnicos de la empresa, complementado con los mantenimientos predictivos de las empresas especializadas, podrán alertar a tiempo de alguna anomalía o desperfecto venidero en cada uno de los equipos, los mismos que durante su tiempo de operación en la empresa no han sido tratados de una manera ordenada y eficaz.

Una vez implementado este plan de mantenimiento predictivo, es necesario que se comience a obtener información de los mantenimientos realizados de manera programada para contraponerlos con los mantenimientos correctivos que aparecerán de manera imprevista, ya que de esta manera se podrá tener una buena base del ahorro incurrido con esta nueva modalidad de trabajo.

Cabe mencionar que algunos procedimientos del mantenimiento predictivo se pueden realizar sin parar la producción (ON) y otras acciones es necesario parar la producción (OFF), esta última normalmente se la hace al final de cada turno de trabajo. También se

representará con que periodicidad deberían realizarse dichos mantenimientos, pueden ser frecuencias diarias (D), semanales (S) o mensuales (M).

A continuación se presentan las actividades de mantenimiento predictivo incluidas en este estudio:

Asegurarse que no queden ningún envase plástico, polvo, cartón, cola, etc. **dentro de las estructuras y máquinas** como:

- Posicionadora, (D) y (OFF).
- Banda trasportadora de salida en posicionadora, (D) y (OFF).
- Giradora, (D) y (OFF).
- Llenadora y cerradora, (D) y (OFF).
- Sistemas de alimentación automática de pistolas atomizadoras y tapones, (S) y (OFF).
- Balanza dinámica, (D) y (OFF).
- Bandas trasportadoras de entrada, laterales y salida de balanza dinámica, (D) y (OFF).
- Etiquetadora, (D) y (OFF).
- Inspector, (D) y (OFF).

- Almacén, molde, matriz, patín y guías de cajas en Multibox, (D) y (OFF).
- Pistones prensadores y aletas en Multibox, (D) y (OFF).
- Equipo de cola y pistolas dosificadoras en Multibox, (D) y (OFF).
- Distribuidor de producto en Multibox, (D) y (OFF).
- Robot de carga y pinzas en Multibox, (D) y (OFF).
- Cerrador de cajas en Multibox, (D) y (OFF).
- Ventosas y venturi en Multibox, (S) y (OFF).
- Girador de cajas y paletizador en Paletizador, (D) y (OFF).
- Ventosas y venturi en Paletizador, (D) y (OFF).}
- Trinche cargador en Paletizador, (D) y (OFF).
- Robot de carga y pinza en Paletizador, (D) y (OFF).

Realizar limpieza superficial para mantener un correcto orden y presentación del puesto de trabajo en **sectores de mandos y pasillos** de:

- Posicionadora, (D) y (ON).
- Giradora, (D) y (ON).
- Llenadora lineal, tapadora y sistemas de alimentación automática, (D) y (ON).

- Balanza dinámica, (D) y (ON):
- Etiquetadora, (D) y (OFF).
- Inspector, (D) y (ON).
- Multibox, (D) y (ON).
- Paletizador, (D) y (ON).

Revisar tornillería, en caso de estar floja el operador debe de reapretar o sustituir por nuevos los tornillos necesarios de estructuras y máquinas como:

- Giradora, (S) y (OFF).
- Silo de posicionadora, (M) y (OFF).
- Entrada al tambor en posicionadora, (M) y (OFF).
- Tambor de posicionadora, (S) y (OFF).
- Banda transportadora de salida de posicionadora, (S) y (OFF).
- Llenadora lineal, (M) y OFF).
- Cerrador rotativo de llenadora, (M) y (OFF).
- Sistema de alimentación automática de pistolas atomizadoras y tapones, (M) y (OFF).
- Bandas transportadoras de Entrada, laterales y salida de balanza dinámica, (S) y (OFF).

- Almacén de cajas en Multibox, (S) y (OFF).
- Distribuidor de producto en Multibox, (S) y (OFF).
- Girador de cajas y entrada en paletizador, (S) y (OFF).
- Sector transportación de pallets en Paletizador, (S) y (OFF):

Revisar el correcto funcionamiento de todas las botoneras y pantallas táctiles en **sector de mandos y dispositivos de seguridad** en:

- Posicionadora, (S) y (ON).
- Giradora, (S) y (ON).
- Llenadora lineal, tapadora y sistemas de alimentación automática, (S) y (ON).
- Etiquetadora, (D) y (ON).
- Multibox, (S) y (ON).
- Paletizador, (S) y (ON).

Realizar limpieza superficial en caso que se presente alguna anomalía en **sensores y/o fotocélulas** de:

- Nivel en silo de posicionadora, (M) y (ON).
- Nivel en entrada de posicionadora, (M) y (OFF).

- Detección en tambor de posicionadora, (M) y (OFF).
- Llenadora lineal, (S) y (ON).
- Cerrador Rotativo, (S) y (ON).
- Sistema de alimentación automática de pistolas atomizadoras y tapones, (M) y (ON).
- Balanza dinámica, (S) y (ON):
- Etiquetadora, (D) y (OFF).
- Inspector, (S) y (ON).
- Almacén y matriz de cajas en Multibox, (D) y (OFF).
- Robot de carga y pinza en Multibox, (D) y (OFF).
- Cerrador de cajas en Multibox, (D) y (OFF).
- Distribuidor de producto en Multibox, (S) y (OFF).
- Entrada en paletizador, (D) y (OFF).
- Paletizador, (D) y (OFF).

Si continúa la anomalía debe informarse de inmediato al departamento de mantenimiento.

Realizar limpieza superficial en caso que se presente alguna anomalía en **cámara de visión** de:

- Girador, (M) y (OFF).

- Inspector, (M) y (OFF).

Si continúa la anomalía debe informarse de inmediato al departamento de mantenimiento.

Ver que no exista alguna ruptura o deformación de **estructuras** en:

- Silo en posicionadora, (M) y (ON).
- Entrada al tambor en posicionadora, (M) y (ON).
- Llenadora lineal, (M) y (ON).
- Tapadora, (M) y (ON).
- Sistema de alimentación automática de pistolas atomizadoras y tapones, (M) y (ON).
- Bandas transportadoras de entrada, laterales y salida de balanza dinámica, (M) y (ON).
- Balanza dinámica, (M) y (ON).
- Platos giratorios para material defectuoso, (M) y (ON).
- Etiquetadora, (S) y (ON).
- Inspector, (M) y (ON).
- Trinche cargador en Paletizador, (D) y (OFF).

En caso de existir anomalías debe informarse al departamento de mantenimiento al finalizar el turno.

Revisar que no exista un ruido excesivo, vibración a simple vista o sobrecalentamiento en la carcasa, en **motor o motor-reductor** de:

- Tambor de posicionadora, (M) y (ON).
- Bomba de vacío de la banda transportadora a la salida de Posimat, (M) y (ON).
- Banda transportadora a la salida en posicionadora, (M) y (ON).
- Girador, (M) y (ON)
- Llenadora lineal, (M) y (ON).
- Banda trasportadora en llenadora lineal, (M) y (ON).
- Cerrador rotativo en llenadora lineal, (M) y (ON).
- Sistema de alimentación automática de pistolas atomizadoras y tapones, (M) y (ON).
- Bandas transportadoras en sistema de alimentación automática de pistolas atomizadoras y tapones, (M) y (ON).
- Bandas transportadoras de entrada, laterales y salida de balanza dinámica, (M) y (ON).
- Platos giratorios para material defectuoso, (M) y (ON).
- Bandas transportadoras en etiquetadora, (S) y (ON).
- Etiquetadora, (S) y (ON).

- Banda transportadora en inspector, (M) y (ON).
- Paletizador, (M) y (ON).

En caso de presentar alguna de las anomalías anteriores debe informarse de inmediato al departamento de mantenimiento.

Revisar que los **rodillos y/o ejes** giren correctamente, sin presentar algún cabeceo o sobresfuerzo al girar en:

- Banda transportadora de salida en posicionadora, (M) y (ON).
- Poleas de transmisión de movimiento en girador, (M) y (ON).
- Banda transportadora en llenadora lineal, (M) y (ON).
- Bandas transportadoras en sistema de alimentación automática de pistolas atomizadoras y tapones, (M) y (ON).
- Bandas transportadoras de entrada, laterales y salida de balanza dinámica, (M) y (ON).
- Bandas transportadoras en etiquetadora, (S) y (ON).
- Banda transportadora en inspector, (M) y (ON).
- Zona de carga con robot en Multibox, (S) y (ON).
- Zona de cerrador de cajas en Multibox, (S) y (ON).
- Entrada en paletizador, (S) y (ON).
- Sector transportación de pallets en Paletizador, (S) y (ON).

En caso de presentar alguna anomalía anterior debe informarse de inmediato al departamento de mantenimiento.

Revisar **bandas transportadoras o de transmisión** que no presenten desgaste o rotura, la tensión de la banda debe ser la ideal en:

- Salida en posicionadora, (M) y (ON).
- Girador, (M) y (ON).
- Llenadora lineal, (M) y (ON).
- Sistema de alimentación automática de pistolas atomizadoras y tapones, (M) y (ON).
- Entrada, laterales y salida de balanza dinámica, (M) y (ON).
- Etiquetadora, (S) y (ON).
- Inspector, (M) y (ON).
- Distribuidor de producto en Multibox, (S) y (ON)

En caso de presentar alguna anomalía anterior debe informarse de inmediato al departamento de mantenimiento.

Debe verificarse la correcta regulación de la **alimentación neumática** a la maquina (5bar), también se debe de limpiar el filtro de aire en caso de presentar suciedad alguna en:

- Posicionadora, (M) y (ON).
- Brazo clasificador en balanza dinámica, (M) y (ON).
- Etiquetadora, (S) y (ON).
- Brazo clasificador en inspector, (M) y (ON).

Se debe limpiar los filtros instalados en los **tableros eléctricos** en el sistema de ventilación, de las máquinas:

- Posicionadora, (M) y (ON).
- Llenadora lineal, tapadora y sistemas de alimentación automática, (M) y (ON).
- Multibox, (S) y (ON).
- Paletizador, (S) y (ON).

El operador debe revisar si hace falta grasar en los **puntos de engrase** marcados con rojo en las figuras del **Apéndice A** para:

- Posicionadora, (M) y (OFF).
- Llenadora lineal, tapadora y sistemas de alimentación automática (S) y (OFF).
- Multibox, (M) y (OFF).

- Paletizador, (M) y (OFF).

Revisar los **pistones neumáticos** que realicen los movimientos hacia delante y atrás correctamente, sin presentar resistencia al movimiento, además debe percatarse de que no exista fuga de aire en el pistón neumático de:

- Brazo clasificador en balanza dinámica, (M) y (ON).
- Etiquetadora, (S) y (ON).
- Brazo clasificador en inspector E2M, (M) y (ON).
- Almacén y matriz de cajas en Multibox, (S) y (ON).
- Pinza del robot cargador en Multibox, (S) y (ON).
- Cerrador de cajas en Multibox, (S) y (ON).
- Girador de cajas y entrada en paletizador, (S) y (ON).
- Trinche cargador en Paletizador, (S) y (ON).

Debe verificarse la correcta regulación de la presión de aire en el **equipo de cola** (3.5bar), también debe de comprobarse la correcta temperatura a la que está trabajando (155°C) y el nivel de cola. Este equipo de cola solo existe en la Multibox, (D) y (ON).

El operador debe revisar si fuga aceita por los puntos rojos indicados en las figuras del **Apéndice A** en **robot FANUC** de:

- Multibox, (S) y (OFF).
- Paletizador, (M) y (OFF).

Al dar por finalizado la recopilación de información por parte del operador de la línea de producción, técnicos del departamento de mantenimiento, técnicos externos especialistas de máquinas y equipos específicos de la línea y lo aconsejado por los manuales de los fabricantes de cada máquina de la línea; son muchos los detalles por revisar para cumplir con el plan de mantenimiento predictivo mensual.

Para facilitar el trabajo del operador al momento de ejecutar el plan de mantenimiento preventivo mensual, se ha realizado un resumen que recopila toda esta información **Apéndice A** y **Apéndice B.** Estos apéndices ilustran fichas de mantenimiento predictivo, una ficha por cada máquina y una ficha general donde indica el ítem a revisar cada

día de la semana, en esta última ficha también se podrá identificar si la revisión debe ser realizada en horas de producción (máquina encendida) o al finalizar la producción del día (máquina parada).

Las revisiones diarias se las realizarán todos los días a todas las máquinas, las revisiones semanales serán repartidas por máquinas días diferentes entre lunes y jueves; y las revisiones mensuales serán repartidas por máquinas entre los cuatro viernes de cada mes. Las reparticiones de revisiones de cada día laboral fueron hechas de acuerdo a la cantidad de ítems a inspeccionar por máquinas; esta información está reflejada en el **Apéndice B.**

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. La operatividad del proceso productivo depende directamente de las condiciones en las que se encuentren los equipos que intervienen en él, por lo tanto, este proyecto de investigación estuvo orientado a permitir la correcta operación de los mismos por medio del plan de mantenimiento predictivo presentado.

2. Las actividades de inspección, limpieza y manutención deben ser realizadas por el operador de la línea de producción, auxiliándose con los técnicos del departamento de mantenimiento de la empresa caso sea necesario, y salvo aquellos mantenimientos predictivos que requieran de un mayor nivel de tecnología.

3. Establecer políticas de mantenimientos aprobadas por los directivos de la empresa, las mismas que deberían ser difundidas y compartidas por todos los trabajadores de la empresa.

4. Se debe considerar por parte de la gerencia de la empresa, brindar capacitaciones al personal técnico del departamento de mantenimiento actual, para que de esta manera puedan especializarse.

5. Una vez que se haya establecido y consolidado en su totalidad todo el programa de mantenimiento predictivo de la línea de producción, es necesario que se amplíe su implementación al resto de las líneas de producción muy similares existentes en la planta.

6. La primera puesta en marcha de la máquina después de una operación de inspección o mantenimiento, debe ejercerla la misma persona que ha ejecutado los trabajos de inspección o mantenimiento, o bien cualquier persona autorizada con conocimientos suficientes del funcionamiento de la máquina y que esté debidamente informado de las operaciones realizadas en la misma, la cual después de comprobar que los dispositivos de seguridad funcionan correctamente, podrá retirar el cartel

“máquina en inspección” y permitir que los operadores habituales de la máquina ejerzan su trabajo.

7. Optimización de los recursos humanos que intervienen en este proceso.

8. Establecer los programas más apropiados de mantenimiento evitando las fallas y en base a las recomendaciones de los fabricantes o las mejores prácticas en la actividad.

Recomendaciones

1. Es necesario mantener los registros confiables de los diversos mantenimientos que se ejecutan a los equipos, ya que de esta manera se puede aplicar de manera efectiva un plan de mantenimiento programado.

2. Ciertos mantenimientos preventivos que utilicen herramientas o equipos específicos deberán ser atendidos por los recursos externos (contratistas); ya que de no ser así se requerirá mayor cantidad de equipos y herramientas específicas para dichas actividades, lo cual

implicaría una inversión adicional para realizar mantenimientos eventuales, que no darían ningún valor agregado a la empresa.

3. En los check list mostrados en el **Apéndice A**, los jefes de producción podrán llevar un control del tiempo involucrado por el operador de la línea para el mantenimiento predictivo, así se podría luego estimar el tiempo necesario para la ejecución de este mantenimiento predictivo y tener una mejor planificación del tiempo de trabajo del operador de la línea, asegurando una continua productividad y excelente estado de la línea de producción.

4. En el taller de mantenimiento, debe haber un sector destinado a herramientas para todas las áreas del departamento. Se debe a la brevedad posible realizar una organización y clasificación de las mismas, de tal forma que la tenencia y responsabilidad sobre las mismas sea personalizada. Esto garantizará el cuidado, la disponibilidad permanente de las mismas, así como el mantenerlas limpias y ubicadas para un rápido acceso y por ende uso en la empresa.

5. En la bodega de repuestos, debe realizarse una organización y clasificación de los mismos, para facilitar la ubicación de partes o repuestos de maquinarias cuando se realice algún mantenimiento. También es necesario realizar un inventario del material, partes o repuestos de máquinas existentes en la bodega, para tener el control de los materiales existentes y así poder realizar pedidos únicamente necesarios, esto representará un gran ahorro en dinero y tiempo durante los mantenimientos.

6. Se deberá mejorar la comunicación interna entre los departamentos de mantenimiento y producción, con el fin de lograr un compromiso de ejecución de los mantenimientos en las fechas programadas en el plan anual.

7. Elaborar un presupuesto anual de gastos operativos para los equipos de la línea de producción, así como una proyección de la cuenta de mantenimiento correctivo y de reposición de partes, insumos o piezas, para de esta manera poder darle un seguimiento a los gastos incurridos por los mantenimientos preventivo, predictivo y correctivo; de tal forma

que se pueda determinar el comportamiento de los mismos en el transcurso de los años.

8. Se deberá asignar un responsable permanente en la bodega de repuestos, para controlar el stock de los elementos de mayor rotación necesarios para las actividades de mantenimiento cotidiano programado y en especial las estipuladas y detalladas en el plan de mantenimiento predictivo programado.

BIBLIOGRAFÍA

1. ANTONIO MENGIBAR S.A., Manual de Instrucciones Línea de Envasado "Universal", Barcelona, España.

2. http://ieeexplore.ieee.org/iel5/9907/31500/01468615.pdf?arnnmber=1468615

3. http://www.etima.es/espanol/productos.htm

4. http://www.e2m.es/pages/inspvision.php

5. http://www.mescorza.com/manten/mantenimiento/definicion.htm

6. http://www.varpe.com/es/varpe.html

7. POSIMAT, Sistema Posicionador Acces (Folleto Informativo de Stand Posimat), Feria HISPACK 2009, Barcelona, España.

8. POSIMAT, Manual de Operación y Mantenimiento Posiflex 23 VA Giramat-E, España.

9. POSIMAT, Posicionador Posiflex (Folleto Informativo de Stand Posimat), Feria HISPACK 2009, Barcelona, España.

10. POSIMAT, Orientador Giramat (Folleto Informativo de Stand Posimat), Feria HISPACK 2009, Barcelona, España.

11. SARZOSA RODRIGO, "Mantenimiento Productivo Total (TPM)" (Documentación de cátedra de materia dictada para la Carrera de Ingeniería Industrial), Escuela Superior Politécnica de Litoral, 2005.

12. TAVIL-INDEBE S.A., Manual de Formación y Mantenimiento Multibox 3, Girona, España.

13. TAVIL-INDEBE S.A., Manual de Formación y Mantenimiento Paletizadora 3, Girona, España.

14. TOKUTARO SUZUKI, TPM en Industrias de Proceso, TGP HOSHIN, c/Marqués de Cuba, 25, 28014 Madrid España, 1995.

15. VARGAS ANGEL, “Mantenimiento Industrial” (Documentación de cátedra de materia dictada para la Carrera de Ingeniería Mecánica), Escuela Superior Politécnica de Litoral, 2008.

APÉNDICES

APÉNDICE A

FICHAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

APÉNDICE B

PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO