



**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**

**Departamento de Posgrados  
Maestría en Gestión de Mantenimiento**

**“Propuesta para la mejora de la efectividad global de la línea de  
envasado en formato doy pack, basado en un mantenimiento  
autónomo”**

**Tesis previa a la obtención del título de  
Magister en Gestión de Mantenimiento.**

**Autor: Ing. José Ruben Avila Campoverde  
Director: Ing. Mec. MBA Fernando Heredia**

**Cuenca - Ecuador  
2020**

# PROPUESTA PARA LA MEJORA DE LA EFECTIVIDAD GLOBAL DE LA LÍNEA DE ENVASADO EN FORMATO DOY PACK, BASADO EN UN MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

José Rubén Ávila C.

*Departamento de Postgrados, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador*

[javilac\\_r@hotmail.com](mailto:javilac_r@hotmail.com)

## **Resumen -**

Este artículo tiene como propósito mejorar la efectividad global de los equipos de una línea de envasado en presentaciones doy pack. Para ello, se realizó una propuesta con base a la implementación de un mantenimiento autónomo que es uno de los pilares del mantenimiento productivo total TPM, en la cual se diseñaron documentos y registros sostenidos en las técnicas SMED, 5S, Poka Yokes y LUPs., y se utilizó la herramienta de análisis del índice de Efectividad Global de Equipos conocido como OEE, por las siglas en inglés (*Overall Equipment Effectiveness*).

Un elemento trascendental de la propuesta fue la reducción de tiempos de ajustes y calibraciones en los cambios de formatos en la línea de envasado, los mismos que una vez desarrollados, se evaluó la disponibilidad, rendimiento y calidad en el proceso productivo, llegando a obtener un aumento de 2,5% en el índice OEE durante el primer turno.

**Palabras Claves** – Efectividad global de los equipos, línea de envasado, formato Doy Pack.

Translated by



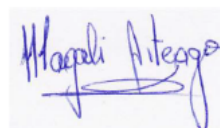
Jose Avila

## **Abstract-**

This article aims at improving the overall effectiveness of equipment in a packaging line in doy pack presentations. To this end, a proposal was made based on the implementation of autonomous maintenance that is one of the pillars of total TPM productive maintenance, in which sustained documents and records were designed in SMED, 5S, Poka Yokes and LUPs techniques, and the analysis tool of the Global Equipment Effectiveness Index known as OEE was used (*Overall Equipment Effectiveness*).

A momentous element of the proposal was the reduction of adjustment times and calibrations in the format changes in the packaging line, the same as once developed, the availability, performance and quality in the production process was evaluated, reaching an increase of 2.5% in the OEE index during the first shift.

**Key words-** Overall effectiveness of the equipment, packaging line, Doy Pack format.



## I. INTRODUCCIÓN

Debido a la competitividad existente entre los mercados nacionales e internacionales, la industria local se encuentra en la búsqueda de nuevas técnicas para reducir costos de conversión con estándares de calidad que satisfagan las necesidades de los clientes, haciendo que las empresas sean cada vez más eficientes con los equipos que cuentan y utilizando la mínima cantidad de recursos; fenómeno que presiona a las organizaciones en la aplicación de medidas que maximicen la efectividad de las líneas de producción.

En este sentido, Albañil y Castillo [1] refieren que las empresas inmersas en las industrias de fabricación se encuentran desafiadas desde la gestión empresarial con miras a maximizar la producción de las líneas existentes, con el propósito de cumplir los tiempos requeridos, fechas de entrega y la reducción de costos. Reto en el cual la gestión operativa tiene un rol fundamental en la operación de equipos con la máxima efectividad.

Es así como las empresas aplican el Mantenimiento Productivo Total (TPM) por las siglas en inglés *Total Productive Maintenance*, herramienta que tiene por objetivo la disminución de tiempos muertos y el incremento de la efectividad global de los equipos, aumentando la productividad de cada máquina mediante el desempeño de los procesos. En donde uno de los pilares fundamentales es el Mantenimiento Autónomo (MA) basado en la prevención del deterioro de la maquinaria y sus respectivos componentes [2, p. 22].

En este punto, es esencial indicar uno de los problemas que destaca Miranda y Toirac [3, p. 235], como son las marcadas diferencias de productividad entre los países sub desarrollados y aquellos que asumen el liderazgo de la competencia económica mundial, siendo el índice entre el sector industrial de las grandes economías y las de la región de tres a uno, afectando a los subsectores y compañías, debido a la falta de implementación de indicadores que mejoren la producción.

En virtud de lo expuesto, la presente investigación se orientó en el aumento de la efectividad de la línea de envasado Doy Pack de una empresa líder en el mercado, dedicada a la elaboración de salsas y aderezos, cuyo objeto de análisis se centró en la mejora del índice de disponibilidad, disminuyendo los tiempos muertos presentados particularmente cuando se realizan los cambios de ordenes de producción de esta línea de producción.

A criterio de Bertomeu y Fortuny [4, p. 38], en el sector industrial la fabricación de productos debería operarse sin demasiados contratiempos, tomando en cuenta el grado de ocupación de las líneas existentes para saber si es factible invertir en nueva maquinaria, en muchos casos las producciones implican cambios de formato y ajustes, acarreando una disminución de la productividad. Bajo tal contexto, las fábricas se enfrentan al reto de contemplar estas

variaciones, requiriendo efectividad en la producción sin incurrir en el aumento de los costos, razón por la cual, cada vez más se invierte en recursos y metodologías de optimización productiva.

A partir de los antecedentes expuestos, para mejorar la efectividad global de esta línea de envasado en presentación Doy Pack, se utilizó los criterios del Mantenimiento Autónomo. Al respecto, según Cuatrecasas y Torrell [5, p. 31] esta herramienta surgió en Japón en el año 1971, como un sistema para el control de plantas con un nivel alto de automatización, en donde, los operadores se centran en las tareas de mantenimiento y producción.

En este punto, es imperioso hacer mención a la Norma Europea EN 16646:2014 *Maintenance*, aprobada por el Comité Europeo de Normalización (CEN), uno de los órganos de mayor relevancia a nivel mundial cuyas producciones refieren a estándares sobre el mantenimiento y la gestión de activos. Particularmente, se ocupa de establecer el rol del mantenimiento que se lleva a cabo dentro de la empresa con relación a la gestión de activos físicos [6].

Tal como lo señala Sexto [6], la norma europea EN 16646:2014, a nivel internacional, del estándar ISO55001 de Requisitos del Sistema de Gestión de Activos. La importancia de EN 16646:2014 radica en el papel que se le da al mantenimiento dentro de la complejidad transversal que representa la gestión de activos físicos como elemento de la administración de bienes organizacionales.

En este sentido, la norma afirma que la gestión de mantenimiento no es igual a gestión de activos físicos, razón por la cual, se busca la relación para que el mantenimiento tribute apropiadamente al sistema administrativo de activos de una organización. El mantenimiento es un elemento clave en el ciclo de vida del activo físico, desarrollado de acuerdo a los procesos de planificación estratégica, administración de recursos, implementación de planes y mejora [6].

Por lo anterior, en el presente estudio, la aplicación del pilar de MA se enfocó específicamente en el incremento del conocimiento de los operadores acerca de los equipos de esta línea de envasado y las fallas de estos dispositivos, así como la implementación de los métodos de trabajo estandarizados, desarrollados por el personal operativo y de mantenimiento, entre ellos, limpieza, lubricación, ajustes, mantenimientos preventivos básicos y mejoras que ayudan a mantener las unidades productivas en condiciones óptimas; puesto que, según Corral, Muñoz y Flores [2, p. 14] la metodología del Mantenimiento Autónomo debe promover un cambio de cultura y mentalidad de los trabajadores mediante la capacitación para lograr un mayor conocimiento en el funcionamiento y mantenimiento, logrando la integración de los operadores para alcanzar las metas organizacionales.

Adicionalmente, el artículo académico en mención se desarrolló con base a la propuesta de los 7 pasos sugeridos por el instituto japonés de mantenimiento de plantas JIMP,

para la implementación de un MA. Según Nakajima [7, p. 79] estos son, 1) limpieza inicial; 2) eliminar fuentes de contaminación y puntos inaccesibles; 3) establecer estándares de limpieza, lubricación, ajustes e inspección; 4) inspección general del equipo; 5) inspección autónoma; 6) estandarización; y 7) control autónomo total.

En cuanto al sector industrial alimentario, es imperioso indicar que la elaboración de salsas y aderezos contempla un amplio abanico de presentaciones de acuerdo al mercado consumidor al que se destina; no obstante, uno de los que tienen mayor demanda es en la presentación de Doy Pack, debido a que es un empaque atractivo para el tipo de producto requerido por las empresas de alimentos [8].

Por lo tanto, frente a la problemática de la alta demanda de productos que requiere el mercado en la actualidad en esta presentación, esta investigación busca obtener una mejor efectividad de los equipos utilizados en la línea de producción de salsas y aderezos mediante la aplicación de un MA mediante una propuesta para la mejora de los indicadores. Bajo tal contexto, se plantearon las siguientes preguntas de estudio:

- a) ¿Cuál es la situación actual del proceso productivo en la línea de envasado con formato Doy Pack de la empresa objeto de estudio?
- b) ¿Cuáles son las deficiencias encontradas en la línea de envasado Doy Pack?
- c) ¿El sistema de mantenimiento autónomo en una línea de envasado Doy Pack, ayuda a maximizar la disponibilidad de las líneas de producción?
- d) ¿La propuesta de mejora permitirá mejorar los índices de disponibilidad de los equipos de la línea Doy Pack?

El desarrollo de las preguntas investigativas permitió encontrar la factibilidad del proyecto, cuyos resultados constituyen un aporte significativo en la efectividad de la aplicación del sistema de MA en las líneas de producción en donde existe la relación hombre – máquina.

Con base a las interrogantes propuestas, se muestran los objetivos para el desarrollo del estudio, cuyo eje de investigación se focalizó en la propuesta de mejora en la efectividad de la línea de producción en Doy Pack aplicando el MA.

**Objetivo general.** – Optimizar la efectividad global de los equipos de envasado de la línea de formato Doy Pack, mediante la implementación de estrategias centradas en un mantenimiento autónomo.

**Objetivos específicos.** –

1. Identificar el proceso de envasado Doy Pack de la empresa objeto de estudio mediante el levantamiento de información de la situación actual, que influye en los índices de efectividad global.

2. Presentar una propuesta de mejora para maximizar los índices de disponibilidad de los equipos de la línea Doy Pack con base al pilar de mantenimiento autónomo.
3. Establecer los indicadores que forman parte de la efectividad global de la línea de envasado Doy Pack.

## Hipótesis

En función del desarrollo y cumplimiento de los objetivos propuestos, se planteó una serie de hipótesis con respecto a la mejora de la efectividad de la línea de producción de formato Doy Pack. En efecto, con los datos obtenidos en el estudio se buscó probar la hipótesis nula (H0), como la alternativa (H1), tal como se detalla a continuación:

**H1A** La propuesta de mejora, incrementa la efectividad global del sistema de producción de la línea de envasado con formato Doy Pack.

**H1B** Se incrementará la productividad en la línea de envasado mediante la propuesta de mejora.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Con respecto al alcance, la presente investigación se desarrolla en el área de envasado de una empresa cuya producción se enfoca en la elaboración de salsas y aderezos. Por lo tanto, la metodología de estudio tiene un diseño no experimental, debido a que no se manipulan las variables independientes, pues se parte de la observación del fenómeno que causa deficiencias en el área operativa.

Bajo este contexto, la investigación es mixta, cualitativa como cuantitativa. Según Hernández, Fernández y Baptista [10, p. 31], este tipo de investigación es un nuevo enfoque e implica la combinación de los métodos cualitativo y cuantitativo en un mismo estudio.

La primera tiende a ser estructurada considerando las particularidades del diseño a trabajar antes de obtener los datos de estudio, como la revisión bibliográfica que fundamentan los datos expuestos. Este carácter busca la descripción de los rasgos característicos de la información recopiladas sin medición numérica, particularmente sobre la descripción de los problemas detectados en la línea de producción.

Por otra parte, el enfoque cuantitativo permite analizar y estimar información medible con el propósito de sacar provecho de los datos reunidos en las fases preliminares de su realización. En este caso, se encuentra determinado por la aplicación de los indicadores de efectividad para mejorar la producción en la empresa objeto de estudio.

En cuanto al método de investigación se emplea el analítico que consiste en detallar el objeto de estudio para observar las causas, el origen del problema y el planteamiento de soluciones mediante el diseño de la propuesta de mejora de

los índices de disponibilidad de los equipos utilizados en esta línea de producción.

Adicionalmente, se complementa el modelo de investigación con base a la revisión de la literatura para sostener las hipótesis planteadas y contrastar los resultados encontrados mediante el desarrollo de la discusión.

**Variables de estudio**

**Variable independiente.**

Metodología de mantenimiento productivo total con base a la aplicación del pilar “Mantenimiento Autónomo” utilizada para la mejora de las operaciones en los equipos de producción.

**Variable dependiente.** - Efectividad global de la línea de producción en Doy Pack.

*A. Metodología TPM*

Se trata de un sistema de mantenimiento enfocado en la eliminación de pérdidas para mejorar la calidad y los costos de producción industrial, cubriendo la vida útil completa del equipo en cada división, incluida la planificación, fabricación y mantenimiento [7]. En otras palabras, es una herramienta basada en la definición de una estrategia de gestión de equipos, que permite alcanzar la máxima efectividad y disponibilidad a lo largo de su vida útil, que involucra a todos los sectores.

La metodología TPM utilizada en el sector industrial contiene 8 pilares, no obstante, para el desarrollo del artículo se aplicó el de Mantenimiento Autónomo (MA), cuyo propósito es mejorar la efectividad de los equipos, desarrollar la capacidad de los operadores para realizar reparaciones e inspecciones menores, mantener el proceso de acuerdo con las normas establecidas y anticipar posibles problemas.

Para ello, se requiere de la aplicación de los siete pasos ilustrados en la Figura 1. En los procesos 1 a 3, se restablecen las condiciones ideales del equipo, para el 4 y 5, se desarrollan actividades de prevención contra el deterioro forzado, permitiendo a los involucrados realizar inspecciones. Luego, el 6 y 7 apuntan a estandarizar la inspección autónoma, organizar y llevar a cabo el control de mantenimiento, logrando la autogestión [11].

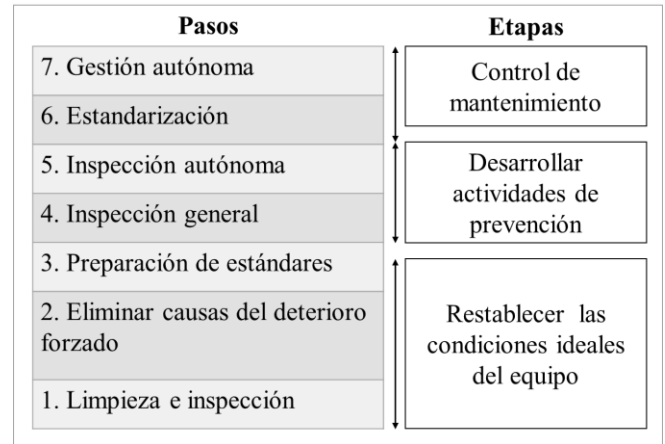


Figura 1. Pasos para la implementación del MA S. Nakajima [7]

En virtud de lo expuesto, el procedimiento metodológico que se llevó a cabo en la presente investigación fue en primera instancia el levantamiento de información con base a un estudio de paros de maquinaria, los trabajos de mantenimiento realizados y el análisis del índice de disponibilidad del equipo.

Al respecto, cabe indicar que el levantamiento de información se realizó mediante el cálculo de la efectividad global de los equipos (OEE), se trata de un indicador que mide la efectividad productiva de la línea de producción involucrando el análisis de la disponibilidad, rendimiento y calidad.

Bajo esta premisa, seguidamente se presentan los sub indicadores que componen el OEE:

- Índice de disponibilidad.** - Mide las pérdidas de disponibilidad de los equipos, debido a las paradas no programadas con base en la relación entre el tiempo de operación disponible, excluido el período de paralización, cuya expresión matemática se manifiesta mediante la siguiente fórmula:

$$Disponibilidad = \frac{\text{Tiempo disponible} - \text{tiempo de parada}}{\text{Tiempo disponible}} * 100 \text{ (1)}$$

- Índice de eficiencia de rendimiento.** – Evalúa las pérdidas de rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo, fallas en la velocidad y rendimiento original, determinada por el fabricante del equipo o diseño. Se aplica la siguiente fórmula:

$$Eficiencia \text{ rendimiento} = \frac{\text{Tiempo exacto} * \text{cantidad producida}}{\text{Tiempo de operación}} * 100 \text{ (2)}$$

Cabe indicar que la eficiencia del rendimiento, también se obtiene del producto entre la tasa de velocidad de operación y la tasa de operación neta, con base a la expresión:

$$Eficiencia \text{ rendimiento} = \text{tasa velocidad operativa} * \text{tasa operación neta} \text{ (3)}$$

**2.1 Tasa de velocidad de operación.** - Se refiere a la discrepancia entre la velocidad ideal con base en la capacidad de diseño y la velocidad de operación, obtenida de la siguiente forma:

$$\text{Tasa de velocidad de operación} = \frac{\text{Tiempo del ciclo teórico}}{\text{Tiempo de ciclo actual}} * 100 \quad (4)$$

**2.2 Tasa de operación neta (TON).** - Calcula las pérdidas por ajustes resultantes de paradas menores registradas como pequeños problemas, cuya expresión es:

$$\text{TON} = \frac{\text{Tiempo del proceso actual}}{\text{Tiempo de operación}} * 100 \quad (5)$$

$$\text{TON} = \frac{\text{Cantidad producida} * \text{tiempo actual de ciclo}}{\text{Tiempo de operación}} * 100 \quad (6)$$

**3. Índice de calidad.** - Las pérdidas por calidad representan el tiempo utilizado para elaborar productos que son defectuosos o tienen problemas de calidad. Período que se pierde, puesto que el bien se debe dar de baja o reprocessar.

$$\text{Taza de calidad productos} = \frac{\text{Cant. producida} - \text{cant. de defectos}}{\text{Cantidad producida}} * 100 \quad (7)$$

Posteriormente, se tabuló la información de los estándares de producción actuales que tiene la línea de envasado en la empresa objeto de estudio, específicamente en la disponibilidad operacional, índice de rendimiento por ciclo y la tasa de calidad.

Luego se realizó un levantamiento de información con toma de tiempos *in situ*, específicamente en los cambios de ordenes de producción que se tiene en la actualidad.

Una vez analizada la situación actual se diseñó la propuesta de mejora, mediante la implementación de instructivos para disminuir los tiempos de ajuste y calibración, usando técnicas LUPs y la creación de planes de capacitación enfocadas a los operadores para la implementación de un sistema de MA. En este punto, el operario de producción asume las tareas básicas de mantenimiento productivo y preventivo, debido a que conoce el equipo y los procesos derivados de la línea de producción.

### III. RESULTADOS

La presente sección se encuentra integrada por los resultados derivados de los objetivos de investigación, para ello, un aspecto relevante a señalar es el orden de la presentación de los datos obtenidos. En primer lugar, se realizó un levantamiento de información para conocer la situación actual en la empresa objeto de estudio, posteriormente, se presentan los manuales de maximización de los índices de disponibilidad de los equipos analizados de acuerdo al mantenimiento autónomo y lecciones de un punto LUPs. Después, se desarrolla el proceso de capacitación a los

operadores y finalmente se muestran los indicadores de efectividad global.

#### A. Diagnóstico situacional

La empresa en donde se realizó el estudio se encuentra localizada en la ciudad de Cuenca, cuya línea de producción se dedica al envasado de salsas y aderezos. La organización atiende pedidos de los clientes que solicitan el producto con diferentes características, tanto del contenido como del tamaño; para cumplir con las exigencias de la demanda, el operador realiza una serie de calibraciones a la línea de envasado; tiempo de calibración que constituye uno de los índices de paro de máquina que afecta a la productividad.

No obstante, otro de los elementos que afectan la producción en la línea Doy Pack son los paros causados por daños en los equipos que manejan los operarios. El sistema utilizado en esta línea de envasado está integrado por el formado, llenado y sellado del sobre, cuyas partes se encuentran ilustradas en el Anexo 1.

En este sentido, seguidamente, se muestra el análisis de los principales indicadores con base al levantamiento de datos técnicos de los equipos. Resultados que permitieron conocer las causas que inciden en el índice de disponibilidad.

#### Levantamiento de información en la línea de envasado Doy Pack

Los datos presentados corresponden al levantamiento de información *in situ* de una línea de envasado en Doy Pack. Se recabó la información de los estándares de producción de la línea de envasado desde el año 2016 hasta el año 2018, específicamente el índice de disponibilidad operacional, índice de rendimiento por ciclo y la tasa de calidad, con la finalidad de determinar los indicadores de mejora para aumentar la efectividad global OEE. La Tabla I muestra de acuerdo al levantamiento de información el índice de efectividad global OEE en la línea de envasado, derivado del rendimiento, disponibilidad y calidad.

TABLA I. VALORES PROMEDIO DE OEE, EN LA LÍNEA DOY PACK DESDE LOS AÑOS 2016 A 2018

Total	Rendimiento	Disponibilidad	Calidad	OEE
2016	94%	90%	99%	85%
2017	96%	94%	100%	90%
2018	97%	94%	100%	92%
<b>PROMEDIO TOTAL</b>	<b>95,9%</b>	<b>92,7%</b>	<b>99,6%</b>	

Elaborado por: José Ávila

Frente a los valores obtenidos en el cálculo del índice OEE, en la Tabla I se sintetizan los resultados, en donde se observa que la calidad tuvo el mayor promedio durante el período 2016 al 2018 con un total de 99,6%, por encima del porcentaje de rendimiento con el 95,9% y de disponibilidad con el 92,7%.

### 1. Promedio anual de índice de efectividad global, OEE

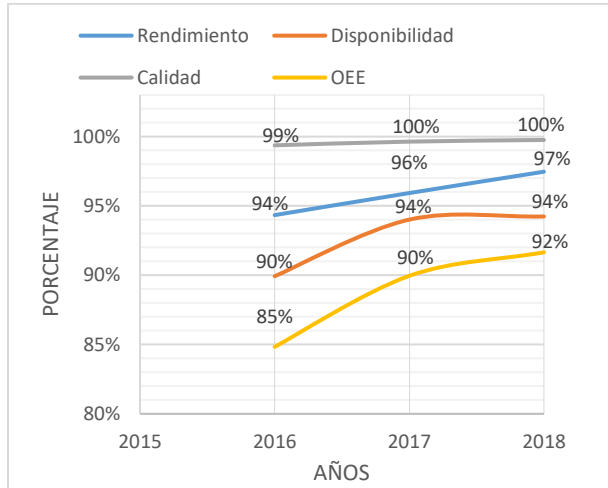


Figura 2. Curvas promedio anual de efectividad global OEE  
Elaborado por: José Ávila

En la Figura 2 se observa que el porcentaje de disponibilidad es el más bajo, con el 90% en el año 2016. Seguido por el índice de rendimiento (94%) y calidad (99%).

Cabe indicar que la disponibilidad es la proporción del tiempo que el proceso es productivo en relación el período total disponible, razón por la cual, es afectada por las paralizaciones que tiene el sistema [12].

### 2. Análisis del índice de disponibilidad

De acuerdo con los datos analizados, el estudio de los resultados identificados se centró en el mejoramiento del índice de disponibilidad, para ello se realizó el levantamiento de datos de las paralizaciones presentadas en la línea de envasado ocasionados por problemas de la maquinaria durante el período 2016 – 2018. En la Tabla II se observa que durante el año 2018 se generó un total de 11,31 h en paralización, en donde las fallas en los equipos representaron la causa principal de los paros. En este punto, es imperioso realizar una comparación de las paralizaciones generadas durante el período 2016 al 2018, tal como se muestra seguidamente.

TABLA II. RESUMEN PARALIZACIONES POR PROBLEMAS DE MAQUINARIA 2016-2018

Tipo de paralización	Año			Total, de horas por tipo de paralización	%
	2016	2017	2018		
Fallas de máquina	9,91	10,28	5,65	<b>25,84</b>	55%
Calibraciones	6,66	2,94	4,19	<b>13,79</b>	30%
Pruebas nuevos formatos	4,25	0,68	1,47	<b>6,4</b>	14%
Limpieza		0,66		<b>0,66</b>	1%
<b>Total horas</b>	<b>20,82</b>	<b>14,56</b>	<b>11,31</b>	<b>46,69</b>	100%

Elaborado por: José Ávila

De acuerdo con los datos expuestos en la Tabla II, el tiempo en paralización correspondiente a la línea de envasado en Doy Pack, disminuyó de 20,82 h., en 2016 a 11,31 h., en 2018; siendo las principales causas en todos los períodos analizados, los fallos y calibraciones en la maquinaria con el 55% y 30%.

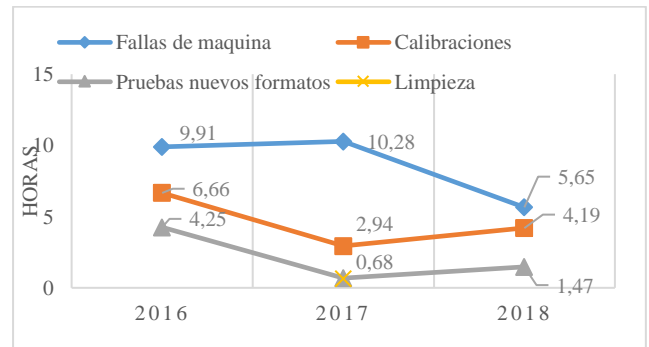


Figura 3. Curvas promedio anual de paralizaciones por fallas de equipos.  
Elaborado por: José Ávila

En la Figura 3, se observó como las paralizaciones por fallas en el equipo aumentan en el 2017, pero disminuyen significativamente para el siguiente año. No obstante, las calibraciones y las pruebas por nuevos formatos tienen una tendencia al alza desde el año 2017, fenómeno que se atribuye a la creación de nuevas presentaciones que demanda el mercado actual, ocasionando un mayor número de ajustes en la línea de producción.

Una vez analizada la situación actual, se diseñó la propuesta para mejorar los índices de efectividad global del equipo de la línea de envasado Doy Pack, mediante la implementación de un sistema de mantenimiento autónomo, focalizado en la disminución de tiempos de ajustes, calibraciones y la ejecución de mantenimientos básicos a cargo de los operadores.

## IV. PROPUESTA

El primer paso de la propuesta consiste en un plan de capacitación orientado al personal de mantenimiento y operadores que trabajan en la línea de producción, con la finalidad de mejorar el conocimiento general de las técnicas a aplicarse, enfocadas en la implementación de un Mantenimiento Autónomo (MA), detalladas en la Figura 4.

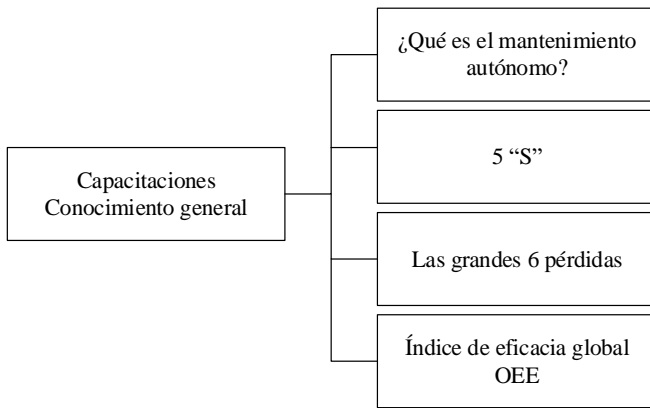


Figura 4. Temas de la capacitación general  
Elaborado por: José Ávila

### A. Implementación del Mantenimiento Autónomo

Los 7 pasos sugeridos por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIMP), toman como base la incorporación de la herramienta 5s. En donde, la limpieza inicial es el fundamento del MA.

- La limpieza es inspección
- La inspección encuentra problemas.
- Los problemas exigen la actuación del equipo para evitar la repetición.
- 

La limpieza estimula a pensar sobre cuál debería ser el estado apropiado de la máquina. Además, está en el centro de todas las actividades del MA, puesto que ayuda a identificar las posibles fallas en un equipo, así como mantener limpia y ordenada el área de trabajo, los accesorios y herramientas utilizadas [13].

El MA se enfoca en el incremento del conocimiento de los operadores, acerca de los equipos, las fallas y en la aplicación de métodos de trabajo estandarizados, desarrollados por los operadores, limpieza, lubricación, ajustes, mantenimientos preventivos básicos y mejoras que ayudan a mantener la maquinaria en óptimas condiciones.

Nakajima [7, p. 51], considerado el padre del TPM señala que el MA constituye uno de los doce elementos básicos para el desarrollo de un programa de mantenimiento productivo total. El diseño de un mantenimiento autónomo requiere de siete pasos que toman como base la incorporación de la herramienta 5's. Los primeros 5 puntos se centran en la revisión de los principales componentes mecánicos del equipo.

Los pasos 1, 2 y 3 del MA se focalizan en mantener el equipo en óptimas condiciones sin implicar deterioros mediante mantenimientos básicos como limpieza, lubricación, ajustes de pernos y tornillos. Incluye el control de factores que aceleran el deterioro de la maquinaria como polvo, óxido, contaminación con fluidos y mejoras en la estructura.

Los pasos 4 y 5 incorporan estándares de inspección de limpieza y lubricación, (Anexo 1) establecidos en los puntos anteriores y que son revisados con relación a las listas de chequeo. Cabe resaltar que, tanto el mantenimiento rutinario como las actividades de mejora, son continuas y son la base de todas las etapas [7].

El punto 6 abarca el área completa de trabajo y el proceso productivo, en donde los materiales y herramientas encontrados en el sitio deben estar ordenados y estandarizados de una manera adecuada. La etapa 7 es el comienzo de las actividades autónomas, el personal realiza actividades de mantenimiento con independencia.

En este último paso se establecen sistemas de trabajo estandarizados basados en la metodología *KAIZEN* que busca siempre la mejora continua, centrados en un sistema de análisis PHVA o ciclo de *Deming* (planear, hacer, verificar, actuar).

### 1. Capacitación técnica

La capacitación al personal operativo y de mantenimiento es fundamental para el diseño de un sistema de mantenimiento autónomo en la línea de envasado Doy Pack, por lo que se propone un cronograma de capacitación (Anexo 4).

Paso	Nombre	Actividades	Herramienta 5 s aplicada	
1	Limpieza e inspeccionar	Eliminar todo el polvo y suciedad de la máquina, lubricar, apretar pernos y encontrar y corregir problemas	SEISO (Limpieza)	Lograr condiciones básicas del equipo
2	Eliminar las fuentes de problemas y áreas inaccesibles.	Corregir las fuentes de suciedad y polvo; prevenir su dispersión y mejorar la accesibilidad para la limpieza y lubricación. Acorotar el tiempo que toma limpiar y lubricar .	SEISO (Limpieza)	
3	Preparar estándares de limpieza y lubricación.	Redactar estándares que aseguren que la limpieza, lubricación y apretado de pernos se hagan eficientemente (Preparar un programa para las tareas periódicas).	SEIKETSU (Estandarizar)	
4	Realizar inspecciones generales	Después de Recibir educación y estudiar manuales de inspección realizar inspecciones generales para encontrar y corregir pequeñas anomalías del equipo.	SEIKETSU (Estandarizar)	Implantación total de inspecciones
5	Realizar inspecciones Autónomas	Preparar listas de chequeo estándares para inspecciones autónomas. Realizar las inspecciones.	SEIKETSU (Estandarizar)	
6	Estandarizar aplicando la gestión visual del lugar de	Estandarizar y gestionar visualmente todos los procesos de trabajo; ejemplo de los estándares de trabajo.	SEIRI (Clasificar) SEITON (Ordenar)	KAIZEN en métodos de trabajo
7	Implantación de la gestión autónoma de trabajo	Desarrollo de objetivos y políticas; hacer de las actividades de mejora parte del trabajo diario, mantener datos MTBF (tiempo medio entre fallas), fallas, analizarlos y usarlos para mejorar el equipo.	SEIKETSU (Estandarizar) SHITSUKE	

Figura 5. Los 7 pasos del mantenimiento autónomo  
Fuente: S. Nakajima [7]



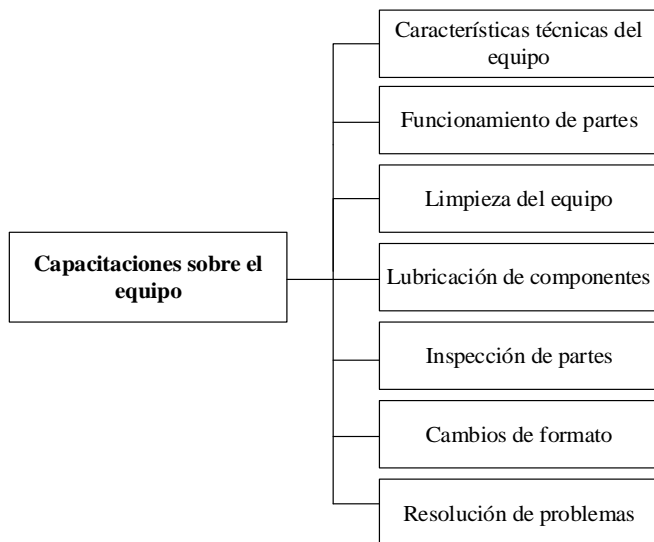


Figura 6. Temas de la capacitación sobre el equipo  
Elaborado por: José Ávila

Se debe capacitar a los operadores sobre los principios de funcionamiento de las partes del equipo, ya que en un MA es primordial que los operadores estén en capacidad de, a más de operar el equipo, saber mantenerlo funcionando correctamente, identificar posibles fallas y saber cómo calibrar o reparar la mayoría de problemas presentados.

En cuanto a la capacitación de las características técnicas del equipo Doy Pack, se utilizarán los manuales y catálogos que reposan en los archivos de la oficina del proceso de mantenimiento de la empresa.

Con el propósito de indicar las características de las partes principales del equipo, se realizará una capacitación *in situ* con los operadores y el personal de mantenimiento, quienes están a cargo de instruir al resto de operarios sobre cómo interactúan cada una de las partes del equipo.

La limpieza y la lubricación son procesos necesarios y trascendentales para que los componentes de los equipos funcionen correctamente. En tal sentido, se diseñó un documento amigable para el operador, modelo que indica de forma clara y sencilla los puntos a lubricar, tipo y cantidad de lubricante a colocar, especialmente en los lugares donde comúnmente se presentan problemas o fallas por falta de limpieza y lubricación.

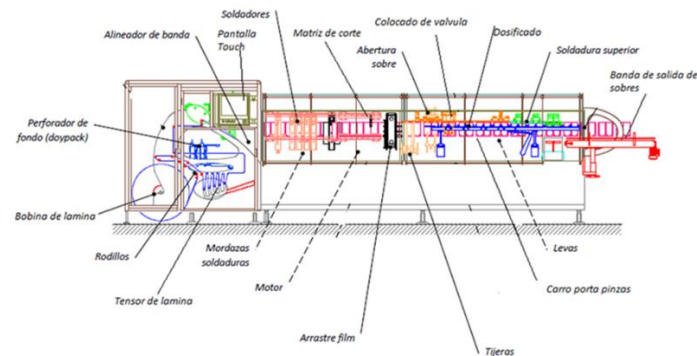


Figura 7. Cuadro de lubricación de la máquina Doy Pack  
Elaborado por: José Ávila

De acuerdo con las posiciones de lubricación ilustradas en la Figura 7, en el Anexo 1, se adjunta el detalle de cada lugar de la máquina para la respectiva limpieza y lubricación. En donde un elemento fundamental utilizado en este proceso es el tipo de aceite, el cual debe ser de grado alimenticio tipo H1, la empresa objeto de estudio en los procesos de limpieza y lubricación de la máquina utiliza el producto *PURITY™ FG WO White Mineral Oils*, un aceite mineral de grado alimenticio formulado para los sectores de procesamiento de alimentos, homologado y certificado por la norma internacional [15].

## 2. Inspección de partes

La propuesta para la presente sección, versa en capacitar a los operadores con la finalidad de identificar problemas mediante los sentidos, vista, oído, olfato y tacto sobre el equipo con la finalidad de detectar defectos ocultos. El tipo de instrucción sugerido ayuda a evitar deterioros de partes, comprender cuáles son los mecanismos vitales, así como el cuidado, permitiendo detectar anomalías que pueden ser causales de falla.

Adicionalmente, se pretende desarrollar habilidades en los operadores para que sean capaces de identificar problemas de calidad en el producto final y como solucionarlo.

En este punto, el programa de capacitación, Anexo 4, también se enfoca en formar al personal en donde se cuente con las destrezas necesarias para realizar reparaciones básicas en el equipo. Por tanto, se indicarán técnicas de mantenimiento aplicables a la maquinaria de producción. De tal manera se espera que mediante la mejora de las cualidades de los operadores se incremente gradualmente los índices de disponibilidad, rendimiento y calidad.

Debido a la variedad de productos generados en la línea de envasado, los cambios de formato son continuos; generalmente se realiza un promedio de 4 cambios por semana, afectando directamente el índice de disponibilidad, puesto que el proceso requiere de un tiempo para el ajuste de partes, calibraciones y demás aspectos relacionados al correcto funcionamiento de la maquinaria. Considerando los antecedentes señalados, se realizó una toma de tiempos

actuales requeridos para las calibraciones en los cambios de ordenes de producción, tal como se detalla en la Tabla III.

TABLA III. TIEMPOS DE CAMBIOS DE ORDENES DE PRODUCCIÓN

Descripción de tarea	Tiempo actual min.
Alineación y colocación del rollo de lámina.	7
Cambio de triángulo formador y alineación de barra de formado del fuelle.	13
Cambio de mordazas de fondo, verticales, planchadas y horizontales.	20
Calibración de carros porta pinzas fijas y móviles.	28
Calibración de apertura de ventosas y cono de formado de la boca del sobre.	15
Calibración de fotocélula y ajuste de perforadores de lámina.	3
Cambio de boquillas de dosificado y calibración de soporte de válvula.	13
Calibración de dosificadores.	1
Vaciado y limpieza de tolva recirculación agua desde marmita.	32
Recirculación y purga de producto de tuberías.	6
Calibración de temperaturas de mordaza.	16
<b>SUB TOTAL</b>	154
Ajustes y calibraciones finas.	22
<b>TOTAL</b>	176,00

Elaborado por: José Ávila

Con base en los períodos tomados, se realizó un análisis para disminuir los tiempos de cambios de formato basados en técnicas SMED (*Single Minute Exchange of DIE*)<sup>1</sup>, que permiten analizar las operaciones que tienen lugar durante el funcionamiento del equipo, haciendo posible una reducción en la duración de la preparación previo a la calibración de la línea de producción.

### 3. Utilización de técnica SMED

Según se detalló en la Tabla III, se sugiere realizar una disminución en los tiempos de cambios de presentaciones, tomando como base la reducción de las actividades internas, que se llevan a cabo cuando la máquina está parada, ejecutándose el ajuste. Por otra parte, fue preciso realizar un aumento de los procesos externos realizados mientras la máquina se encuentra operando con los accesorios de otras presentaciones.

A continuación, se detalla en la Tabla IV las tareas operativas vigentes tanto internos como externos cuando se realizan los cambios de órdenes de producción para otras presentaciones en la línea de envasado y se detallan las mejoras propuestas a realizar con lo cual se espera disminuir hasta un 20% estos tiempos.

TABLA IV. PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS VIGENTES EN CAMBIOS DE ORDENES DE PRODUCCIÓN

Descripción de tarea	Operación actual		Operación propuesta		Tiempo actual min.	Reducción de tiempos %	Cambio de formatos		Tiempo propuesto min.
	Interna	Externa	Interna	Externa			Mejoras propuestas		
Alineación y colocación del rollo de lámina.	X		X	X	7,00	60%	Adquisición de un segundo eje porta bobina. Elaboración de documento con medidas de calibración.	de	2,8
Cambio de triángulo formador y alineación de barra de formado del fuelle.	X		X		13,00	15%	Elaboración de documento con medidas de calibración. Revisión de partes antes de la calibración.	de	11,05
Cambio de mordazas de fondo, verticales, planchadas y horizontales.	X		X	X	20,00	20%	Elaboración de documento con medidas de calibración. Revisión de partes antes de la calibración.	de	16,00
Calibración de carros porta pinzas fijas y móviles.	X		X	X	28,00	40%	Adquisición de carros móviles para cada formato. Revisión de partes antes de la calibración.	de	16,8
Calibración de apertura de ventosas y cono de formado de la boca del sobre.	X		X		15,00	15%	Elaboración de documento con medidas de calibración. Revisión de partes antes de la calibración.	de	12,75
Calibración de fotocélula y ajuste de perforadores de lámina.	X		X		3,00	15%	Elaboración de documento con medidas de calibración.	de	2,55
Cambio de boquillas de dosificado y calibración de soporte de válvula.	X		X	X	13,00	15%	Elaboración de documento con medidas de calibración. Revisión de partes antes de la calibración.	de	11,05
Calibración de dosificadores.	X		X		1,00	15%	Elaboración de documento con medidas de calibración.	de	0,85
Vaciado y limpieza de tolva recirculación agua desde marmita.	X		X		32,00	0%			32
Recirculación y purga de producto de tuberías.	X		X		6,00	0%			6
Calibración de temperaturas de mordaza.	X		X		16,00	15%	Elaboración de documento con medidas de calibración.	de	13,6
<b>SUB TOTAL</b>					154,00				125,45
Ajustes y calibraciones finas.	X		X		22,00	30%	Elaboración de documento con medidas de calibración.	de	15,4
<b>TOTAL</b>					176,00				140,9

Elaborado por: José Ávila

<sup>1</sup> Técnica utilizada para efectuar cambios rápidos en los equipos, eliminando actividades que retrasan el cambio al ejecutarlas [20].

Como se observa en la Tabla IV, las operaciones internas que se efectúan generan un tiempo total de 176 minutos. Por lo tanto, para reducir la duración de las tareas se proponen varias actividades que con base a la meta porcentual permite disminuir el período de actividades a 140,9 minutos.

Además de la utilización de la técnica SMED se realizó un análisis de mejoras enfocadas en técnicas 5S (organización, orden y limpieza), *Poka Yokes*<sup>2</sup> y LUPs, (Lecciones de Un Punto), detalladas brevemente.

#### 4. Utilización de técnicas 5s

Se recomienda la instalación de armarios independientes para el almacenamiento de partes y herramientas, cuya ubicación en el interior del mueble estará identificada con el propósito de tener organización, resguardo y un mejor control visual.

- Se reducen los tiempos de cambio.
- Se eliminan las condiciones inseguras.
- Se ocupa menos espacio.
- Se evitan interrupciones en el proceso.

La dotación de herramientas y en buen estado es importante, con la finalidad de acceder con mayor facilidad y rapidez a las partes de calibración y ajuste.

Así mismo, se evidenció la necesidad de dotar una mesa móvil de trabajo para desarrollar los cambios de formatos o intervención por mantenimiento, elemento que ayuda a disminuir los tiempos y movimientos que efectúa el operador en el traslado de partes y herramientas.

#### 5. Utilización de técnicas Poka Yokes

Se detectó que existen variaciones en las medidas externas de los sobres formados, provocando problemas de calidad, debido a roturas de lámina o fugas de producto ocasionados por sellados defectuosos. Con base a lo expuesto, mediante el uso de técnicas de *Poka Yokes* (a prueba de errores), se propone la elaboración de documentos que servirán de guía para los ajustes que llevan a cabo los diferentes operadores. (Ver ejemplo, Figura 8), para garantizar un estándar, en donde todas las medidas de los sobres sean siempre las mismas. Esta técnica mantendrá al personal capacitado para reducir el desperdicio, asegurar la calidad del producto en línea y no al final del proceso.

LOGO EMPRESARIAL	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE CALIDAD E INOCUIDAD ISO 9001 - ISO 22000	CÓDIGO : AL_RG_MO_02
	REGISTRO DE LECCION DE UN PUNTO UNICO (LUPS)	REVISIÓN: N°1 / julio - 2020 HOJA: 1 de 1

Clasificación:	Conocimiento básico <input type="checkbox"/>	Eliminación de problema <input type="checkbox"/>	Mejora <input checked="" type="checkbox"/>
----------------	--	--	--

Máquina:	Línea de envasado Doy Pack	No.	001
Problema:	Se detectan sobre con diferentes medidas cuando se realizan los cambios de formato, lo que genera producto no conforme y tiempos perdidos por ajustes en el equipo.	Elaborado por:	Coord. Mantenimiento
Objetivo:	Mantener estandarizadas las medidas de los sobres y capacitar al personal para evitar variaciones y tiempos perdidos en el proceso de cambios de formato en la línea de envasado.	Aprobado por:	Jefe Mantenimiento
		Fecha:	27/07/2020

TAMAÑOS DEL SOBRE DOY PACK				
FORMATOS	Ancho (mm.)		Alto del fuelle	
	a	b	c	
1	200 g.	115	170	32
2	240 g.	115	190	32
3	400 g.	130	185	35
4	480 g.	130	195	35
5	550 g.	140	210	40
6	650 g.	140	220	40
7	900 g.	162	269	40
8	1000 g.	162	269	40
9	1080 g.	170	287	40
#	1200 g.	170	287	40

REGISTRO DE CAPACITACIÓN

CAPACITADOR :	Nombre:	firma:	
PERSONAL CAPACITADO	1	4	7
	2	5	8
	3	6	9

FECHA: \_\_\_\_\_  
 Jefe del Proceso \_\_\_\_\_  
 Gerencia de producción \_\_\_\_\_

Figura 8. Registro de Lección de un punto único, con técnica *Poka Yoke*  
 Elaborado por: José Ávila

#### 6. Utilización de técnica LUPs.

Para reducir los tiempos en los cambios ordenes de producción es recomendable la elaboración de documentos que detallen las medidas de calibración de las diferentes partes de la línea de envasado, ayudando a estandarizar y disminuir los tiempos de ajustes finos. Con ello se conseguirá aumentar el índice de disponibilidad que influye en una mayor proporción en la disminución del índice de efectividad global OEE, de acuerdo con los datos expuestos en la Figura 2.

En tal sentido, se diseñó un modelo para estandarizar las calibraciones de las partes en donde se tienen mayores problemas por calibración o fallas de sus componentes. (Ver Anexo 3).

#### 7. Solución de problemas

Se propone realizar capacitaciones en herramientas de análisis, para ayudar a los operadores y personal de mantenimiento a adquirir capacidades en la resolución de problemas al presentarse fallas en la línea de envasado o cuando se realizan las inspecciones de MA de los equipos como son la lubricación, limpieza, ajuste y calibraciones.

<sup>2</sup> Dispositivo que permite corregir o prevenir defectos en un producto, cuya idea es diseñar un proceso para que los errores sean imposibles o fácilmente descubiertos y corregidos [21].

Las herramientas de solución de problemas tienen como propósito ayudar a los operadores a realizar un análisis de causa raíz y descubrir el origen de las anomalías para tomar las acciones correctivas necesarias.

A continuación, se detalla un cuadro con las herramientas a utilizar para el análisis de problemas.

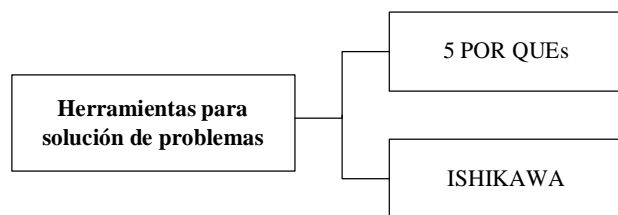


Figura 9. Herramientas solución de problemas  
Elaborado por: José Ávila

Para realizar el análisis de causa raíz de problemas que se presenten en la línea, se propone la creación de un registro denominada “solicitud de acción correctiva o de mejora” (Anexo 2), en este registro se levanta la no conformidad o acción de mejora que se ha detectado en la línea de envasado. Se hace el análisis para detectar las causas raíces del problema mediante herramientas de análisis y se determinan las acciones a tomar para eliminar el problema y se establece responsables y fechas de cumplimiento para darle seguimiento al cierre de la no conformidad, o acción de mejora, usando una metodología Kaizen dando un seguimiento tipo PHVA.

## V. ESTABLECIMIENTO DE NUEVOS INDICADORES OEE

La Efectividad Global de Equipos conocida como OEE, es un indicador para medir la efectividad total de la maquinaria, que se obtiene del producto entre la disponibilidad y la eficiencia del rendimiento por la tasa de calidad de los productos, combinando los factores de tiempo, velocidad y calidad de la operación del equipo.

En tal sentido, el índice OEE permite evaluar diariamente la disponibilidad, rendimiento y calidad en un proceso productivo, razón por la cual, es considerada como una herramienta eficaz que facilita la toma de decisiones referente al sistema de producción, el análisis de los problemas de los equipos y la construcción de índices comparativos entre plantas. Al respecto, es esencial la precisión y confiabilidad de los datos, puesto que de estos dependerán las acciones y planes a ejecutar.

En este punto, es imperioso destacar el aporte de Nakajima [7] sobre el TPM, en donde, se indica que las empresas industriales de clase mundial tienen como mínimo un índice OEE de 85%, obtenido del producto entre los sub indicadores

de disponibilidad, rendimiento y calidad, tal como se presenta en la Figura 10.

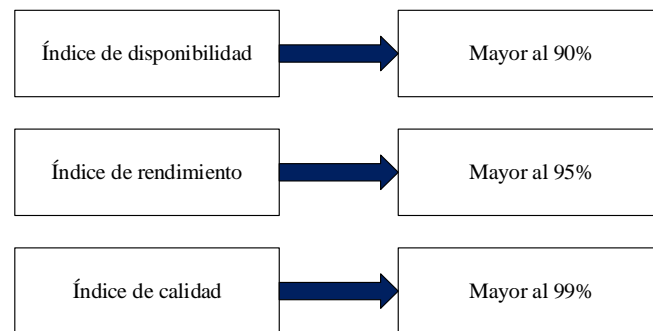


Figura 10. Índice mínimo OEE  
S. Nakajima [7]

Por tanto, se obtiene una efectividad global del equipo a partir de la siguiente fórmula:

$$OEE = \text{disponibilidad} * \text{índice de rendimiento} * \text{índice de calidad} \quad (8)$$

$$OEE = 0,90 * 0,95 * 0,99 = 0,846 = 85\%$$

Para aumentar la efectividad del equipo y mantenerlo en óptimas condiciones, es necesario aproximarse a cero defectos y averías que se consigue eliminando las 6 grandes pérdidas que limitan al OEE. Según Shirose [16] estas son:

- **Pérdidas por fallos de equipos o averías.** - Presentan pérdidas de tiempo y de cantidad, este último causado por productos defectuosos. Las averías esporádicas son generalmente fallos repentinos inesperados del equipo que son obvias y fáciles de corregir. Mientras que, las averías menores crónicas que son a menudo descuidadas e ignoradas por la difícil solución [16].
- **Pérdidas de preparación de máquina.** - Presentadas al ajustar la máquina para un mejor rendimiento y al prepararla al inicio del trabajo de forma interna y externa, la primera se da cuando el equipo no está operando, se debe reducir al máximo este tiempo. La segunda, cuando el equipo está en funcionamiento [16].
- **Inactividad y pérdidas de paradas menores.** - Causa un efecto sobre la efectividad del equipo, principalmente cuando están implicados procesos automatizados con robots y cintas transportadoras [16].
- **Pérdidas de velocidad reducida.** - Son las diferencias entre la velocidad diseñada para el equipo y la real operativa, cuyo propósito es reducir la discrepancia al máximo. Se presenta por problemas mecánicos, calidad defectuosa, problemas antecedentes y por temor al abusar del equipo o sobrecargarlo [16].
- **Defectos de calidad y reprocesos.** – Causados por el mal funcionamiento del equipo de producción, debido a la fabricación de productos defectuosos que obligan a un reproceso. Son problemas crónicos, no son fáciles de detectar, siendo necesario hacer un estudio a profundidad de conocimiento de la máquina y de la operación [16].

- **Pérdidas de reducción de rendimiento.** - Ocurren debido al rendimiento reducido entre el momento de arranque del equipo y la producción estable, son difíciles de identificar, pues el alcance varía según la estabilidad de las condiciones del proceso, la disponibilidad de plantillas y troqueles, la formación de los trabajadores y los daños por operaciones de prueba [16].

En virtud de los aspectos señalados, a continuación, se ilustra la relación entre las seis grandes pérdidas y el índice OEE.



Figura 11. Relación entre OEE y seis grandes pérdidas. Adaptado de Shirose [16]  
Elaborado por: José Ávila

### B. Tiempos perdidos por tipo de paralización

Con relación a los tiempos perdidos ocasionados por paralizaciones, en el Anexo 5 se detalla por clasificación los tipos de causas que han influido en los índices de disponibilidad y rendimiento.

En la Tabla V, se detalla las horas de paralización anual y promedio mensual en los que se ha incurrido desde el año 2016 al 2018 en la línea Doy Pack.

Los valores detallados en la Tabla V, no toman en cuenta los tiempos por paros programados, debido a que estos no se consideran para los cálculos del OEE [12].

TABLA V. TIEMPO EN HORAS DE PARALIZACIÓN

Año	Horas por mes	Horas por año
2016	18,0	215,9
2017	14,6	175,3
2018	15,3	184,0

Elaborado por: José Ávila

Se observa en la Tabla V que el año 2016 registró la mayor duración en paralizaciones durante el proceso de producción, generando un total de 215,9 h, lapso que disminuyó para el siguiente período (2017) a 175,3 h. No obstante, en el 2018 se observa un incremento en la paralización.

### Análisis de Pareto de tipos de paralización

Con base en los tiempos y tipos de paralización presentados en la línea de envasado, se efectuó el análisis de Pareto, cuyo propósito es determinar las principales causas que influyen en la disminución del índice de disponibilidad y rendimiento.

TABLA VI. DATOS PARA EL ANÁLISIS DE PARETO HORAS PARALIZACIONES PROMEDIO 2016 - 2018

Tipo de paralización	Promedio horas	%	Acumulado horas	% acumulado
Cuadre de proceso	56	29%	56	29%
Arranque de máquina	39	20%	94	49%
Fin de producción	38	20%	132	69%
Abastecimiento	22	11%	154	80%
Mantenimiento	18	9%	172	90%
Calidad problemas mayores	7	4%	179	93%
Cambio de formatos	7	3%	186	97%
Compras	2	1%	188	98%
Falta de producto	2	1%	190	99%
Bodega	2	1%	192	100%
Problemas periféricos	1	0%	193	100%
Sisoma	0	0%	193	101%
RR.HH.	0	0%	193	101%
Programación	0	0%	193	101%
Calidad problemas menores	0	0%	193	101%
I y d	0	0%	193	101%
Laboratorio	0	0%	193	101%
Velocidad reducida	-2	-1%	192	100%
Total	192	100%		

Elaborado por: José Ávila

Tomando el tiempo promedio de las paralizaciones durante el período 2016-2018 ocasionado en la línea de envasado de salsas de la empresa objeto de estudio, se procedió a realizar el análisis de Pareto, expuesto en la Figura 12.

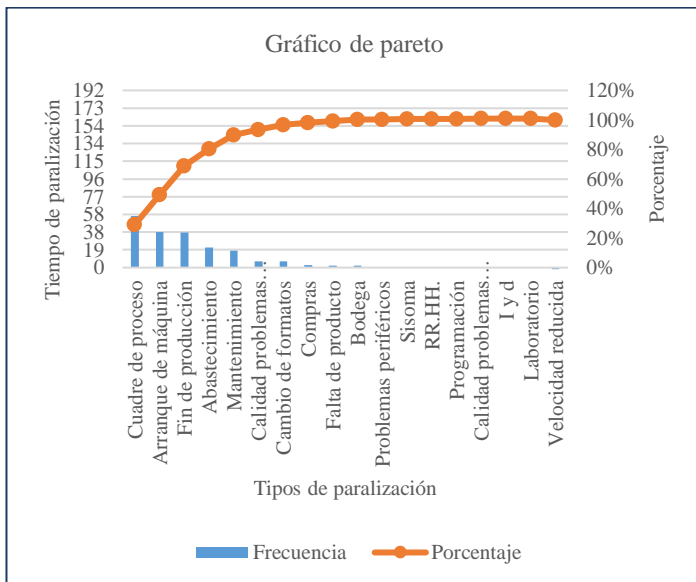


Figura 12. Análisis Pareto por tipo de paralización 2016 al 2018. Elaborado por: José Ávila

En lo relativo al análisis derivado del gráfico de Pareto, se llegó a la conclusión de que el 80% de las causas que influyen en el índice de disponibilidad y rendimiento se encuentran en los siguientes ítems:

- ✓ Cuadre de proceso.
- ✓ Arranque de maquinaria.
- ✓ Fin de la producción.
- ✓ Abastecimiento.

Ahora bien, considerando los resultados obtenidos es imperioso identificar detalladamente las horas de paralización y las causas principales que afectaron el OEE en los últimos 3 años.

TABLA VII. CAUSAS PRINCIPALES QUE AFECTARON AL OEE

Tipo de paralización	Años			Horas promedio año	Horas promedio mes
	2016	2017	2018		
Cuadre de proceso	58,6	57,0	51,8	55,8	4,6
Arranque de máquina	36,7	34,9	44,4	38,6	3,2
Fin de producción	34,7	35,2	43,7	37,9	3,2
Abastecimiento	32,8	12,8	19,6	21,7	1,8

Elaborado por: José Ávila

Como se observa en la Tabla VII el cuadro de proceso es la principal causa de paralización, la cual generó en promedio 55,8 h., de no funcionamiento en la línea de producción analizada, representando 4,6 h., al mes y que son los tiempos que se toman en realizar los ajustes finos luego de haber ejecutado un cambio de presentación, posteriormente, el arranque de los equipos dejó 38,6 h., de paros; el fin de producción 37,9 h., y el abastecimiento de materia prima 21,7 h.

Con base a los datos obtenidos, cabe indicar la importancia del establecimiento de las herramientas anteriormente

expuestas para la reducción en los tiempos de paralización, tanto con la aplicación de las medidas correctivas y de prevención en los departamentos de producción y mantenimiento, como mediante un trabajo en equipo entre los miembros encargados del manejo de la maquinaria.

### 1. Pasos para mejorar la efectividad global del equipo

Las mejoras que se proponen realizar en la línea de envasado Doy Pack fundamentadas en el MA para maximizar el índice OEE, están centradas en la eliminación de las seis grandes pérdidas, mediante la implementación de las mejoras detalladas en la sección IV del presente estudio, no obstante, se sintetizan a continuación:

- ✓ Capacitación técnica sobre operación y mantenimiento de estos equipos.
- ✓ Elaboración de tablas con medidas estándar para los cambios de los diferentes formatos.
- ✓ Adquisición de conjuntos de partes armadas, para evitar el despiece de partes en el cambio de ordenes de producción.
- ✓ Creación de registros para control de calidad de medidas de sobres formados.
- ✓ Creación de registros para control de limpieza y lubricación de partes.
- ✓ Dotación de herramientas adecuadas a las necesidades de los operadores.
- ✓ Aplicación de las 5S en el área de trabajo.
- ✓ Reducir los tiempos en los cambios de presentaciones aplicando técnicas SMED.

Con la implementación de estas mejoras se planteó bajar los tiempos de paralización que influyen en el índice OEE en un 20%. Bajo tal contexto, seguidamente se muestra el cálculo del OEE con las mejoras planteadas, cuyo propósito es confirmar o descartar la hipótesis del proyecto.

En la Figura 15 se presenta en forma esquemática las fórmulas a utilizar para determinar los indicadores de disponibilidad, eficiencia o rendimiento y calidad:

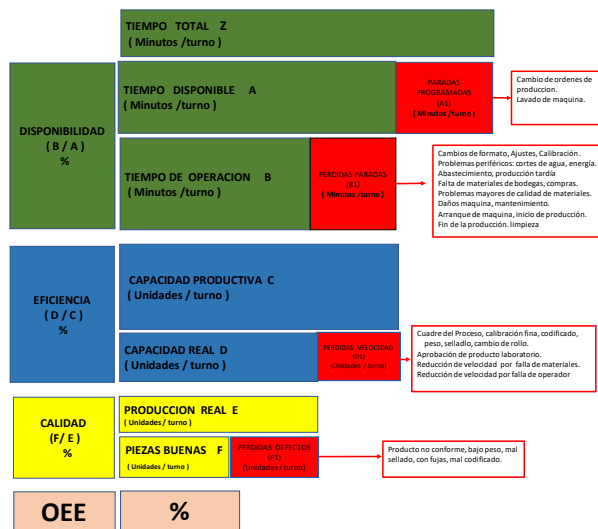


Figura 13. Esquema cálculo OEE  
Elaborado por: José Ávila

En la Tabla VIII se detalla la clasificación de las paralizaciones presentadas y los nuevos tiempos propuestos con una disminución de un 20%, para luego utilizarlos en el cálculo del OEE. En el anexo 5 se detalla la tabla de Clasificación de las causas de paralización para el cálculo del OEE.

Tabla VIII. Clasificación de paros aplicados al OEE

Tipo de paralización	Tiempo de paralización				Tiempos propuestos
	2016	2017	2018	Promedio	
Cambio de formato	7,8	6	6,3	6,7	5,34
Cuadre de proceso	58,6	57	51,8	55,8	44,61
Problemas periféricos	0,7	0,5	0,7	0,6	0,51
Abastecimiento	32,8	12,8	19,6	21,7	17,39
Bodega	2,2	2,9	0,4	1,9	1,49
Calidad problemas mayores	10,5	7,9	2	6,8	5,46
Mantenimiento	21,2	19,2	14	18,1	14,51
Arranque de máquina	36,7	34,9	44,4	38,6	30,91
Fin de producción	34,7	35,2	43,7	37,9	30,3
Sisoma	0	0	0,8	0,3	0,22
I y d	0	0	0	0	0
Compras	5,5	1,3	0,5	2,4	1,93
RR.HH.	0	0	0,7	0,2	0,17
Programación	0,5	0	0	0,2	0,13
Falta de producto	6,1	0	0	2	1,62
Velocidad reducida	-1,7	-2,4	-1	-1,7	-1,36
Calidad problemas menores	0,4	0	0	0,1	0,11

Elaborado por: José Ávila

## 2. Cálculo del OEE

Una vez implementado los procedimientos, se tomó nuevos datos en los índices de disponibilidad, rendimiento y calidad. A partir de los nuevos datos se calculó el índice OEE para determinar el porcentaje de aumento del indicador, luego de aplicar las medidas propuestas.

TABLA IX. CÁLCULO DEL OEE CON TIEMPOS ACTUALES

Ítems	FORMULA	UND.	Un turno	Dos turnos	Tres turnos	
I	Tiempo de proceso actual	D x H	min.	372,06	441	447
J	Disponibilidad	(B/A) x 100	%	92%	97%	99%
K	Tasa de velocidad de operaciones	(G/H) x 100	%	100%	100%	100%
L	Tasa de operaciones neta	(I/B) x 100	%	96%	97%	97%
M	Eficiencia de rendimiento	K x L	%	96%	97%	97%
N	Calidad	F/E	%	100%	100%	100%
Efectividad global del equipo			J x M x N	88,5%	94,7%	96%

Elaborado por: José Ávila

En la Tabla IX se identifican los datos correspondientes al índice OEE actual, que se obtuvo a partir de la fórmula, disponibilidad (J) \* eficiencia de rendimiento (M) \* calidad (N). Para el primer turno de operación, los datos muestran un OEE de 88,5%, el cual aumenta paulatinamente para los siguientes turnos a 94,7% y 96% respectivamente.

Tiempo actual de ciclo H = 1/D Min. /Und.

Tiempo ideal de ciclo. G = 1/C Min. /Und.

TABLA X. CÁLCULO DEL OEE CON NUEVOS TIEMPOS

Ítems	UND.	Un turno	Dos turnos	Tres turnos	
I	Tiempo de proceso actual	Min.	381,7	441,8	447,8
J	Disponibilidad	%	94%	97%	99%
K	Tasa de velocidad de operaciones	%	100%	100%	100%
L	Tasa de operaciones neta	%	97%	98%	98%
M	Eficiencia de rendimiento	%	97%	98%	98%
N	Calidad	%	100%	100%	100%
Efectividad global del equipo		J x M x N	90,8%	94,9%	96,2%

Elaborado por: José Ávila

Según los cálculos detallados en las tablas IX y X, se evidenció el indicador de OEE aumenta en relación al número de turnos trabajados por día, debido a que, generalmente en el primer turno se realizan los trabajos de ajustes y calibraciones al presentarse cambios de formatos.

Finalmente, en la Tabla XI se detallan los valores de OEE promedios actuales y los proyectados con las mejoras sugeridas, según el número de turnos trabajados por día.

TABLA XI. VALORES PROYECTADOS OEE

OEE			
A un turno	A dos turnos	A tres turnos	
88,5%	91,6%	93,1%	Actual
90,8%	92,9%	94%	Propuesto
2,5%	1,3%	0,9%	% Incremento

Elaborado por: José Ávila

El porcentaje de incremento del índice OEE es mayor en el primer turno (2,5%), debido a que es el período, en donde, el tiempo de operación aumentaría, considerando las mejoras proyectadas en el presente estudio, en el que se plantea disminuir los tiempos de ajustes y calibraciones al efectuar los cambios de ordenes de producción

Por otra parte, el segundo y tercer turno muestra un porcentaje de aumento proyectado positivo, en relación con el índice actual, que se lograría con las mejoras implementadas con base al MA.

## VI. DISCUSIÓN

El artículo se realizó con el objetivo mejorar la efectividad global de los equipos de la línea de producción para salsas de una empresa representativa en la ciudad de Cuenca, que se dedica al envasado en presentaciones tipo Doy Pack, no obstante, esta línea requiere que el personal de los departamentos de producción y de mantenimiento, realicen ajustes y calibraciones continuos en los cambios de formato, ocasionando paralizaciones en la línea de producción.

La propuesta de mejora se enfocó en la implementación de la metodología TPM, utilizando el pilar de Mantenimiento Autónomo (MA) con el propósito de mejorar la efectividad de los equipos, así como la capacidad del personal operativo con respecto a reparaciones e inspecciones para obtener una producción continua sin paralizaciones. Según los resultados obtenidos en el levantamiento de información, se identificó que el índice de disponibilidad promedio en el período de análisis 2016-2018 es el más bajo, con el 92%, frente al de rendimiento con el 95% y de calidad 99%. Por tanto, analizando este indicador, se obtuvo que las paralizaciones por fallas en la maquinaria generaron 15,5 h., anuales de paralización, y los tiempos por ajustes y calibraciones finas luego de un cambio de presentación generaron un promedio de 56 h., anuales.

Un estudio realizado por Álvarez y Sánchez [12], muestra que, con base al análisis de pérdidas por disponibilidad, se obtuvo un OEE promedio de 78%, con una desviación del 10%, lo que significa que el OEE no es homogéneo, por ende, se aplicó un análisis de Pareto para reconocer qué pérdida afecta más a la variabilidad, identificando que las averías son las de mayor impacto (48%). En tal sentido, consideran que las personas responsables de los procesos de mejoras y mantenimiento operacional deben conocer estas variaciones para la implementación de programas de excelencia operacional.

En la presente investigación con base a las paralizaciones se diseñó un plan de mejora mediante diversas técnicas (SMED, 5S, Poka Yokes y LUPs), estableciendo una reducción de tiempos porcentuales en cada una de las tareas que desempeña el personal operativo involucrando las operaciones internas y externas, esperando lograr disminuir el tiempo actual de cambio de formato de 176 minutos a 140.

Además, la dotación de herramientas adecuadas y la organización del puesto de trabajo, creación de documentos y registros para la guía de ajustes, calibraciones y mantenimientos.

En comparación con la propuesta de Martínez [17], se identificó que los resultados de la aplicación del modelo TPM se ven reflejados en las mejoras y eliminación de las barreras que obstaculizan el alcance de objetivos fundamentales. Las mejoras se plasmaron en el aumento del índice OEE en un 20%; 50% y 27% de cada uno de sus procesos.

Por consiguiente, con base en la propuesta de mejora, se calcularon nuevamente los indicadores de Efectividad Global de Equipos (OEE), tomando como referencia el estudio de las horas y tipos de paralizaciones que afectan al OEE. Mediante un análisis de Pareto, se obtuvo que el 80% de las causas que inciden en el indicador son los tiempos que se pierden en los ajustes y calibraciones luego de un cambio de formato, los arranques de máquina, el fin de producción y el abastecimiento de materias primas, las cuales generaron un total de 154 h., en promedio de paralizaciones al año. Por lo tanto, se establecieron nuevos tiempos para dichas actividades, con lo cual se evidenció mediante la propuesta planteada un aumento en el OEE en los tres turnos de trabajo por día, con el 90,8%, 92,9% y 94% respectivamente, frente al índice actual de 88,5%, 91,6 y 93,1% en cada turno, evidenciando un incremento significativo en el primer turno de 2,5%.

Como se observó, tras la propuesta y el establecimiento de nuevos indicadores se logra aceptar la hipótesis alternativa (H1<sub>A</sub> y H1<sub>B</sub>), puesto que con las medidas que se aplicaron se observó un incremento de los indicadores de productividad de la línea de envasado, representado en el aumento del OEE.

Cabe indicar que los estudios de referencia presentan mejoras significativas, dado que cada planta productiva tiene situaciones diferentes al momento de aplicar el sistema de medición OEE, mientras que en el presente estudio se realiza la propuesta con base al pilar de mantenimiento autónomo, en el cual se identificó que la planta analizada tiene un sistema robusto de mejora continua, aspecto que se fundamenta en el incremento anual del indicador OEE que llevan desde el año 2016.

## VII. CONCLUSIONES

El desarrollo del estudio “Propuesta para la mejora de la efectividad global de la línea de envasado en formato Doy Pack, basado en un mantenimiento autónomo” para incrementar la efectividad global de los equipos permite concluir con base en los objetivos específicos que, en primera instancia que la situación de la línea de envasado se ve afectada por paras ocasionada por fallas en la maquinaria y tiempos de ajustes no programados luego de los cambios de presentación, generando un bajo índice de disponibilidad, promedio de 92,7%, que afecta directamente al OEE.



Por consiguiente, la propuesta de mejora para maximizar el índice de disponibilidad de la línea de envasado Doy Pack, se puede aceptar el planteamiento de la primera hipótesis, puesto que, con las mejoras propuestas en el estudio, con base a un mantenimiento autónomo, se propone subir un porcentaje de hasta un 2,5% el índice de OEE.

Una vez desarrollada la propuesta mediante la implementación de las mejoras planteadas, se calcularon nuevamente los indicadores, afirmando así la segunda hipótesis, debido a que se logró incrementar el índice de efectividad global de la línea de envasado.

La mejora continua en la capacitación y el trabajo en equipo, tanto del personal operativo como de mantenimiento, es un recurso muy importante para aumentar el índice OEE. Adicionalmente, se identificó que el tiempo en cuadros de proceso ocasionados principalmente por ajustes finos luego de cambios de formato, es el indicador con mayor porcentaje que afecta a la disponibilidad, por tanto, con la implementación de un MA se plantea disminuir los tiempos en un 20% con base a las mejoras propuestas.

## REFERENCIAS

- [1] C. Albañil y M. Castillo, «Modelo de gestión de mantenimiento para adquisición de datos mediante el uso de un sistema de control y supervisión del OEE en la línea de envasado de 1/4 de galón en una planta de lubricantes,» Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2017.
- [2] G. Corral, L. Muñoz y J. Flores, «Implementación del mantenimiento productivo total en la empresa Sofi de Chihuahua,» *Revista de Negocios & Pymes*, vol. 4, nº 13, pp. 14-25, 2018.
- [3] J. Miranda y L. Toirac, «Indicadores de productividad para la industria dominicana,» *Ciencia y Sociedad*, vol. 35, nº 2, pp. 235-290, 2010.
- [4] M. Bertomeu y A. Fortuny, *El proyecto de desarrollo de packaging*, Ecoembes, 2016.
- [5] L. Cuatrecasas y F. Torrell, *TPM en un entorno Lean Management, Estrategia competitiva*, Barcelona, Profit Editorial, 2010.
- [6] F. Sexto, «EN 16646 MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS FÍSICOS -significado y trascendencia,» *Predictiva21*, vol. 2, nº 12, pp. 66-72, 2015.
- [7] S. Nakajima, *Introducción al TPM*, Madrid, Tecnologías de Gerencia y Producción, S.A., 1991.
- [8] D. Alzate, «Plan estratégico de mercadeo,» Institución Universitaria Esumer, Medellín, 2017.
- [9] E. Espinoza, «La hipótesis en la investigación,» *Mendive*, pp. 122-139, 2018.
- [10] R. Hernández, C. Fernández y M. d. P. Baptista, *Metodología de la investigación*, México, Mc Graw Hill, 2014.
- [11] E. Soares, E. Mota, G. Pereira, D. Freire, W. Alves, A. Martins y M. Días, «Estudos e implementação da metodologia tpm no laboratório de processos de fabricação da UniEVANGÉLICA,» *Revista Gestão*, vol. 3, nº 1, pp. 69-89, 2017.
- [12] H. Álvarez y R. Sánchez, «Modelo Estocástico para la eficiencia global de los equipos (OEE), Consideraciones prácticas para su utilización,» *Ontare*, vol. 3, nº 2, pp. 53-86, 2015.
- [13] S. Kihara y A. Fuji, *A guide to RMI/RBM, maintenance by risk assessment*, Japan institute of plant maintenance, 2002.
- [14] Organización Internacional de Normalización ISO, «ISO / TS 22002-1, 2009,» 2009.
- [15] Petro-Canadá, «PURITYTM FG WO WHITE MINERAL OILS,» Reino Unido, 2020.
- [16] K. Shirose, *Programa de desarrollo del TPM*, Madrid, Edición en español tecnología de gerencia y producción S.A., 1991.
- [17] R. Martínez, «Propuesta y validación de un modelo integrador de implantación del Mantenimiento Productivo Total (TPM),» Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2015.
- [18] C. Reyes, «Aplicación del sistema TPM para mejorar la eficiencia global de los equipos en la empresa Servicios Integrales Diésel S.A.C., Lima-2019,» Universidad Vallejo, Perú, 2019.
- [19] A. González, A. Castañeda, E. Poblano y F. Mendoza, «Implementación del OEE como herramienta de mejora continua aplicada a una línea de producción,» *Revista de Docencia e Investigación Educativa*, vol. 2, nº 6, pp. 1-7, 2016.
- [20] I. d. Vigo y J. Villanueva, «Reducción de tiempos de fabricación con el sistema SMED,» *Técnica Industrial*, pp. 35-41, 2009.

[21] A. Aguilar, M. Rodríguez y M. Cano, Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, México, ECORFAN, 2014.

**DEDICATORIA:**

Este trabajo está dedicado a mi familia y especialmente a mi esposa, que ha sido mi apoyo y motivación para lograr esta nueva meta en mi vida profesional.

**AGRADECIMIENTO:**

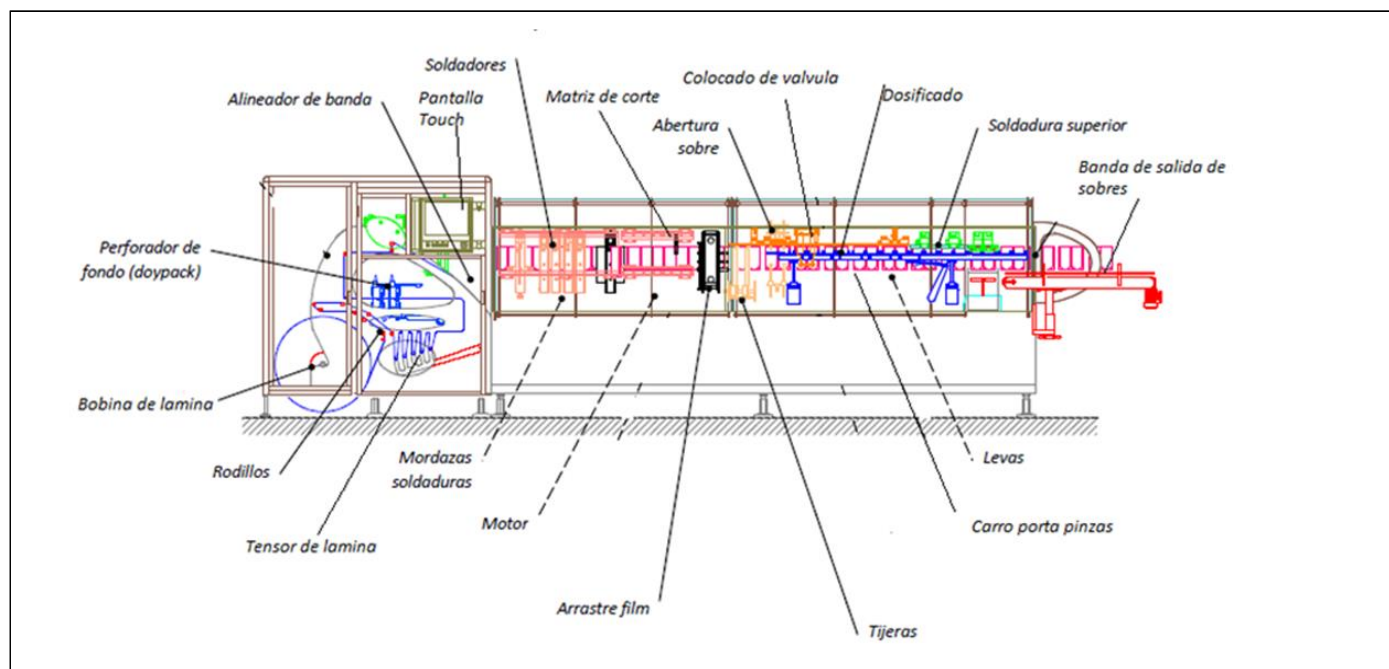
Un profundo agradecimiento a los docentes de la Maestría en Gestión de mantenimiento de la Universidad del Azuay por haber compartido sus conocimientos y especialmente a mi director de Tesis el Ing. Mec. MBA Fernando Heredia, quien fue una guía importante para la realización de esta tesis.

## VIII. ANEXOS

Anexo 1. Registro de ruta de lubricación y limpieza diaria para operadores de la línea de envasado Doy Pack.

LOGO EMPRESARIAL	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE CALIDAD E INOCUIDAD</b> <b>ISO 9001 – ISO 22000</b>	CÓDIGO: AL_RG_MO_01 REVISIÓN: N°1. julio/2020 HOJA: 1 de 1
	<b>REGISTRO DE RUTA DE LIMPIEZA Y LUBRICACION DIARIA PARA OPERADORES</b>	

Línea : Envasado Doy Pack.	Código de máquina : 01-65	Formato : RLLD 01 01
----------------------------	---------------------------	----------------------



CÓDIGO.	MÁQUINA / EQUIPO	LUBRICANTE	CANTIDAD	MÉTODO	EJE C.	OBSERVACIONES
01.65	<b>Envasadora horizontal Doy Pack</b>					
01.65.01	<b>Sistema de desbobinado de lámina.</b>					
	Limpieza de eje porta bobinas			Manual		
	Limpieza de rodillos guías de lámina.			Manual		
	Limpieza de rodillos tensor de lámina.			Manual		
	*Limpieza y lubricación de pistones de fondo	*Purity FG WO White Mineral Oils47	5 gotas c/p.	Aceiteiro.		
	Limpieza del alineador de banda			Manual		
01.65.02	<b>Limpieza de pantalla touch (Filtros de ventilación).</b>			Manual		
01.65.03	<b>Sistema de soldado horizontal y vertical</b>					
	Limpieza de soldadores y mordazas de fondo y verticales			Manual		
	*Lubricación de bujes de accionamiento de mordazas de soldadores de fondo y verticales.	*Purity FG WO White Mineral Oils47	5 gotas c/p.	Aceiteiro.		

	*Lubricación de bujes de accionamiento de mordaza de enfriamiento.	*Purity FG WO White Mineral Oils47	5 gotas c/p.	Aceiter o.		
<b>01.65.04</b>	<b>Sistema de accionamiento del tren de levas posterior</b>					
	*Revisar el nivel de la grasa en el depósito de lubricación automático del eje de levas posterior.	*Grasa Purity FG 00	2 kg.	Manual		
	Limpieza de motorreductor de accionamiento del eje de levas posterior			Manual		
<b>01.65.05</b>	<b>*Limpieza y lubricación de matriz de corte lateral para válvula</b>	*Purity FG WO White Mineral Oils47	5 gotas c/p.	Aceiter o.		
<b>01.65.06</b>	<b>Limpieza de ruedas de arrastre de film.</b>			Manual		
<b>01.65.07</b>	<b>*Limpieza y lubricación de tijeras de corte de lámina.</b>	*Purity FG WO White Mineral Oils47	5 gotas c/p.	Aceiter o.		
<b>01.65.08</b>	<b>Sistema de apertura de sobre.</b>			Manual		
	Limpieza de Ventosas superiores e inferiores			Manual		
	* Graseros de Rodamientos lineales de ejes del sistema de apertura de sobres.	*Grasa Purity FG EXTREME	3 graseras c/p.	Bomba		
	* Rodamientos de rotula de barras frontales y posteriores	*Purity FG WO White Mineral Oils47	5 gotas c/p.	Aceiter o.		
<b>01.65.09</b>	<b>Sistema de colocado de válvulas.</b>			Manual		
	Limpieza de mordazas de sellado			Manual		
	* lubricación de bujes y ejes de accionamiento de pistones	*Purity FG AW Gear Fluid EP320	5 gotas c/p.	Aceiter o.		
<b>01.65.10</b>	<b>Dosificación.</b>					
	* Lubricación de ejes guías de soporte de boquillas	*Purity FG AW Gear Fluid EP320	5 gotas c/p.	Aceiter o.		
	*Limpieza y lubricación de pistones de boquillas de dosificado.	*Purity FG AW Gear Fluid EP320	5 gotas c/p.	Aceiter o.		
<b>01.65.11</b>	<b>Carro porta pinzas</b>					
	*Limpieza y lubricación de pinzas de sujeción de sobre	*Purity FG AW Gear Fluid EP320	5 gotas c/p.	Aceiter o.		
	*Limpieza y lubricación de graseros de ejes de carro porta pinzas.	*Grasa Purity FG EXTREME	3 graseras c/p.	Bomba		
	*Limpieza y lubricación de rotulas de barras de accionamiento de carro porta pinzas.	*Purity FG AW Gear Fluid EP321	5gotas c/p.	Aceiter o.		
<b>01.65.12</b>	<b>Sistema de sellado superior.</b>					
	*Limpieza y lubricación de graseros de ejes del sistema de estirado de sobre.	*Grasa Purity FG EXTREME	3 graseras c/p.	Bomba		
	*Lubricación de bujes de accionamiento de mordazas de soldadores superiores.	*Purity FG AW Gear Fluid EP322	5 gotas c/p.	Aceiter o.		

- Lubricantes grado alimenticio, partes de los equipos que ponen en riesgo la inocuidad del producto.
- Colocar en la celda de **EJEC.** ( Ejecutado), cuando la operación descrita no se halla ejecutada y detallarlo en observaciones.
- Colocar en la celda de **EJEC.** ( Ejecutado), cuando la operación descrita se halla ejecutado

FECHA : .....

EJECUTADO POR:.....

FIRMA: .....

VERIFICADO POR:.....

**CONTROL DE CAMBIOS**

<b>REVISIÓN</b>	<b>FECHA</b>	<b>MOTIVO CAMBIO</b>	<b>DESCRIPCION DE CAMBIO</b>	<b>RESPONSABLE</b>
1	30/07/2020	Emission de documento	Emission	J. Mantenimiento

Anexo 2. Solicitud de acción correctiva o de mejora.

LOGO INSTITUCIONAL	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE CALIDAD E INOCUIDAD ISO 9001 - ISO 22000</b>	<b>CÓDIGO, AL_RG_SI_01 REVISIÓN, N°1. / Julio -2020 HOJA, 1 de 1</b>		
<b>SOLICITUD DE ACCION CORRECTIVA O DE MEJORA</b>				
<b>1.- ACCION SOLICITADA:</b>		<b>2.-RAZÓN DE LA SOLICITUD:</b>		
Acc. Correctiva. <input type="checkbox"/> Acc. Mejora <input checked="" type="checkbox"/> Fecha: 27-07-2020 Registrado por : Gerencia Producción		Proceso Responsable de levantar la acción: Mantenimiento Responsable del Proceso: Ing. Jose A.		
<b>3.-DESCRIPCIÓN DE LA NO CONFORMIDAD, PROBLEMA, U OPORTUNIDAD DE MEJORA DETECTADA:</b>				
1. Se evidencia que existe una variación en las medidas de los sobres Doy pack lo cual provoca variaciones en la calibración de las estaciones de formado y sellado de la Línea de envasado, provocando perdidas de tiempo en las calibraciones del equipo.				
<b>4.-IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS QUE GENERARON LA NO CONFORMIDAD, EL PROBLEMA O SUSTENTAN LA MEJORA (Sustente la identificación con las herramientas de análisis utilizadas 5 POR QUEs - ISHIKAWA u otra )</b>				
1. Porque no se tiene una tabla patron de verificación con las medidas de los sobres de cada formato , que esté a disposición de los operadores de línea de envasado Doy pack				
<b>5. OBJETIVO DEL PLAN DE ACCION</b>				
1. Tener de una tabla estandarizada de consulta con las medidas de los sobres doypack para los diferentes formatos de esta línea de envasado. (poka yoke) 2. Evitar perdidas de tiempo debido a calibraciones del equipo				
<b>6.-PLAN DE ACCIONES</b>				
¿QUÉ?	¿QUIÉN?	¿CÓMO?	¿CUÁNDO?	FECHA DE CIERRE/SEGUIMIENTO
1. Levantar información sobre las medidas de los sobres en los diferentes formatos de esta línea de envasado en Doy pack	Coordinador de Mantenimiento	Tomar las medidas y crear una tabla ilustrativa del sobre doypack	30/08/2020	15/10/2020
2. Capacitar al personal operativo y de control de calidad sobre las medidas a verificar en los sobres doypack	Coordinador de Mantenimiento	Se planificara una capacitación (LUPs) con el personal operativo y de control de calidad.	15/09/2020	29/9/2020
<b>Procesos o personal notificado para el levantamiento del plan de acción (Nombre y firma) ,</b>		Coordinador de Mantenimiento, Supervisor de Calidad Jefe de producción.		
<b>7.-EVALUACIÓN DE RESULTADOS (SEGUIMIENTO EN BASE AL PLAN DE ACCION),</b>				
FECHA	ESTADO	OBSERVACIONES		
15/10/2020				
29/9/2020				
		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
<b>8.- EFICACIA DE LA ACCION, ¿SE CONSIGUIÓ EL OBJETIVO DEL PLAN DE ACCION?</b>				
Si la respuesta es No, replantee otra vez la solicitud en un nuevo documento, estructurando un nuevo plan de acción para garantizar que se cierre la no conformidad				

-						
<b>9.-CIERRE DE LA NO CONFORMIDAD,</b>						
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 10%; vertical-align: top;"><b>FECHA,</b></td> <td style="width: 40%; text-align: center;">_____</td> <td style="width: 40%; text-align: center;">_____</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>Jefe del Proceso</b></td> <td style="text-align: center;"><b>Jefe de Sistemas Integrados de Gestión</b></td> </tr> </table>	<b>FECHA,</b>	_____	_____		<b>Jefe del Proceso</b>	<b>Jefe de Sistemas Integrados de Gestión</b>
<b>FECHA,</b>	_____	_____				
	<b>Jefe del Proceso</b>	<b>Jefe de Sistemas Integrados de Gestión</b>				

**CONTROL DE CAMBIOS**

REVISIÓN	FECHA	MOTIVO CAMBIO	DESCRIPCION DE CAMBIO	RESPONSABLE
1	30/07/2020	Emisión de documento	Emisión	J. Mantenimiento

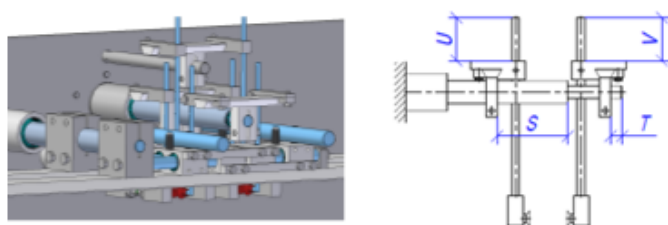
Anexo 3. Registro de lección de un punto único, LUPS

LOGO EMPRESARIAL	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE CALIDAD E INOCUIDAD ISO 9001 - ISO 22000</b>	CÓDIGO : AL_RG_MO_02 REVISIÓN: N°1 / julio - 2020 HOJA: 1 de 1
	<b>REGISTRO DE LECCIÓN DE UN PUNTO ÚNICO (LUPS)</b>	

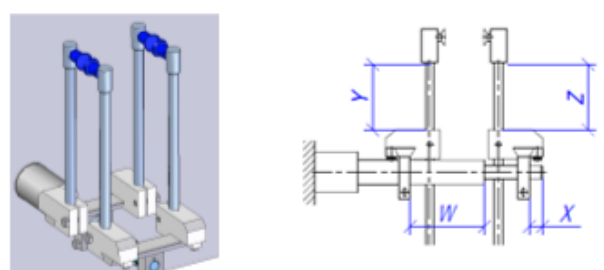
<b>Clasificación:</b>	Conocimiento básico <input type="checkbox"/>	Eliminación de Problema <input checked="" type="checkbox"/>	Mejora <input type="checkbox"/>
-----------------------	--	---	---------------------------------

<b>Máquina:</b>	Línea de envasado Doy Pack .	<b>No.</b>	002
<b>Problema:</b>	Se producen tiempos perdidos debido a ajustes en el sistema de apertura de ventosas cuando se cambia la línea de producción de un formato a otro.	<b>Elaborado por:</b>	Coord. Mantenimiento
<b>Objetivo:</b>	Tener establecidas las posiciones de la calibración del sistema de apertura del sobre por ventosas para evitar tiempos perdidos por ajustes en la línea de envasado.	<b>Aprobado por:</b>	Jefe Mantenimiento
		<b>Fecha:</b>	27/07/2020

**VENTOSAS SUPERIORES**



**VENTOSAS INFERIORES**



FORMATOS	MEDIDAS mm.							
	S	T	U	V	W	X	Y	Z
200 g.								
240 g.								
400 g.								
480 g.								
550 g.								
650 g.								
900 g.								
1000 g.								
1080 g.								
1200 g.								

Utilizar llave # 13 y colocar distancia S ,T,U,V,W,X,Y,Z , aflojando perno de sujeción del eje de las ventosas, en caso de que sea necesario calibrar la carrera ,aflojar el espárrago del eje de levas posterior .

**REGISTRO DE CAPACITACIÓN**

<b>CAPACITADOR :</b>	Nombre:	firma:	
<b>PERSONAL CAPACITADO</b>	1	4	7
	2	5	8
	3	6	9

FECHA:

\_\_\_\_\_  
Jefe del Proceso

\_\_\_\_\_  
Gerencia de producción



Anexo 4. Cronograma de capacitación de mantenimiento autónomo

LOGO INSTITUCIONAL	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE CALIDAD E INOCUIDAD ISO 9001 – ISO 22000</b>	CÓDIGO, AL_CR _MO_01 REVISIÓN, N°1. / Julio - 2020 HOJA, 1 de 1
	<b>CRONOGRAMA DE CAPACITACION MANTENIMIENTO AUTONOMO</b>	

TEMA DE CAPACITACION	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Mantenimiento Autónomo</b>																
¿Qué es y para qué sirve?																
limpieza e inspección																
Eliminar fuentes de problemas y áreas inaccesibles																
Preparar estándares de limpieza y lubricación.																
Realizar inspecciones generales.																
Realizar inspecciones autónomas																
Estandarizar aplicando la gestión visual del lugar de trabajo																
Implementación de la gestión autónoma del equipo.																
<b>Utilización de las 5s</b>																
Seiri. Clasificar.																
Seiton. Ordenar																
Seiso. Limpieza.																
Seiketsu. Estandarización																
Shitsuke. Disciplina																
<b>Índice de eficiencia global. OEE</b>																
Las 6 grandes pérdidas																
Disponibilidad																
Rendimiento																
Calidad																
<b>Mantenimiento Preventivo de la línea de envasado.</b>																
Registros de Revisión y limpieza																

Registro de ruta de lubricación.																		
<b>Conocimiento del equipo de la línea de envasado Doy Pack</b>																		
Características técnicas																		
Funcionamiento de partes																		
Limpieza y lubricación																		
Inspección de partes																		
Cambios de formato																		
<b>Herramientas de solución de Problemas</b>																		
Los 5 por ques.																		
Ishikawa																		
lecciones de un punto único LUPS.																		
Técnica SMED																		
Solicitud de acción correctiva																		

<b>ELABORADO POR</b>	<b>REVISADO POR</b>	<b>AUTORIZADO PARA PUBLICACION</b>
Coordinador de mantenimiento	Jefe de mantenimiento	Jefe de sistemas integrados de gestión

### CONTROL DE CAMBIOS

<b>REVISIÓN</b>	<b>FECHA</b>	<b>MOTIVO CAMBIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE CAMBIO</b>	<b>RESPONSABLE</b>
1	30/07/2020	Emisión de documento	Emisión	J. Mantenimiento

Anexo 5. Clasificación de las causas de paralización para el cálculo del OEE.

N°	TIPO DE PARALIZACION	CAUSA DE LA PARALIZACION
1	Cambios de formato	Cambio de formato, cambio de producto, limpieza del equipo, alistamiento del equipo para arranque.
2	Cuadre de Proceso	Eventos ocurridos después que la maquina se ha liberado para producción tales como calibración fina, sellado, codificación, peso, fugas. Cambio de rollo. *
3	Problemas periféricos	Corte de energía o agua, problemas externos que impiden que el equipo opere con normalidad; este tiempo se considera desde el mismo momento en que el equipo queda sin suministro, hasta que recupere las condiciones estables del proceso. *
4	Abastecimiento	Tiempo durante el cual la línea de envasado no tiene producto disponible - (Preparación tardía, Etc.)
5	Bodega	Entrega inoportuna ( Falta de materia prima - Falta de materiales )( Evacuación de producto terminado ) *
6	Calidad Problemas Mayores	Cuando en el proceso productivo se detectan materiales (insumos = envases - lamina- tapa- válvulas - etiquetas- cajas) que no funcionan por no ser compatibles o no están acordes con la especificaciones del producto. Materias primas. Paralizaciones generadas por procesos de auditoria *
7	Mantenimiento	Mantenimiento que requiere PARO de maquina para corregir, un problema o daño presentado en el equipo (eléctrico, electrónico, mecánico, neumático, hidráulico) *
8	Arranque de maquina	Inicio de producción: Colocación de filtro, recirculación de salsa, purga de equipo y puesta en condiciones estables de proceso (calefacción mordazas, corte, sellado, verificación de peso, codificación, etc.)
9	Fin de producción	Purga de equipos, lavar filtros, tolva, maquina. Apagar equipos, sacar basura de la zona.
10	SISOMA	Incidente, simulacro o falta de personal. *
11	I&D	Prueba industrial, prueba inicial, modificaciones
12	Compras	Falta de materias primas y materiales*
13	RRHH	Interrupción por reuniones o eventualidades que generen paros en la planta de producción
14	Programación	Cambio de programa, estándar erróneo, Capacidad inconsistente, reprocesos ( etiquetado, despachos), promociones
15	Laboratorio	Demora en la aprobación de productos, liberación de equipos
16	Falta de producto	Se considera el tiempo durante el cual el equipo interrumpe su producción por falta de producto a envasar (salsa- mayonesa- mostaza- aderezos- etc.). Ajustes de parámetros en los productos.*
17	Velocidad reducida	Maquina con defectos, velocidad reducida por materiales defectuosos, velocidad reducida por operador *
18	Calidad Problemas Menores	Cuando en el proceso productivo se detectan materiales (insumos = envases - lamina- tapa- válvulas - etiquetas- cajas) que si funcionan por no son compatibles o no están acordes con la especificaciones del producto.

NOTA: En el tiempo de paro de maquina se consideran los tiempos de todas las labores necesarias hasta que la maquina reinicie su producción.

Disponibilidad

Rendimiento