



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Implementación de las Herramientas del TPM para mejorar la OEE en la Producción de  
tapas en una Empresa Manufacturera Lima, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

Calderon Condor, Italo Socimo (ORCID: 0000-0002-2593-5123)

Gonzales Ruiz, Josue Geremias (ORCID: 0000-0002-0038-1590)

ASESOR:

Dr. Carlos Francisco, Albornoz Jiménez (ORCID: 0000-0002-7543-2495)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
Gestión Empresarial y Productiva

LIMA - PERÚ  
2019

### **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación está dedicado primeramente a DIOS.

A nuestras familias en especial a nuestros hijos que son nuestra motivación para superarnos constantemente.

A todas las instituciones y personas que directa e indirectamente colaboraron, para que podamos realizar y culminar el presente trabajo de investigación.

## **Agradecimiento**

Agradecemos a DIOS por su bondad y por la fortaleza que nos dio para cumplir con nuestro trabajo.

A nuestras familias por su apoyo y que son lo más preciado que tenemos en la tierra.

A todas las instituciones y personas que nos apoyaron.

A nuestros hijos por su comprensión y apoyo incondicional, gracias de todo corazón.

## **Página del jurado**

## **Declaratoria de Autenticidad**

Nosotros, Calderon Condor, Italo Socimo identificado con DNI N° 41752850 y Gonzales Ruiz, Josue Geremias identificado con DNI N° 10243418, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaramos como juramento que toda la documentación que acompañamos es veraz y auténtica.

De la misma forma, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

Por ello, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, de 08 diciembre del 2019



Calderón Condor Italo Socimo



Gonzales Ruiz Josue Geremias

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	v
Índice.....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. Introducción .....	1
II. Método.....	11
2.1. Diseño de investigación.....	11
2.2. Operacionalización de variables .....	12
2.3. Población, muestra y muestreo.....	13
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	13
2.5. Procedimientos .....	14
2.6. Método de análisis de datos .....	17
2.7. Aspectos éticos.....	17
III. Resultados.....	18
IV. Discusión .....	25
V. Conclusiones .....	27
VI. Recomendaciones .....	28
Referencias.....	29
Anexos.....	37

## **Resumen**

La presente investigación se desarrolló en una empresa manufacturera en el área de producción y tuvo como objetivo general determinar si la implementación de las Herramientas del TPM (Total Productive Maintenance por sus siglas en inglés o Mantenimiento Productivo Total en castellano), mejoran la OEE (Overall Equipment Effectiveness por sus siglas en inglés o Eficiencia Global de los Equipos en castellano), en la prensa de producción de tapas.

El desarrollo del estudio fue de tipo aplicado, se empleó un diseño Pre- Experimental y de enfoque cuantitativo.

Se utilizaron las herramientas del TPM como el Mantenimiento Programado, Mantenimiento Autónomo y el Smed (Single minute Exchange of die o cambio de herramientas en un solo dígito) en la prensa de producción de tapas para incrementar la OEE así lograr una optimización de la disponibilidad, rendimiento y calidad.

Luego de la implementación de las herramientas del TPM, la prensa de producción de tapas presentó un incremento de 11.44% de la OEE, esto quiere decir que tuvo un incremento de 10,86% en la disponibilidad, 1,5% en el rendimiento y 0,93% en la calidad.

Palabras claves: TPM, Mantenimiento Programado, Mantenimiento Autónomo, Smed.

## **Abstract**

The present investigation was carried out in a manufacturing company in the production area and had as a general objective to determine if the implementation of the Tools of the TPM (Total Productive Maintenance for its acronym in English or Total Productive Maintenance in Spanish) improves the OEE (Overall Equipment Effectiveness by its acronym in English or Global Efficiency of the Equipment in Spanish) in the cover production press.

The development of the study was applied, a Pre-Experimental design with a quantitative approach was used.

TPM tools such as Scheduled Maintenance, Autonomous Maintenance and Smed (Single minute Exchange of die or single-digit tool change) were used in the lid production press to increase OEE thus achieving an optimization of availability, performance and quality

After the implementation of the tools of the TPM, the press of production of covers presented an increase of 11.44% of the OEE, this means that it had an increase of 10.86% in availability, 1.5% in performance and 0.93% in quality.

**Keywords:** TPM, Scheduled Maintenance, Autonomous Maintenance, Smed.

## **I. Introducción**

En el contexto mundial gracias a los acuerdos de libre comercio entre las naciones, han hecho que los mercados se dinamicen, las empresas para poder lograr y cumplir con sus objetivos, tienen como prioridad la atención de los clientes y cumplir con las entregas en las fechas establecidas, esto les asegura seguir en carrera, en este entorno el tener las máquinas en buen estado, disponibles y operando a su mayor capacidad, tener a su personal entrenado y capacitado constantemente, fortalece a la empresa con las condiciones adecuadas para cumplir con las expectativas de los consumidores con productos de calidad.

Para lograrlo la empresa debe de descartar una creencia falsa, que dice que el mantenimiento y la capacitación son un gasto y no una inversión, al invertir en mantenimiento y capacitación la empresa está ganando procesos eficientes y personal productivo que generará menores costos de producción lo que atraerá mayores ingresos financieros, para ser competitivo en el mundo industrial es fundamental contar con herramientas que permitan el análisis del estado actual de las líneas de producción. La Overall Equipment Efficiency (OEE) o también llamado Eficiencia global de los equipos, es un indicador global que te brinda información real como la disponibilidad de los equipos, la calidad del producto y el rendimiento o eficiencia de las instalaciones.

La OEE está relacionada directamente con las herramientas del TPM con el objetivo de analizar la operatividad de los equipos identificando de esta forma las seis grandes pérdidas de tiempo que ocurren dentro de un proceso productivo a través de sus tres indicadores: Disponibilidad, Rendimiento, Calidad que son expresados en porcentajes.

La industria mundial de los envases y empaques tienen una gran importancia para la economía mundial con un índice de crecimiento de 5 a 7% por año, el mercado global de los envases alcanzará más de 1 trillón de dólares para el 2021, siendo las regiones como el Medio Oriente, África del Norte y parte de América del Sur quienes presentaran mayor crecimiento. El empaque (2018).

Cruz (2017), la industria regional de los envases está conformada por 6 países (México, Brasil, Colombia, Perú, Chile y Argentina), y tuvieron un aporte del 2.2% al PBI de la región en el año 2017 con respecto al año anterior, siendo Perú quien tuvo mayor aporte al PBI en los dos últimos años con sus industrias de envases. (Anexo 1).

Los envases metálicos están formados por dos o tres partes, el cuerpo que puede ser electro soldado o embutido, el fondo que solo llevan los envases de tres cuerpos y la tapa que es la parte superior del envase en diversos formatos de fabricación. Hoy en día podemos encontrar envases metálicos convencionales y con tapas abre fácil o también llamados Easy Open.

La empresa Manufacturera actualmente cuenta con un amplio local dividido en diferentes áreas: Gestión Humana, Logística, Finanzas, Almacén, Mantenimiento y Producción, divididos en dos turnos de 12 horas, el área de producción está conformada por 5 sub áreas como: Barnizado, Líneas Eléctricas, Embutido, Cizalla y Tapas. La empresa atiende al mercado nacional e internacional, con envases metálicos de diferentes medidas, diámetros y formas. Así también vende tapas Twist Off, tapas Easy Open y tapas convencionales lo que la impulsa a tener máquinas más eficientes por el alto volumen de producción.

La línea de producción de tapas metálicas está compuesta por una prensa, una engomadura, un horno y una mesa de embalaje, teniendo 3 operarios por línea: el prensista, un embalador y un recuperador de tapas observadas. Las paradas programadas semanales son para realizar la limpieza general de la línea que comprende el lavado de filtro, lavados de boquillas, limpieza de la engomadora, horno y mesa de embalaje. Así mismo se aprovecha para sacar los insumos para la producción: bolsas, cajas, paños, etc.

**Tabla 2:** *Tiempo programados de paradas de la empresa manufacturera, 2019.*

Semana	En minutos
Limpieza general	240
Refrigerio	540
Limpieza de Máquina	90
<b>Tiempo total</b>	<b>870</b>

Fuente: Elaboración propia.

El promedio de la OEE de la prensa de producción de tapas de la empresa manufacturera de los primeros seis meses del año 2019, ha presentado una inestabilidad constante, tal como se muestra en la figura 1. En el mes de enero obtuvo un 74.69% de la OEE, para febrero disminuyó a 67.02% de la OEE, en marzo tuvo un repunte al 70.53% de la OEE, en abril decreció al 74.21% de la OEE, en mayo cae a 71.44% de la OEE, en junio incrementa al 74.91% de la OEE.

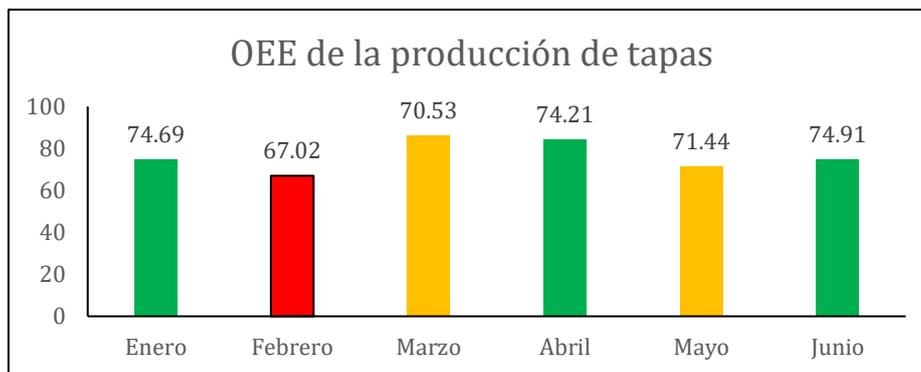


Figura 1. Resumen de la OEE de los primeros seis meses del año 2019

Mediante el árbol de problemas se identificó la causa raíz que ocasiona el bajo porcentaje de la OEE en la prensa de producción de tapas metálicas. En las frecuencias acumuladas observamos a detalle los tiempos de paradas no programadas como también el número de paradas por estación de la línea, el tiempo representado es el acumulado de un mes de producción. (Anexo 2).

Las paradas no programadas que afectan la disponibilidad de la prensa de producción de tapas mayores a 10 minutos son: los cambios de punzones por pérdida de filo, cambios de formatos por cambio de lotes, atasco en la alimentación de tiras. Así mismo el rendimiento es impactado por la pérdida de tiempos menores a 10 minutos, por ejemplo: atascos pequeños, limpieza del sistema de engomado, etc. Lo que ocasiona que la prensa de producción de tapas tenga una OEE menor a lo esperado.

Tabla 3. Tiempos de paradas no programadas de la prensa.

Descripción de paradas	Código	paradas en minutos	parados acumulados	% Acumulado
Matriz 1ra operación	F4	971	971	30.59%
Cambio de formato	P1	720	1691	53.28%
Prensa 1ra operación	F2	639	2330	73.41%
Alimentación de tiras	F1	444	2774	87.40%
Sistema de engomado	F8	387	3161	99.59%
Horno Vertical	F10	13	3174	100%

Fuente: Elaboración propia.

Analizando el cuadro de tiempos de paradas no programadas de la prensa se pudo identificar que la matriz primera operación acumuló 971 minutos de pérdidas de tiempos afectando directamente la disponibilidad de la línea por los cambios de punzones, los cambios de formato obtuvieron 720 minutos acumulados que disminuyó la

disponibilidad, en la prensa primera operación se registró 639 minutos de paradas que afectaron la disponibilidad debido a la calibración y regulación de las barras de avance, principal y auxiliar de la prensa. En la alimentación de tiras se observó 444 minutos de paradas que afectaron el rendimiento, a consecuencia de atascos de hojalata debido a la falta de experiencia del operador, también, en el sistema de engomado se registró 387 minutos de paradas en la línea por atascos que afectaron el rendimiento y en el horno vertical registro 13 minutos que afecto el rendimiento. Se realizó el diagrama Pareto. (Anexo 3).

Como antecedentes internacionales tenemos a Gupta y Vardhan (2016), concluyen con una mejoría de 39% de la OEE después de la implementación del TPM en un período de 5 años en una fábrica de tractores, Vargas (2016), concluye con una mejoría del 23% en la OEE después de la implementación del TPM. Así mismo Huertas (2014), logró un incremento del 27% en la OEE en una fábrica de alimentos, Chamorro y Acosta (2016), alcanzaron un aumento del 43.44% de la OEE en el área de estampado de una empresa textil.

Para Sharman, Thakar, Narkhede (2018), lograron un incremento de la OEE del 17% en una empresa metalúrgica, así mismo Szwedzka y Jasiulewicz-Kaczmarek (2015), obtuvieron un incremento de la OEE del 16,4% en una fábrica de pinturas, también, Sripriyan y Janakiraman (2018), alcanzaron un desarrollo del 10,9% de la OEE en una compañía de compresores, además Morales y Silva (2017), en una empresa de mecanizados de autopartes obtuvieron una mejora del 18,75% de la OEE, así mismo Nallusamy (2016), mejoró un 5% la OEE una línea de máquina CNC.

En los antecedentes nacionales Seminario (2017), logró un incremento 19,92 % de la OEE en una empresa de metalmecánica, así mismo Vásquez (2015), obtiene un crecimiento de la OEE del 5.68% en una empresa metalmetálica, también Alvino (2017), logró un incremento de la OEE del 24.56% en una empresa textil, Maguiña (2017), aumentó la OEE en 21.69% en una línea de producción de panetones, así mismo Yauri (2017), logró un incremento del 41% en una empresa de servicios de electromecánica.

La Metodología TPM o mantenimiento productivo total es una herramienta creada en Japón por el ingeniero mecánico Seiichi Nakajima, las grandes industrias del mundo aplican esta herramienta como mejora continua dentro de sus procesos, para Nakajima (1988), nos dice que la implementación del TPM es un compromiso que se debe asumir

desde la alta dirección de la empresa hasta sus operarios de planta, comprometiéndose a obtener el cero defectos, cero accidentes y cero averías.

También Moreno & Calvillo (2018), mencionan que el mantenimiento productivo total (TPM) tiene como objetivo primordial la reducción de gastos en el mantenimiento de una maquinaria. Issamar Favela [et al] (2019), el TPM tiene como efecto ser beneficioso en la medida en que incrementa tanto la vida útil de las instalaciones como la capacidad productiva y el efecto de mejora de la eficiencia de las maquinarias, Nallusamy y Majumdar (2017), el TPM trae muchos provechos en la reducción de las pérdidas de tiempos de configuración, ciclo del producto, tiempos perdidos de la máquina y disminución de los reprocesos.

Castillo, Fernández y Ángeles (2018), el Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un sistema formado por una gama de actividades ordenadas que ayudan a ser más competitivos a las industrias. Carnero y Vizcaíno (2012), tuvo como objetivo facilitar un proceso de mantenimiento más seguro a través de la medición, el control y parámetros de funcionamiento de la planta, para reducir paradas y averías imprevistas, también, Jangaler y Ranganath (2018), nos dicen que las empresas para solucionar los problemas de producción e incrementar la efectividad de las máquinas se debe establecer el TPM.

Singh (2015), el TPM en la actualidad es indispensable para mejorar la disponibilidad, rendimiento y calidad de los equipos. Así mismo para Vigneshwaran, Maran, Manikandan (2015), nos dicen que las compañías deben diferenciarse para mantener su permanencia en el mercado, por lo cual deben implementar herramientas como el TPM, Según Sulistyoadi, Hidajah y Hardi (2016), para conseguir el concepto ideal del TPM se necesita el compromiso de alta dirección y de todos los colaboradores de la compañía, también mencionan que el éxito de la implementación del TPM es necesario tener de base las 5s y los ocho pilares, Ashok (2017). Concluye que el desarrollo del TPM está ligado al compromiso del desarrollo organizacional.

Para Ramachandra [et al] (2016), nos menciona que la OEE es el mejor instrumento para evaluar el valor del TPM donde los consumidores están atentos a los tiempos y calidad de entrega, así mismo Khokhar y Dhankhar (2014), mencionan como el TPM y el TQM contribuyen con el desarrollo de la productividad de la empresa logrando la disminución de los costos e incremento de la calidad.

El TPM está compuesto por 8 herramientas que son estrategias fundamentales para un sistema de producción ordenado, estas herramientas se aplican de una forma disciplinada para lograr la efectividad de la misma.

Mejoras enfocadas (Kobetsu Kaizen), son tareas que realizan las diversas secciones de la producción que están involucradas en la fabricación de los productos y que se encargan de hacer desaparecer retrasos o paradas innecesarias de los equipos para lograrlo potencian la eficiencia de máquinas. El objetivo es maximizar la eficiencia global de los equipos a través de la eliminación de pérdidas existentes en la planta, desarrollando metodologías de mejoras continuas, las herramientas del TPM ayudan a reducir las averías de los equipos.

Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen), el compromiso de los operarios es fundamental para lograr el éxito en este pilar la empresa tiene que estar comprometida en brindar los conocimientos y materiales necesarios para que los trabajadores realicen una labor estratégica en el mantenimiento y mejora de las operaciones con resultados muy satisfactorios para todas las partes involucradas, Castillo, Fernández, Ángeles (2018), nos dicen que el mantenimiento autónomo es un conjunto de actividades rutinarias que todo operador o trabajador debe realizar en las máquinas que está operando, teniendo en cuenta la limpieza, lubricación, pequeñas intervenciones y analizando algunas mejoras dentro de su máquina, para mantener en óptimas condiciones al equipo.

Mantenimiento programado. (Keikaku Hozen), en este pilar la realización de las actividades de mantenimiento están enfocadas a seguir un cronograma de cuidado y repotenciación de los equipos, para evitar averías e incrementar la disponibilidad de los mismos como menciona Suzuki (1995), que el mantenimiento programado tiene los objetivos de lograr para la empresa el tener los equipos y los procesos en las mejores condiciones, logrando eficacia y eficiencia en los costes. Por lo que el personal de mantenimiento planificado tiene que realizar dos procesos y actividades para potenciar los equipos y actividades que mejoran la tecnología y la capacidad del mantenimiento. Así mismo, para Kumar y Kapil (2013), el mantenimiento programado tiene que prolongar la vida útil de las máquinas reduciendo los desperdicios de los repuestos.

El Mantenimiento de la calidad (Hinshitsu Hozen), este pilar nos enfoca en que todos los productos deben salir en condiciones adecuadas, para lo cual se enfoca en eliminar los factores que contribuyen a los defectos que pueden estar en el equipo, material, proceso

u operario, trabajando todos juntos para eliminar los defectos, así mismo, Nakajima (1988), nos dice que el enfoque está en eliminar las no conformidades de una manera sistemática, al igual que la mejora enfocada. Entendemos que partes del equipo afectan la calidad del producto y comenzamos a eliminar los problemas de calidad actuales, y luego pasamos a los problemas de calidad potenciales. Las políticas del mantenimiento de la calidad incluyen la detección de condiciones libres, el control de los equipos, la garantía de calidad del soporte, por medio del enfoque de la prevención de los defectos en la fuente y se centra en el poka-yoke.

La prevención del mantenimiento, se concentra en la fiabilidad de las maquinas apoyándose en el historial de mantenimiento, sobre los problemas y fallas en su uso, sacando nuevos diseños o rediseñando nuevos procesos para evitar los diferentes desperdicios que se puedan presentar, Fernández y González (2018), este pilar se centra en las tareas de mejora que se ejecutan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos. Una compañía que desee comprar nuevas maquinarias debe hacer uso del historial de la conducta de los equipos, con el objetivo de reconocer las mejoras en el diseño y minimizar drásticamente las causas de averías. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con bases confiables de los datos sobre las frecuencias de averías y reparaciones.

Áreas administrativas, en este pilar se debe reforzar la cultura institucional para que todos estén enfocados en una sola dirección, que es la reducción o eliminación de los desperdicios. Para Sulistyoadi, Hidajah, y Hardi (2016), el concepto de Office TPM se está extendiendo a la función administrativa. El interés en los pilares administrativos de TPM es que todas las partes en la organización de la empresa tienen los mismos conceptos y percepciones, incluido el personal administrativo, compras, planificación y finanzas.

Educación y entrenamiento, la empresa debe contar con personal capacitado en las diferentes áreas de trabajo y seguir retroalimentándolos a lo largo de su permanencia en la institución, un personal entrenado estará comprometido con los objetivos de la empresa, identificará los desperdicios potenciales y ayudará a eliminarlos, Parikh, Mahamuni (2015), los empleados que tienen alta moral y conocimiento hacen maravillas para una empresa.

Seguridad y medio ambiente, este pilar es importante porque cuida tanto al trabajador como a su entorno para evitar accidentes y pérdidas de máquinas, materia prima, tiempo

o lesiones al personal, para lo cual se debe hacer un estudio de prevención de accidentes y análisis de riesgos en toda la planta, un personal trabajando en condiciones adecuadas dará un mejor desempeño y por ende una mejor productividad, para Teeravaraprug, Kitiwanwong, y Saetong (2011), nos dicen que la prevención del control son mecanismos empleados para proteger al trabajador de los riesgos para lo cual utiliza tres categorías: ingeniería que utilizan cambios físicos en la estructura o equipo, administrativas son las directrices y procedimientos para realizar una labor y el equipo de protección personal (EPP) que el operario debe utilizar para reducir los riesgos del ambiente en el que se desenvuelve.

El SMED (Single Minute Exchange Die), es una herramienta que tuvo sus primeros orígenes en el sistema de fabricación de automóviles, lo que busca esta herramienta es reducir los tiempos de cambios de formatos en menos tiempo es decir tiempos inferiores a diez minutos, Fam [et al] (2016), nos dice que el SMED que es una herramienta para reducir los desperdicios de los tiempos en los cambios de formato.

“Todo tiempo de set-up que exceda un dígito de minuto es un desperdicio” Shingo (1985).

La OEE es un indicador que mide la eficiencia global de una máquina industrial, y es utilizada como una herramienta para la mejora continua, sus siglas corresponden al termino en inglés Overall Equipment Effectiveness. Para Gonzáles [et al] (2016), la OEE es una herramienta que evalúa, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, el desempeño y la calidad también para KOCH (2016), nos dice que la escala del OEE no solo se debe centrar exclusivamente al registro de la eficiencia del equipo, sino que debe aplicarse a toda la empresa, así mismo Lalkiya y Kushwaha (2015), nos mencionan que para ser competitivos en el mercado tenemos que tener equipos disponibles y confiables.

Para Gandhi (2018), nos menciona que el TPM es una herramienta del mantenimiento para conservar las máquinas en forma activa reduciendo las paradas innecesarias, para Hassani y Hashemzadeh (2015), la OEE es uno de los procedimientos más utilizados en las industrias para la evaluación del rendimiento en los procesos de fabricación que permite ubicar el origen de las pérdidas de producción, para Koch (2016), nos dice que la OEE mide la realidad de uso de un equipo dentro de la empresa, igualmente Iannone y Nenni (2015), nos dicen que la OEE es el pilar fundamental del TPM que sirve para perfeccionar el proceso.

Entre los factores que dificultan una máxima eficiencia global en los equipos son conocidos y llamados como las **seis grandes pérdidas**. Están agrupadas en tres categorías tomando en consideración el tipo de mermas que puedan representar en el rendimiento de un sistema operativo con intervención directa o indirecta.

1: Averías, son los tiempos de paros del proceso por fallos, errores o averías ocasionales o crónicas, de un equipo. 2: Tiempos de preparación y ajustes de los equipos, tiempos de paro del proceso por preparación de máquina o útiles necesarios para su puesta en marcha. 3: Funcionamiento a velocidad reducida, diferencia entre la velocidad actual y la de diseño del equipo según su capacidad. 4: Tiempos en vacíos o paradas cortas, Intervalos de tiempos en que el equipo está en espera para poder continuar. 5: Defectos de calidad y repetición de trabajo, productos con defectos crónicos u ocasionales en el producto resultante y consecuentemente, en el modo de desarrollo de su proceso. 6: Puesta en marcha, pérdida de rendimiento durante la fase de arranque del proceso, que puedan derivar de exigencias técnicas. Cuatrecasas, Torrell (2010).

**Disponibilidad**, para Montero [et al] (2013), mencionan que la disponibilidad está definida en términos matemáticos con la probabilidad que un equipo funcione satisfactoriamente en un tiempo establecido. La disponibilidad significa minimizar los tiempos de paradas obteniendo una operación continua, económica y rentable, para Sanukrishna (2014), nos menciona que el incremento de la OEE se debe al mantenimiento estratégico, cuidado y atención de los equipos críticos.

**Rendimiento**, para Rodríguez y De la Cruz (2015), nos dicen que el rendimiento es el reflejo de la producción de una máquina, comparado con la teoría es decir la producción que se debería tener si la máquina trabajase al 100%. Si el rendimiento es menor al 100% nos dicen que hubo pérdidas de velocidad, micro paradas.

**Calidad**, para Deming (1989), nos dice que, al incrementar la calidad, se traslada el desperdicio de horas-hombre y horas-máquina a la elaboración de productos buenos y a la entrega de un servicio mejor además Baluch (2016), la calidad es un indicador conocido por todos porque refleja los productos buenos obtenido a la primera con respecto a la producción realizada.

Justificación teórica, la presente investigación se realiza con el fin de difundir el conocimiento sobre las herramientas del TPM y con los resultados obtenidos sistematizar en una implementación para incrementar la OEE de la producción de tapas en la empresa

Manufacturera, así mismo la Justificación práctica, la investigación se efectúa ya que existe un bajo rendimiento en la OEE en la producción de tapas según los datos históricos, por lo que implementaremos las herramientas del TPM para incrementar el porcentaje de la OEE y la Justificación metodológica, esta investigación se realiza porque hay una necesidad de incrementar la OEE en la producción de tapas buscando reducir los paros no programados de la línea y estandarizar los procesos con las herramientas del TPM.

Teniendo como problema general: ¿La implementación de las herramientas del TPM mejorará la OEE en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019? y como problemas específicos: específico 1: ¿La implementación de las herramientas del TPM mejorará la disponibilidad en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019?, específico 2: ¿La implementación de las herramientas del TPM mejorará el rendimiento de la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019?, específico 3: ¿La implementación de las herramientas del TPM mejorará la calidad de la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019?

Teniendo como objetivo general: Determinar si la implementación de las herramientas del TPM mejoran la OEE en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019 y como objetivos específicos: específico 1: Determinar si la implementación de las herramientas del TPM mejoran la disponibilidad en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019, específico 2: Determinar si la implementación de las herramientas del TPM mejoran el rendimiento en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019, específico 3: Determinar si la implementación de las herramientas del TPM mejoran la OEE en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019.

Teniendo como hipótesis general: La implementación de las herramientas del TPM mejora la OEE en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019 y como hipótesis específicas: específico 1: La implementación de las herramientas del TPM mejora la disponibilidad en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019, específico 2: La implementación de las herramientas del TPM mejora el rendimiento en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019, específico 3: La implementación de las herramientas del TPM mejora la calidad en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019.

## II. Método

### 2.1. Diseño de investigación:

El presente trabajo de investigación es aplicado, porque indaga como incrementar la OEE, mediante la utilización de los conocimientos de las herramientas del TPM.

El diseño de Investigación: es pre-experimental, su enfoque es cuantitativo y su finalidad es aplicada. Hernández (2010).

Diseño Pre - experimental. Este trabajo será aplicado en la parte práctica hay dos tipos de diseños pre experimentales, la primera de una sola medición y el otro diseño pre prueba /pos prueba en un mismo grupo, para esta investigación se trabajó con el segundo diseño, a la muestra (G) le aplicaremos las herramientas del TPM (Mantenimiento Productivo Total) para obtener un resultado en la variable dependiente (OEE), finalmente se aplica el pre prueba y post prueba.



En el diseño de Pre Prueba  $\longrightarrow$  Post Prueba

#### Dónde:

**G:** Grupo o muestra.

**O1:** Variable OEE antes del TPM.

**H:** Herramientas del TPM.

**O2:** variable OEE después del TPM.

**Matriz De Consistencia.** (Anexo 4).

## 2.2. Operacionalización de variables

VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES DE VARIABLES	DIMENSIONES DE INDICADORES	INDICADORES	ESCALA
I N D E P E N D I E N T E	Herramientas del TPM	Para Lluís Cuatrecasas (2010). En el Mantenimiento Autónomo el operario de producción asume tareas de mantenimiento productivo incluido la limpieza y reportar las necesidades de las misma. Y en el Mantenimiento Planificado es un conjunto sistemático de actividades programadas cuyo fin es: cero averías, cero defectos, cero despilfarros y cero accidentes.	Para el Mantenimiento. Autónomo el operario realizará actividades en la línea de producción de tapas para lo cual será entrenado y capacitado.	Nominal	Mantenimiento Autónomo	$MA = \frac{N^{\circ} \text{ act. realizadas en la Prensa}}{\text{Total de actividades en la Prensa}} \times 100$	Razón
			Para el Mantenimiento. Planificado el personal debe estar adecuado al perfil que requiere el puesto.	Nominal	Mantenimiento Planificado	$MP = \frac{\text{Total de Trabajos realizados en la Prensa}}{\text{Total de trabajos programados en la Prensa}} \times 100$	Razón
D E P E N D I E N T E	Eficiencia Global de los Equipos, (OEE)	OEE es un instrumento equilibrado de dos lados para medir y visualizar no solo la efectividad de la máquina, sino sobre todo las pérdidas de la eficiencia del sistema. Koch (2016).	El incremento de la OEE en la producción de tapas se obtendrá mediante la aplicación de las herramientas del TPM y el Smed para aumentar el indicador de la Disponibilidad.	Disponibilidad		$D = \frac{\text{Tiempo real disponible de la Prensa}}{\text{Tiempo programado de la Prensa}} \times 100$	Razón
				Rendimiento		$R = \frac{\text{Rendimiento Real de la Prensa}}{\text{Rendimiento máximo de la Prensa}} \times 100$	Razón
				Calidad		$C = \frac{\text{Unid. conformes de tapas producidas}}{\text{Unid. totales de tapas producidas}} \times 100$	Razón

### 2.3. Población, muestra y muestreo

Población: es tomada de todos los registros diarios de la producción de tapas la cual está conformada desde la creación de la línea desde el año 2016.

Muestra: Según Walpole (2012) [et al], para calcular el tamaño de la muestra en una variable cuantitativa pareada (repetida) de un solo grupo, se utiliza la fórmula estadística. Así mismo Cohen (1970), nos dice que la precisión (d) es 0,5 es decir se toma del efecto tamaño que es la mitad de la desviación estándar.

$$n = \frac{(Z_{\frac{\alpha}{2}} + Z^{\beta})^2 * S^2}{d^2}$$

$$n = \frac{(1.96+0.84)^2 * 15.2141^2}{(7.7)^2} \quad n = 29.739 \quad n = 30$$

Teniendo como resultado que nuestra muestra será 30 días antes de la implementación y 30 días después de la implementación.

El muestreo: se realizó por conveniencia teniendo como criterios de inclusión a todos los registros que cumplan con los 2 turnos completos de trabajo y de exclusión a los registros que solo tengan un solo turno de trabajo.

### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Como técnica se utilizó el análisis de recolección de datos de producción de la prensa de tapas y como instrumentos los reportes de paradas y producción diario de la prensa de tapas, para la confiabilidad de los datos se muestra el permiso de la empresa manufacturera, como se puede apreciar en el anexo 5.

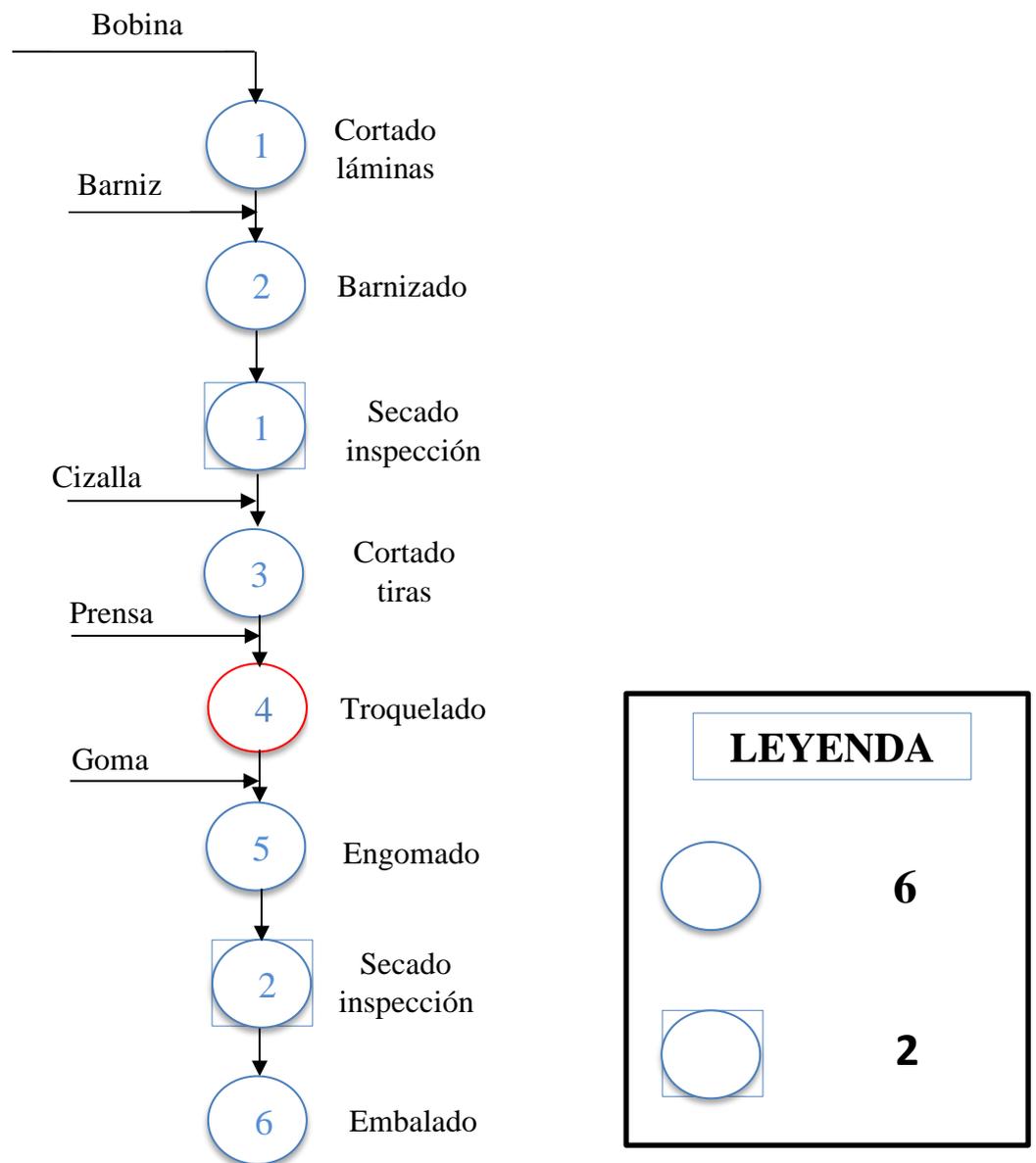
#### **Recolección de datos:**

La recolección de datos se toma de los reportes diarios de producción en un periodo 60 días, con estos reportes la empresa lleva el control diario de su producción. (Anexos 6 y 7).

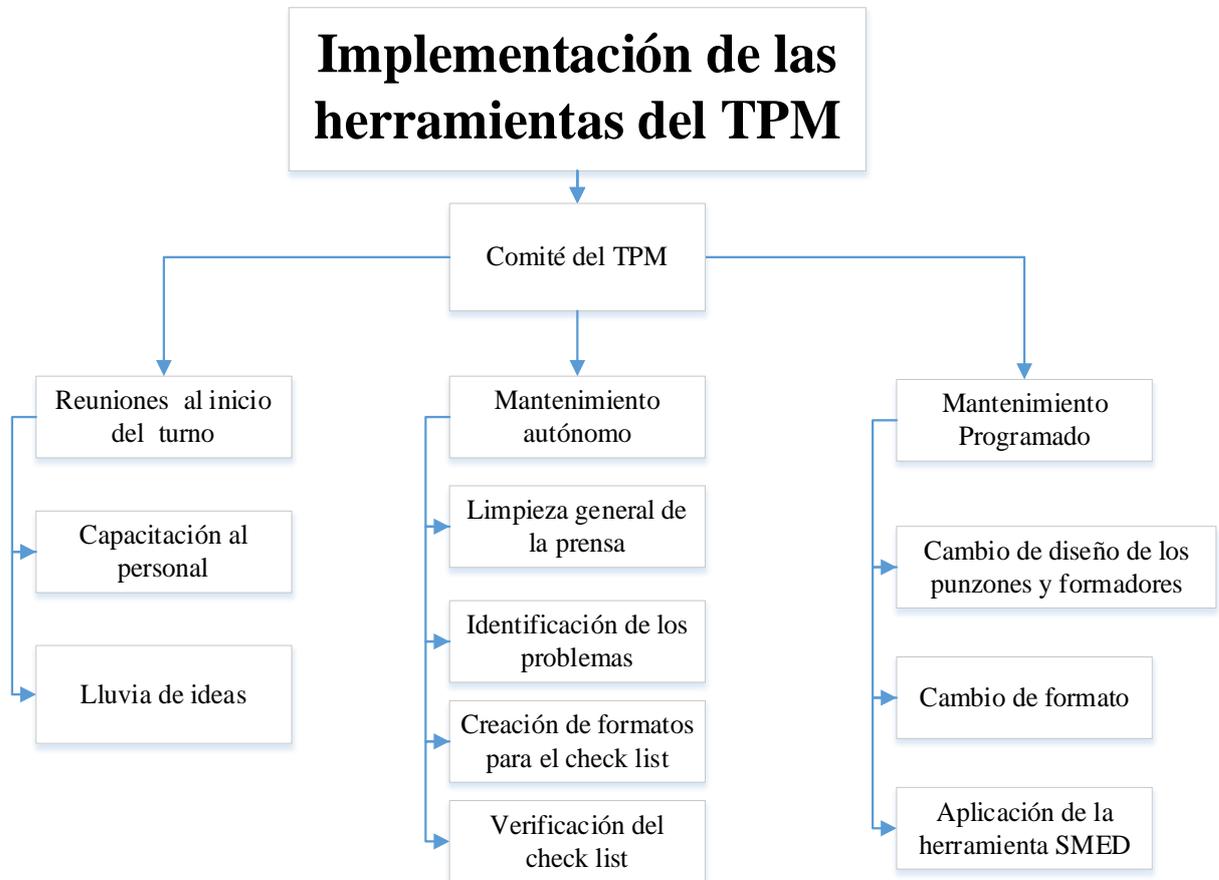
## 2.5. Procedimientos

El proceso de fabricación de las tapas convencionales comienza con el corte de bobina en láminas scrolladas, éstos son barnizados por ambos lados para luego introducirlos a un horno de secado para el curado, estas láminas son cortadas nuevamente en pequeñas tiras para ser alimentadas en las prensas que cuentan con un juego de herramientas donde primero las tiras son troqueladas, luego forman los anillos y por último curvan los bordes donde se le aplica el compuesto sellador (goma), estos son curados en un horno vertical a 280°C temperatura y finalmente son embaladas en mangas de papel.

Diagrama DOP de la tapa



El proyecto de investigación fue elaborado y aprobado por la UCV, luego presentado a gerencia de la empresa, la cual dio su aprobación designando una línea piloto para la implementación. A continuación, se detallan las actividades realizadas paso a paso durante la implementación de TPM en la prensa de producción de tapas.



Lo que busca el TPM es el compromiso de todo el personal de la empresa, para tener éxito en la implementación, se programaron reuniones al inicio de cada turno, capacitaciones e inducciones a los operarios de la línea. La reunión comienza con la revisión de las tareas pendiente por que cada tarea tiene un inicio y un final al igual que un responsable, las tareas asignadas están organizadas mediante un diagrama de Gantt. (Anexo 8).

El mantenimiento autónomo de la línea comienza con la verificación de los sensores de seguridad para evitar los accidentes, seguido de una limpieza general para reducir las paradas inesperadas dentro de la jornada de trabajo, toda esta actividad es realizada por el operario de la línea para lo cual fue capacitado. El mecánico de línea inspecciona la prensa con el fin de eliminar las anomalías que puedan producir paradas inesperadas.

Para tener un mayor control de las actividades asignadas a los operarios de la línea se elaboró un formato de check list de limpieza e inspección, también la realización de la lubricación, calibración y ajustes de la prensa: la barra auxiliar, principal y el freno, estén en la posición correcta. Los supervisores de turno tienen la responsabilidad de verificar el cumplimiento de las actividades, el correcto llenado del formato check list y de los reportes diarios. (Anexos 16, 17 y 18).

Para el mantenimiento planificado se elaboró un diagrama Gantt de las actividades, haciendo un análisis causa raíz, se determinó la disponibilidad de la prensa se ve afectada por los frecuentes cambios de punzones y formatos, debido a que los punzones pierden filo ocasionando paradas inesperadas que afectan la disponibilidad de la prensa de producción de tapas. (Anexo 19).

Se procedió a cambiar los perfiles planos por ángulos de 25° en los punzones, Rossi (1970), recomienda que los punzones de corte deben tener ángulos para mantener un equilibrio de fuerzas durante el corte. Es decir, la rotura de chapa no debe cortar todo el punzón al mismo tiempo, debe ser un corte progresivo o prolongado para evitar pérdidas de filos o posibles roturas del punzón. (Anexos 9 y 10).

La línea produce tres modelos de diferentes tapas por lo que los cambios de formatos son constantes, dos de las marcas de tapas son de volumen limitado el cual obliga a parar la línea para el cambio de formato. Aplicando la técnica SMED redujo el cambio de formato donde los formadores fueron remplazados por sellos postizos. (Anexo 11).

#### **5 Pasos de aplicación del SMED:**

1. Observación: En esta primera etapa se observó que en la prensa se produce tres tipos de tapas con diferentes letras en alto relieve, donde hay lotes pequeños de o tres de días de producción por lo que es necesario hacer los cambios de bloques o formatos.
2. Identificación de las operaciones internas y externas: Se identificó que en cada cambio de formato la prensa pierde disponibilidad entre 4 a 5 horas, esto se debe por el desmontaje y montaje del bloque de matriz por cada bloque tiene un formador con diferentes letras, se desmonta el bloque, se lleva al taller de matriceria, se deja el bloque, se recoge el otro bloque y se traslada a la prensa que está ubicada aproximadamente a 50 metros de distancia, y por último se monta el bloque a la prensa.

3. Convertir: Para poder convertir los trabajos internos a externos se mandó a fabricar nuevos formadores con la diferencia que las letras sean postizas es decir desmontables. Con estos nuevos diseños ya no es necesario desmontar el bloque de la prensa para los cambios de formatos. Logrando el cambio en aproximadamente en una hora.
4. Refinar: En este punto lo que se realizó, es optimizar los trabajos externos es decir la prensa se detiene cuando el matricero está listo para la intervención, es decir cuando esta al costado de la prensa con todos sus implementos esperando que termine la producción.
5. Estandarizar: Se estandarizo los nuevos cambios de formato en los otros dos formadores.

Diagrama del DAP de los cambios de punzones y formatos. (Anexos 12, 13, 14 y 15).

## **2.6. Método de análisis de datos**

Para este proyecto de investigación utilizaremos el programa SPSS. Para la comparación de datos cuantitativos.

## **2.7. Aspectos éticos**

Para el presente proyecto de investigación se desarrolla dentro del marco de las normas estipuladas por la universidad, el estudio de investigación se basa en los datos reales brindados por la empresa.

### III. Resultados

#### 3.1. Análisis descriptivo

##### 3.1.1. La OEE de la línea de producción de tapas.

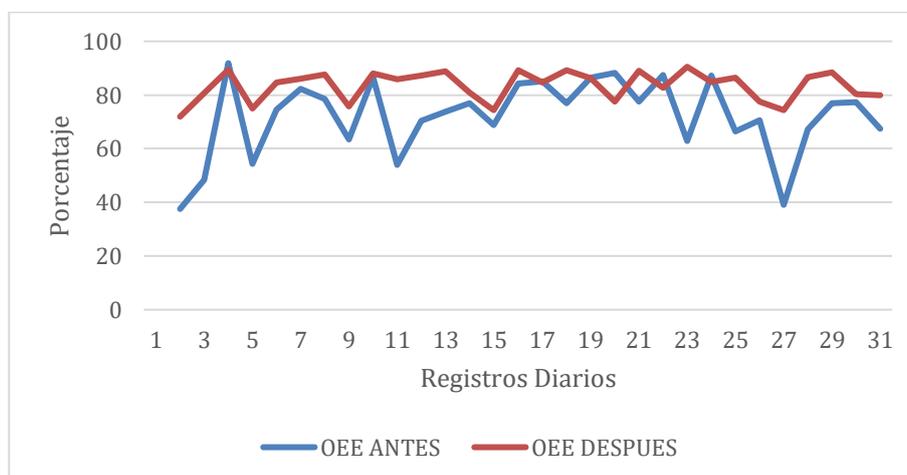
En la Tabla 12, se muestra los estadísticos de la OEE en la línea de producción de tapas de la empresa Manufacturera donde se aprecia que antes de la implementación de las herramientas del TPM, la OEE estuvo alrededor de 72,08% y después fue de 83,52%; la OEE más frecuente antes fue de 37,53% y después de 71,92% así mismo antes de la implementación el 50% de los registros presento el 75,75% de la OEE y después fue de 85,48%. La máxima OEE antes fue del 91,88% y después del 90,52%, la mínima OEE fue del 37,53% y después del 71,92%.

**Tabla 12.** Estadísticos de la OEE de la prensa de tapas antes y después de la implementación de las herramientas del TPM en la empresa Manufacturera.

Estadísticos	OEE de la Prensa de tapas	
	Antes	Después
Media	72.08	83.52
Moda	37.53	71.92
Mediana	75.75	85.48
Máximo	91.88	90.52
Mínimo	37.53	71.92
Desviación estándar	14.24	5.49

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 7:** OEE de la prensa de tapas antes y después de la implementación de las herramientas del TPM en la empresa Manufacturera.

### 3.1.2. Disponibilidad de la prensa de producción de tapas.

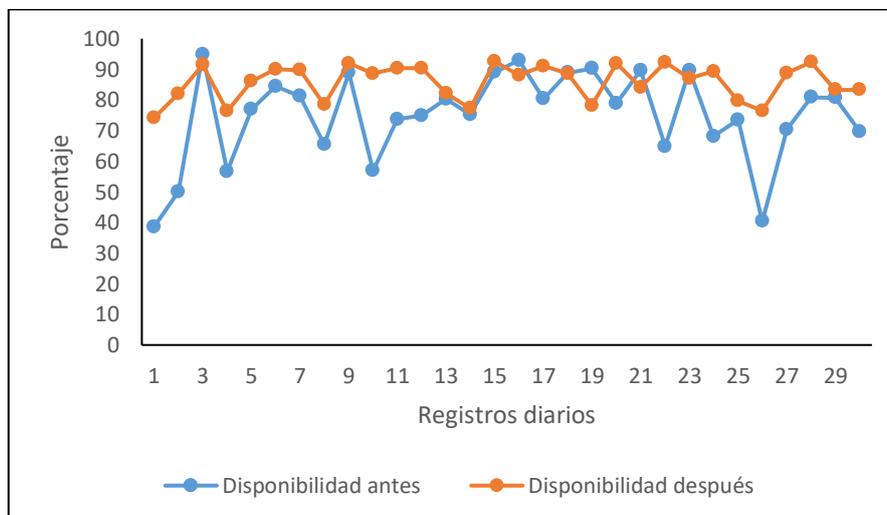
En la Tabla 13, se muestra los estadísticos de la disponibilidad de la prensa de producción de tapas de la empresa Manufacturera donde se aprecia que antes de la implementación de las herramientas del TPM, la disponibilidad estuvo alrededor de 74,86% y después fue de 85,85%; la disponibilidad más frecuente antes fue de 88,89% y después de 83,33% así mismo antes de la implementación el 50% de los registros presento el 77,89% de disponibilidad y después fue de 88,33%. La máxima disponibilidad antes fue del 94,89% y después fue de 88,33%. La mínima disponibilidad antes fue del 38,53% y después del 74,13%.

**Tabla 13.** Estadísticos de la Disponibilidad de la prensa de tapas antes y después de la implementación de las herramientas del TPM en la empresa Manufacturera.

Estadísticos	Disponibilidad de la Prensa de tapas	
	Antes	Después
Media	74,86	85,85
Moda	88,89a	83,33a
Mediana	77,89	88,33
Máximo	94,89	92,53
Mínimo	38,53	74,13
Desviación estándar	14,79	5,76

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 8:** Disponibilidad de la línea de tapas antes y después de la implementación de las herramientas del TPM en la empresa Manufacturera.

### 3.1.3. Rendimiento de la prensa de producción de tapas.

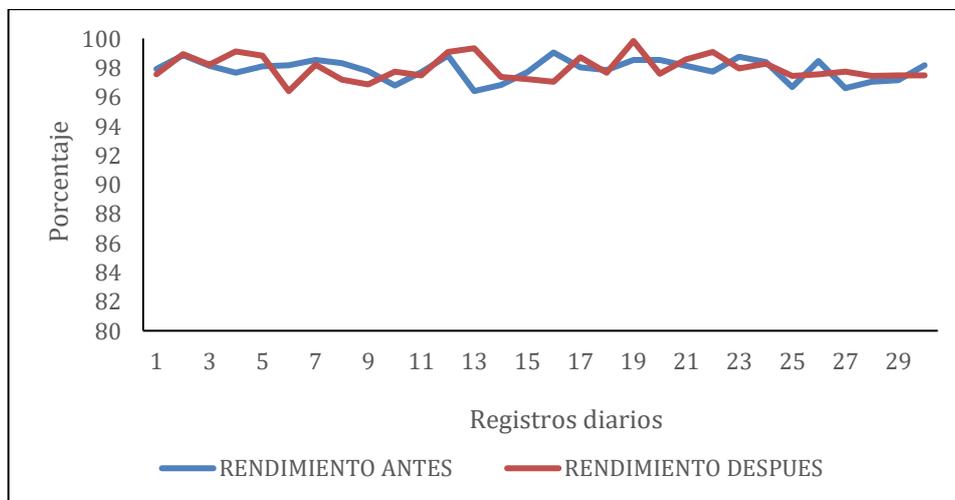
En la Tabla 14, se muestra los estadísticos del rendimiento de la línea de producción de tapas de la empresa Manufacturera donde se aprecia que antes de la implementación de las herramientas del TPM, el rendimiento estuvo alrededor de 97,82% y después fue de 99,32%; el rendimiento más frecuente antes fue de 96,40% y después de 99,49% así mismo antes de la implementación el 50% de los registros presento el 97,97% de rendimiento y después fue de 99,37%. el máximo rendimiento antes fue del 98,84% y después del 99,86%, el mínimo rendimiento fue del 96,40% y después del 98,91%.

**Tabla 14.** Estadísticos del rendimiento de tapas antes y después de la implementación de las herramientas del TPM en la empresa Manufacturera.

Estadísticos	Rendimiento de la Prensa de tapas	
	Antes	Después
Media	97.82	99.32
Moda	96.40	99.49
Mediana	97.97	99.37
Máximo	98.84	99.86
Mínimo	96.40	98.91
Desviación estándar	.71	.31

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 9:** El rendimiento de la prensa de tapas antes y después de la implementación de las herramientas del TPM en la empresa Manufacturera.

### 3.1.4. Calidad de la línea de producción de tapas.

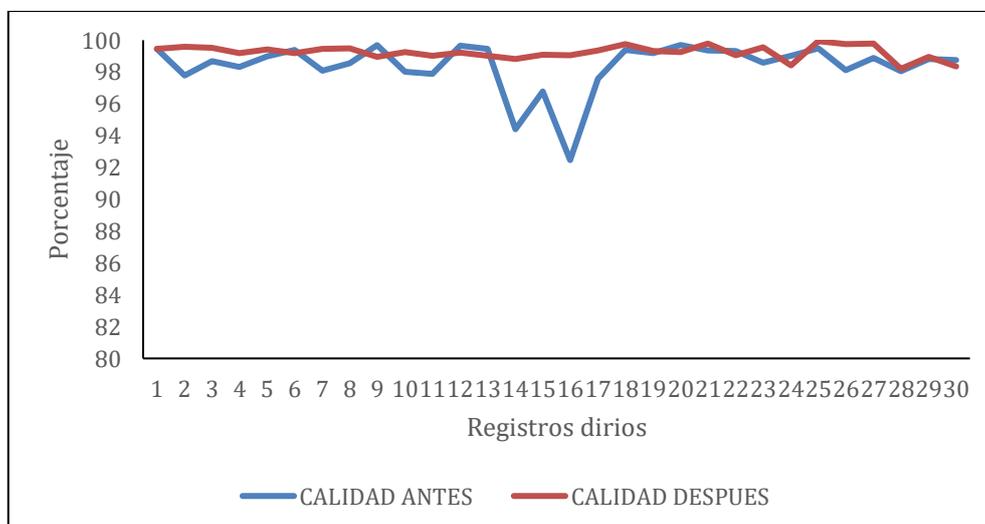
En la tabla 15, se muestra los estadísticos de la calidad de las tapas en la línea de producción de la empresa Manufacturera donde se aprecia que antes de la implementación de las herramientas del TPM, la calidad estuvo alrededor de 98,39% y después fue de 99,32%; la calidad más frecuente antes fue de 92,46% y después de 98,20% así mismo antes de la implementación el 50% de los registros presento el 98,78% de la calidad y después fue de 99,44%. La máxima calidad antes fue del 99,70% y después del 99,94%, la mínima calidad fue del 92,46% y después del 98,20%.

**Tabla 15.** Estadísticos de la Calidad de la prensa de tapas antes y después de la implementación de las herramientas del TPM en la empresa Manufacturera.

Estadísticos	Calidad de la Prensa de tapas	
	Antes	Después
Media	98.39	99.32
Moda	92.46	98.20
Mediana	98.78	99.44
Máximo	99.70	99.94
Mínimo	92.46	98.20
Desviación estándar	1.55	.43

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 10:** Calidad de la prensa de tapas antes y después de la implementación de las herramientas del TPM en la empresa Manufacturera.

### 3.2. Análisis inferencial. (prueba de hipótesis)

#### 3.2.1. Prueba de la normalidad

Para la prueba de hipótesis de variables cuantitativas se debe realizar la prueba de la normalidad para determinar si se deben utilizar pruebas paramétricas o no paramétricas. En la tabla 16, se puede apreciar que solo en la calidad los datos se ajustan a una distribución normal según la prueba de Kolmogorov-Smirnov, para las diferencias, los otros indicadores no presentaron distribución normal. En este caso se utilizó la prueba de Wilcoxon para disponibilidad, rendimiento y la eficiencia global; y para la calidad se utiliza la prueba de la T-Student pareada.

**Tabla 16.** Prueba de Normalidad.

INDICADORES	Kolmogorov-Smirnov		
	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia de Disponibilidad antes - después	0,089	30	,200*
Diferencia del Rendimiento antes - después	0,144	30	0,114
Diferencia de la Calidad antes - después	0,219	30	0,001
Diferencia de la OEE antes - después	0,133	30	0,183
Esto es un límite inferior de la significación verdadera.			
a. Corrección de significación de Lilliefors			

Fuente: Elaboración Propia

#### 3.2.2. Prueba de hipótesis

En la tabla 17 se muestra los resultados de la prueba de Wilcoxon para la OEE, donde se puede apreciar que en 24 casos hubo un aumento en la OEE y estas diferencias son altamente significativas ( $p < 0,01$ ), por lo que se puede concluir que la implementación de las herramientas del TPM mejoró la OEE en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019.

Hubo un incremento en el promedio de la OEE de 72,08% a 83,52%.

**Tabla 17.** *Hipótesis General: La implementación de las herramientas del TPM mejora la OEE en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019.*

DIFERENCIA	RANGOS	N	Rango promedio	Suma de rangos	Z	Sig. asintótica(bilateral)
OEEDESPUÉS - OEEANTES	Rangos negativos	6 <sup>j</sup>	6.00	36.00	-4,042b	0,000
	Rangos positivos	24 <sup>k</sup>	17.88	429.00		
	Empates	0 <sup>l</sup>				
	Total	30				

j. OEEDESPUÉS < OEEANTES

k. OEEDESPUÉS > OEEANTES

l. OEEDESPUÉS = OEEANTES

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla: 18 se muestra los resultados de la prueba de Wilcoxon para la disponibilidad, donde se puede apreciar que en 24 casos hubo un aumento en la disponibilidad y estas diferencias son altamente significativas ( $p < 0,01$ ), por lo que se puede concluir que la implementación de las herramientas del TPM mejoró la disponibilidad en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019.

Hubo un incremento en el promedio de la disponibilidad de 74,86% a 85,85%.

**Tabla 18.** *Hipótesis específica 1: La implementación de las herramientas del TPM mejora la disponibilidad en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019.*

DIFERENCIA	RANGOS	N	Rango promedio	Suma de rangos	Z	Sig. asintótica(bilateral)
DISP. ANTES - DISP. DESPUÉS	Rangos negativos	6 <sup>a</sup>	8,00	48,00	-3,795 <sup>b</sup>	0,000
	Rangos positivos	24 <sup>b</sup>	17,38	417,00		
	Empates	0 <sup>c</sup>				
	Total	30				

a. DISPONIBILIDADESPUÉS < DISPONIBILIDADANTES

b. DISPONIBILIDADESPUÉS > DISPONIBILIDADANTES

c. DISPONIBILIDADESPUÉS = DISPONIBILIDADANTES

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 19 se muestra los resultados de la prueba de Wilcoxon para el rendimiento, donde se puede apreciar que en los 30 casos hubo un aumento en el rendimiento y estas diferencias son altamente significativas ( $p < 0,01$ ), por lo que se puede concluir que la implementación de las herramientas del TPM mejoró el rendimiento en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019. Hubo un incremento en el promedio del rendimiento de 97,82% a 99,32%

**Tabla 19.** *Hipótesis específica 2: La implementación de las herramientas del TPM mejora el rendimiento en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019.*

DIFERENCIA	RANGOS	N	Rango promedio	Suma de rangos	Z	Sig. asintótica (bilateral)
RENDIMIENTO DESPUÉS -	Rangos negativos	0 <sup>d</sup>	0.00	0.00	- 4,782 b	0,000
RENDIMIENTO ANTES	Rangos positivos	30 <sup>e</sup>	15.50	465.00		
	Empates	0 <sup>f</sup>				
	Total	30				

d. RENDIMIENTO DESPUÉS < RENDIMIENTO ANTES

e. RENDIMIENTO DESPUÉS > RENDIMIENTO ANTES

f. RENDIMIENTO DESPUÉS = RENDIMIENTO ANTES

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 20 se presenta la prueba de la T-STUDENT para muestras pareadas de la Calidad, donde se puede apreciar que hubo un aumento del 98,39% a 99,24%. Esta diferencia es altamente significativa ( $p < 0,01$ ), por lo que se puede concluir que la implementación de las herramientas del TPM mejoró la calidad en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019.

**Tabla 20.** *Hipótesis específica 3: La implementación de las herramientas del TPM mejora la calidad en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019.*

CALIDAD	Media	N	Desv. Desviación	t	gl	Sig. (bilateral)
ANTES	98,3943	30	1,54896	-2,831	29,000	0,008
DESPUÉS	99,2487	30	0,62460			

Fuente: Elaboración propia.

#### IV. Discusión

Mediante la implementación de las herramientas del TPM se demostró que si se puede incrementar la OEE en la prensa de producción de tapas de la empresa Manufacturera. Este resultado se logró gracias al compromiso del equipo de trabajo, así como la gerencia y los operarios de planta.

De acuerdo con los resultados encontrados podemos decir que la implementación de las herramientas del TPM si mejoró la OEE en la prensa de tapas, logrando un incremento de 11,44% de la OEE, así mismo Sharman, Thakar, Narkhede (2018), lograron un incremento de la OEE del 17% utilizando el TPM en una máquina de enrolladora de aceros de una empresa metalúrgica reduciendo sus paradas de tiempos muertos que afecta al rendimiento de la máquina, además, Morales y Silva (2017), en una empresa de mecanizados de autopartes obtuvieron una mejora del 18,75% de la OEE después de la implementación del TPM.

Nallusamy (2016), mejoro un 5% la OEE una línea de máquina CNC, la disponibilidad mejoró del 89% al 95% para HMC y del 83% al 93% para VMC. que impacto en la disponibilidad de la máquina también Yauri (2017), logró impulsar la disponibilidad del 68% al 93% lo que obtiene es un 25% de incremento, en la presente investigación se obtuvo un incremento del 74,86% a 85,85% es decir la disponibilidad tuvo un aumento de 10.99%.

Sripriyan y Janakiraman (2018), alcanzaron un 10,9% de la OEE después de la implementación del TPM en una compañía de compresores, reduciendo en 75% en búsqueda de herramientas y 23% en reducción en tiempos muertos que afectaban al rendimiento así mismo Maguiña (2016), obtuvo un incremento en el rendimiento de 8,55% y en el presente trabajo de investigación se obtuvo un incremento de 1,55% en el rendimiento llegando a 97,82%.

Para Gupta y Vardhan (2016), lograron una mejora 39% de la OEE y una reducción en 85% de los rechazos y reprocesos, así mismo Seminario (2017), logró un incremento del 87,58 % al 93,83, en la presente investigación se logró un incremento de 0,93% llegando a una media de calidad del 99,32%.

Nakajima (1988) definió el TPM como una herramienta innovadora para el mantenimiento que optimiza la disponibilidad del equipo, reduce las averías y/o pequeñas

paradas, promueve el mantenimiento autónomo del operador durante la realización de sus actividades diarias que involucran a toda la organización, con el TPM el esfuerzo cooperativo aumenta sustancialmente la disponibilidad, rendimiento y calidad, optimiza el costo del ciclo de vida del equipo y amplía la base de los conocimientos y habilidades de cada empleado, al aumentar su motivación y competencia.

El TPM es una herramienta fundamental para elevar los indicadores de la planta porque compromete a todos los líderes y colaboradores a mejorar, mediante sus pilares la implementación va capacitando al personal en temas como el mantenimiento autónomo y manteniendo programado esto hace que el operario este a la capacidad de resolver problemas menores por que tiene conocimiento del funcionamiento de su máquina previniendo así daños mayores en su funcionamiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la OEE en esta investigación y en los antecedentes mostrados, podemos deducir que la implementación de las herramientas del TPM son fundamentales para lograr incrementos significativos en la disponibilidad, rendimiento y calidad. Por lo que coincidimos en que se debe seguir implementado las herramientas del TPM en las líneas de producción por que aún existe una gran brecha para llegar a la clase mundial de la OEE.

## V. Conclusiones

A partir de los resultados de la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se determinó que la implementación de las herramientas del TPM mejoró la OEE en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima, de 72,08% a 83,52% logrando tener un crecimiento de 11,44%.
2. Se determinó que la implementación de las herramientas del TPM mejoró la Disponibilidad en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima, de 74,86% a 85,85% logrando tener un crecimiento de 10,86%.
3. Se determinó que la implementación de las herramientas del TPM mejoró el Rendimiento en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima, de 97,82% a 99,32% logrando tener un crecimiento de 1,5%.
4. Se determinó que la implementación de las herramientas del TPM mejoró la Calidad en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima, de 98,39% a 99,32% logrando tener un crecimiento de 0,93 %.

## **VI. Recomendaciones**

1. Se recomienda seguir implementado las herramientas del TPM en la prensa de producción de tapas en la empresa manufacturera porque se demostró que si incrementan los indicadores de la OEE.
2. Se recomienda seguir implementado las herramientas del TPM y los programas del mantenimiento programado mediante el equipo de trabajo de la prensa de producción de tapas de la empresa manufacturera para mantener la disponibilidad de la máquina eficientemente.
3. Se recomienda seguir implementado las herramientas del TPM y continuar capacitando, entrando y certificando a los operarios de la prensa de producción de tapas de la empresa manufacturera en el mantenimiento autónomo para que el rendimiento se mantenga.
4. Se recomienda seguir implementado las herramientas del TPM y el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos en la prensa de producción de tapas de la empresa manufacturera.

## Referencias

ALVINO Ruiz, Omar. Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para Mejorar la Eficiencia Global de los Equipos Seydel en el Área Tops de la Empresa Sudamericana de Fibras S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, 2017.

Disponible en: [repositorio.ucv.edu.pe > handle > UCV](https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV)

ASHOK, Kumar. An Exploratory Study for Enriching TPM Implementation through of Interventions. International Journal of Engineering Technology Science and Research, (4): 12, 39 – 48, 2017.

ISSN: 2394 – 3386

BALUCH, Nazim. Maintenance Management Performance Evaluation: Measuring of Overall Equipment Effectiveness in Malaysian Palm Oil Mills. Resvista Palma, (37): N° especial, 69-78, 2016.

ISSN: 0121 – 2923

CARNERO, María del Carmen. VIZCAINO, Rafael. Mantenimiento Productivo Total En Una Microempresa, Dina Management. (2): 9, 1-25, 2012.

ISSN: 0012-7353

CASTILLO, Ángela, FERNÁNDEZ, Luis y ÁNGELES, Luis. Impacto del TPM en el Desempeño Operativo de las Empresas Industriales del Sur de Tamaulipas. Revista de Ingeniería Industrial, 4 (2): 29-35, 2018.

ISSN: 2523-0344

CHAMORRO Enríquez, Diego. y ACOSTA Chango, Carlos. Estudio e Implementación de un Sistema de Automatización para el Incremento del OEE en un Pulpo Seri gráfico. Tesis (Ingeniero En Electrónica, Control Y Redes Industriales). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Riobamba, 2016.

Disponible en: [dspace.esPOCH.edu.ec > handle](https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle)

COHEN, Jacob. Statistical power analysis for the behavioral sciences. Ed. 2, Printed in the United States of America. 1988, 559pp.

ISBN: 0-8058-0283-5

CRUZ, Hiram. Perspectivas 2018 de la industria latinoamericana de envase. *REVISTA el Empaque + Conversión*. 3 (6). ENERO 2018.

ISSN: 2422-2100

CUATRECASAS, Lluís. TORRELL, Francesca. TPM en un entorno Lean Management: Estrategia Competitiva. Ed. 1ra. España: S.L. Barcelona, 2010. 408pp.

ISBN: 978-84-92956-12-8

FERNÁNDEZ Álvarez, Edgar. GONZÁLEZ Rodríguez, Rubén. Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM. Tesis (Máster Universitari). España: Universidad de Oviedo, Escuela Superior de la Marina Civil de Gijón, 2018.

Disponible en: [digibuo.uniovi.es > dspace > bitstream > Gestión de Mantenimiento. Lean](http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/Gestión%20de%20Mantenimiento/Lean)

DEMING, Edwards. Calidad, Productividad y Competitividad la Salida De La Crisis. Ed. Madrid: Díaz Santos S.A, 1989, 130pp.

ISBN: 84-87189-22-9

GANDHI, Darpit. A Review of TPM to Implement OEE Technique in Manufacturing Industry. *Industrial Engineering Journal*, (XI): 6, 36-46, 2018.

ISSN: 2581-4915

GOYAL, Kumar. MAHESHWARI, Kapil. Maintenance: From Total Productive Maintenance to World Class Maintenance. *International Journal of Scientific Research and Reviews*, (2): 1, 1-23, 2013.

ISSN: 2279 – 0543

GUPTA, Pardeep y VARDHAN, Sachit. Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM a case study, *International Journal of Production Research*. (54): 10, 2976-2988, 2016.

ISSN: 0020 -7543

HASSANI, Ladan. HASHEMZADEH, Gholamreza. The Impact of Overall Equipment Effectiveness on Production Losses in Moghan Cable & Wire Manufacturing. International Journal for Quality Research, (4):9, 565 – 576, 2015.

ISSN: 1800-6450

HERNÁNDEZ, Roberto. FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del pilar. Metodología de la investigación. Ed. 5. México D.F, 2010, 607pp.

ISBN: 978-607-15-0291-9

Herramientas de Manufactura Esbelta que Inciden en la Productividad de una Organización: Modelo Conceptual Propuesto por Issamar Favela Herrera [et al]. Juárez: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 16 (1): 115-133, 2019.

ISSN: 1794-4449

HUERTAS Camacho, Juan. Incremento de la producción de grageas de chocolate utilizando herramientas de mejora continua del pilar mejora enfocada de TPM en una empresa de alimentos. Tesis(Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas,2014.

Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/7574>

Implementación del OEE como herramienta de mejora continua aplicada a una línea de producción por González Torres, Arturo [et al]. Revista de Docencia e Investigación Educativa, 6 (2):1-7,2016.

ISSN: 2444-4952

JANGALER, Rajeshs. Ranganath, G. Enhancement of Overall Effectiveness of Equipment of Bainite Hardening Furnace by Using Total Productive Maintenance, Journal of the Balkan Tribological Association. (24): 4, 807-825, 2018.

ISSN: 1310-4772

KHOKHAR, Pasdeep and DHANKHAR, Sachin. Role of TPM and TQM in Productivity. International Journal of Enhanced Research in Science Technology & Engineering, (3): 12, 159 – 166, 2014.

ISSN: 2319-7463

KOCH, Arno. OEE fur das producktionsteam.Ed.3, Institut an der Hochschule Ansbach, Steinweg, 2016, 174pp.

ISBN: 9-783940-775-04-7

LALKIYA, Meet. KUSHWAHA, Deepak. Optimizing & Analyzing Overall Equipment Effectiveness Through TPM Approach: A Case Study in Cement Industry. International Journal of Advance Engineering and Research Development, (2): 5, 807- 811, 2015.

ISSN: 2348-6406

LANNONE, Raffaele. NENNI, María. Managing OEE to Optimize Factory Performance. Open access peer-reviewed chapter, (3): 43,513-527, 2015.

Lean Manufacturing and Overall Equipment Efficiency (OEE) In Paper Manufacturing and Paper Products Industry por Fam, S.F [et al]. Universiti Teknikal Malaysia Melaka, 1 (1): 461-474, 2016.

ISSN: 2289 – 8107

MAGUIÑA Ramírez, David. Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia general de los equipos del proceso de producción de la línea de panetones en la empresa Gloria - Huachipa 2016. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, 2016.

Disponible en: [repositorio.ucv.edu.pe > handle > UCV](https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV)

Modelo para Medición de Eficiencia Real de Producción y Administración Integrada de Información en Planta de Beneficio por Montero Vega, José Carlos [ed at]. Boletín Técnico No. 33, Ed.1ra Colombia: Bogotá, 2013, 68pp.

ISBN: 978-958-8360-43-0

MORALES, Jonathan. SILVA, Ramon. Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. (92): 1013-1026, 2017.

ISSN: 0268-3768

MORENO, Pedro. CALVILLO, Oscar. El Mantenimiento Productivo Total “TPM” como factor para el aumento de la productividad y el nivel de aceptación del producto terminado, *Revista de Ingeniería Industrial*. (2):3, 1-9, 2018.

ISSN: 2523-0344

NAKAJIMA, Seiichi. *Introducción al TPM*. Ed. Tecnologías de Gerencia y Producción, S.A. Madrid, 1988. 127 pp.

ISBN: 84-87022-81-2

NALLUSAMY, S. Enhancement of Productivity and Efficiency of CNC Machines in a Small Scale Industry Using Total Productive Maintenance, *International Journal of Engineering Research in Africa*. (25): 119-126, 2016.

ISSN: 1663-4144

NALLUSAMY, S. MAJUMDAR, Gautan. Enhancement of Overall Equipment Effectiveness using Total Productive Maintenance in a Manufacturing Industry, *International Journal of Performability Engineering*. (13): 2,173-188, 2017.

ISSN: 0973-1318

OEE - A Tool to Measure the Effectiveness of TPM Implementation in Industries - A Review por Ramachandra, C [et al]. *Karnataka: Global Research and Development Journal for Engineering*, 12 (1): 92 – 96, 2016.

ISSN: 2455 – 5703

PARIKH, Yash. MAHAMUNI, Pranav. Total Productive Maintenance: Need & Framework. *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering*, (2): 2, 126 – 130, 2015.

ISSN: 2349-2163

PROBABILIDAD y estadística para ingeniería y ciencias por Walpole, Ronald [et al.]. México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V, 2012. 816 pp.

ISBN: 978-607-32-1417-9

REVISTA el Empaque + Conversión. Colombia, 3 (6). ENERO 2018.

ISSN: 2422-2100

ROSSI, Mario. Estampado en frío de la chapa. Ed, 9, Madrid. 1970, 704pp.

ISBN: 84-237-0384-3

SEMINARIO Cerdán, Luis. Implementación Del Mantenimiento Productivo Total (Tpm) Para Incrementar La Eficiencia De Las Máquinas CNC De Una Empresa Metal Mecánica. Tesis (Para Obtener El Título Profesional De Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, Ingeniero Industrial, 2017.

Disponible En : [repositorio.ucv.edu.pe > handle > UCV](https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV)

SHARMA, Kushal. THAKAR, Girish y NARKHEDE, B. Enhancement of Productivity in an Iron and Steel Re-Rolling Mill Using TPM Approach, Industrial Engineering Journal. (XI):3, 05-10, 2018.

ISSN: 2581 - 4915

SRIPRIYAN, K. JANAKIRAMAN, R. Enhancing Overall Equipment Effectiveness (OEE) In Compressor Manufacturing Industries, Crimson Publishers. (6): 2, 575 – 579, 2018.

ISSN: 2576-8840

SZWEDZKA, Katarzyna. KACZMAREK, Malgorzata y SZAFER, Piotr, The Efficiency of Production Equipment Improvement A Case Study, Research in Logistics & Production. (5): 5, 445 – 457, 2015.

ISSN: 2083 – 4942

SHINGO, Shigeo. A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Ed, Cambridge, Massachusetts and Norwalk, Connecticut. 1983, 353 pp.

ISSN: 0-915299-038

SINGH, Narinder. SINGH, Onkar. Review Paper on: Total Productive Maintenance, International Journal of Advanced Research in Mechanical Engineering & Technology. (1): 1, 21-26, 2015.

ISSN: 2454-8723

SULISTYOADI, Yuniawan. HIDAJAH, Budi y HARDI, Humiras. TPM Implementation to Reduce Downtime in Injection Molding Company. Journal of Scientific and Engineering Research, 3(6): 398-404, 2016.

ISSN: 2394-2630

SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias en proceso. Ed. 1ra . Madrid : TGP Hoskin, 1995. 384pp.

ISBN 84-87022-18-9

TEERAVARAPRUG, Jirarat. KITIWANWONG, Ketlada. y SAETONG, Nuttapon. Relationship model and supporting activities of JIT, TQM and TPM. Prince of Songkla University, 33(1): 101- 106, 2011. ISSN: 0125-3395

VARGAS Monroy, Lisseth. Implementación del pilar “Mantenimiento Autónomo” en el centro de proceso vibrado de la empresa finarte S.A.S. Tesis (Ingeniería de Producción). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica Ingeniería de Producción, 2016

Disponible en: [repository.udistrital.edu.co](http://repository.udistrital.edu.co) > [bitstream](#) > [VargasMonroyLisseth Camila2016](#).

VASQUEZ Contreras, Luis. Propuesta Para Aumentar La Productividad Del Proceso Productivo De Cajas Porta-Medidores De Energía Monofásicas En La Industria Metálica Cerinsa E.I.R.L., Aplicando El Overall Equipment Effectiveness (OEE). Tesis (Ingeniero Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo, Escuela De Ingeniería Industrial, 2015.

Disponible en: [tesis.usat.edu.pe](http://tesis.usat.edu.pe) > [bitstream](#) > [TL Vasquez Contreras LuisMartin](#)

VIGNESHWARAN, S. MARAN, M y MANIKANDAN, G. Impact of TPM Implementation: Literature Review and Direction. International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology, 12 (2): 114 – 120, 2015.

ISSN: 2348 – 7968

YAURI Alayo, Edwin. Aplicación del Mantenimiento Autónomo para mejorar los índices de la Eficiencia Global en el área de Mantenimiento de la empresa Panorama S.A.C. Lima, 2017. Tesis (Ingeniería Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, 2017.

Disponible en: [repositorio.ucv.edu.pe › handle › UCV](https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV)

## Anexos

### Anexo 1.

**Tabla 1:** *Indicadores de las industrias del envase de Latinoamérica.*

Países	Producción 2016	Crecimiento industrial del empaque		Proyección	Crecimiento PBI		Participación de la industria del empaque en el PBI
	Toneladas (miles)	2016	2017	2018	2016	2017	
México	11.3	4.6%	4.5%	5.0%	2.3%	1.5%	1.7%
Brasil	14.185	6.6%	0.1%	2.0%	-3.6%	0.0%	0.97%
Colombia	1.85	3.5%	3.0%	3.0%	2.0%	2.3%	1.4%
Perú	1.189	2.3%	2.5%	2.5%	2.6%	3.5%	1.6%
Chile	2.002	2.5%	2.6%	2.5%	1.6%	1.5%	1.7%
Argentina	6.15	2.0%	2.5%	3.0%	-2.2%	2.3%	1.6%
América Latina	36.02	1.9%	2.2%	2.2%	-1.0%	1.1%	1.3%

Anexo 2.

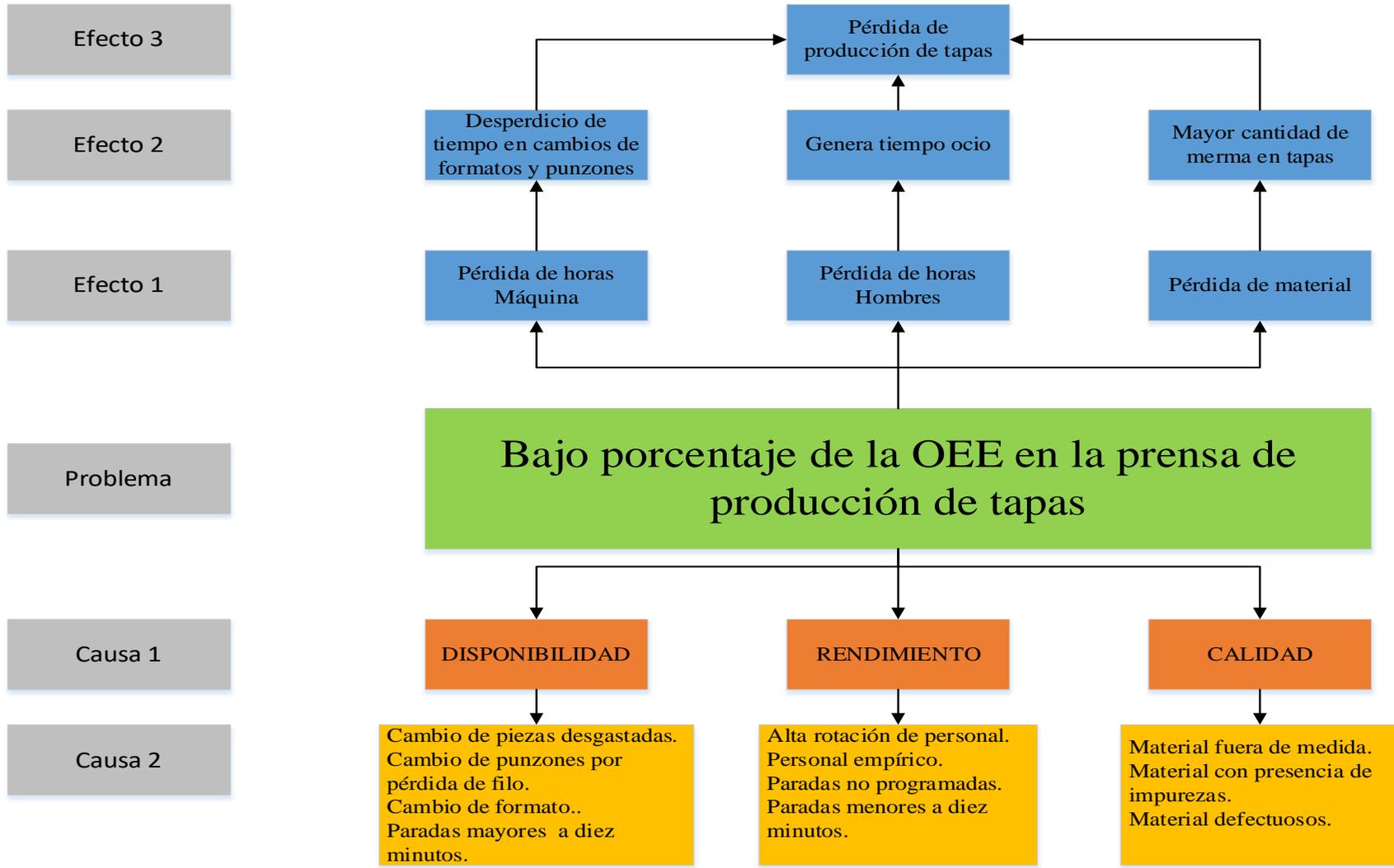
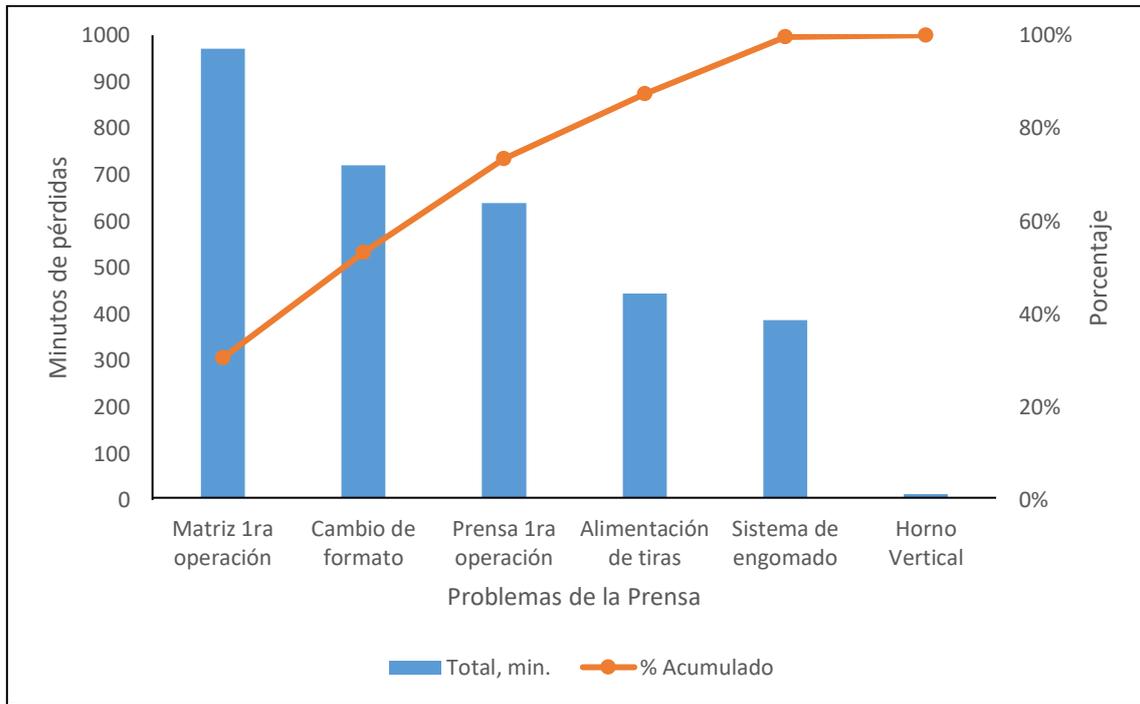


Figura 2. Árbol de problemas Causa – Efecto

**Anexo 3.**



*Figura 3.* Diagrama de Pareto de las paradas de la prensa de tapas.

#### ANEXO 4.

**Tabla 4.** Matriz de consistencia.

<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>
¿La implementación de las herramientas del TPM mejorará la OEE en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019?	Determinar si la implementación de las herramientas del TPM mejoran la OEE en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019.	La implementación de las herramientas del TPM mejora la OEE en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019.
<b>Problema específico 1</b>	<b>Objetivo específico1</b>	<b>Hipótesis específico1</b>
¿La implementación de las herramientas del TPM mejorará la disponibilidad en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019?	Determinar si la implementación de las herramientas del TPM mejoran la disponibilidad en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019.	La implementación de las herramientas del TPM mejora la disponibilidad en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019.
<b>Problema específico 2</b>	<b>Objetivo específico 2</b>	<b>Hipótesis específico 2</b>
¿La implementación de las herramientas del TPM mejorará el rendimiento de la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019?	Determinar si la implementación de las herramientas del TPM mejoran el rendimiento en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019.	La implementación de las herramientas del TPM mejora el rendimiento en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019.
<b>Problema específico 3</b>	<b>Objetivo específico 3</b>	<b>Hipótesis específico 3</b>
¿La implementación de las herramientas del TPM mejorará la calidad de la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019?	Determinar si la implementación de las herramientas del TPM mejoran la calidad en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019.	La implementación de las herramientas del TPM mejora la calidad en la producción de tapas en la empresa Manufacturera Lima 2019.

**Anexo 5.**

**Confiabilidad:** Autorización para realización de la tesis en la empresa.



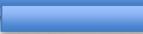
Lima 31 de Octubre del 2019

Señores:

UNIVERSIDAD PRIVADA CESAR VALLEJO S.A.C.

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

Estimado,

 en mi calidad de Gerente de Operaciones de la empresa  autorizo al señor Calderón Córdor Italo Socimo, identificado con DNI 41752850, estudiante de la facultad de Ingeniería del Décimo ciclo , de la Universidad Cesar Vallejo, al realizar su trabajo de grado en la empresa.

Teniendo presente las siguientes condiciones, el estudiante se obliga a no divulgar a terceras personas, verbalmente o por escrito, directa o indirectamente la información de las actividades y/o procesos de cualquier clase que fuesen observadas en la empresa durante la duración de su tesis, documentos escritos, estados de cuenta y/o información sensible de la empresa. Que con objeto del estudio de su trabajo, le fue suministrada y proporcionada. El estudiante asume que toda información y resultado que se obtenga de la misma no podrán ser de acceso público.

En caso de que algunas de las condiciones anteriores sean infringidas, el estudiante queda sujeto a las acciones legales que la empresa crea conveniente.

Atentamente,



Anexo 6.

Tabla 5. Formato de recolección de datos Antes.

Reportes	A	tiempos de paradas	B	B/A	C	Microparadas	D	D/C	E	TAPAS DEFECTUASAS	F	F/E	OEE ANTES
	TIEMPO DISPONIBLE		TIEMPO DE OPERACIÓN	DISPONIBILIDAD	TIEMPO DE OPERACIÓN		tiempo neto	RENDIMIENTO O ANTES	TAPAS PRODUCIDAS		TAPAS CONFORMES	CALIDAD ANTES	
1	22.5	13.83	8.67	38.533	8.67	0.18	8.49	97.924	305690	1670	304020	99.454	37.53
2	22.5	11.25	11.25	50.000	11.25	0.13	11.12	98.844	400444	8944	391500	97.766	48.32
3	22.5	1.15	21.35	94.889	21.35	0.4	20.95	98.126	754336	9946	744390	98.681	91.88
4	22.5	9.75	12.75	56.667	12.75	0.3	12.45	97.647	448250	7610	440640	98.302	54.39
5	22.5	5.2	17.3	76.889	17.3	0.33	16.97	98.092	611050	6250	604800	98.977	74.65
6	22.5	3.5	19	84.444	19	0.35	18.65	98.158	671550	4110	667440	99.388	82.38
7	22.5	4.22	18.28	81.244	18.28	0.27	18.01	98.523	648274	12424	635850	98.084	78.51
8	22.5	7.78	14.72	65.422	14.72	0.25	14.47	98.302	520806	7536	513270	98.553	63.38
9	22.5	2.5	20	88.889	20	0.45	19.55	97.750	703912	2182	701730	99.690	86.62
10	22.5	9.7	12.8	56.889	12.8	0.41	12.39	96.797	446028	8898	437130	98.005	53.97
11	22.5	5.92	16.58	73.689	16.58	0.38	16.2	97.708	583308	12258	571050	97.899	70.49
12	22.5	5.65	16.85	74.889	16.85	0.2	16.65	98.813	599280	2040	597240	99.660	73.75
13	22.5	4.45	18.05	80.222	18.05	0.65	17.4	96.399	626362	3472	622890	99.446	76.90
14	22.5	5.58	16.92	75.200	16.92	0.54	16.38	96.809	589820	32930	556890	94.417	68.74
15	22.5	2.47	20.03	89.022	20.03	0.46	19.57	97.703	704462	22612	681850	96.790	84.19
16	22.5	1.58	20.92	92.978	20.92	0.2	20.72	99.044	747538	56338	691200	92.464	85.15
17	22.5	4.42	18.08	80.356	18.08	0.36	17.72	98.009	637934	15434	622500	97.581	76.85
18	22.5	2.5	20	88.889	20	0.43	19.57	97.850	704352	4242	700110	99.398	86.45
19	22.5	2.2	20.3	90.222	20.3	0.3	20	98.522	720060	5910	714150	99.179	88.16
20	22.5	4.75	17.75	78.889	17.75	0.26	17.49	98.535	629640	1890	627750	99.700	77.50
21	22.5	2.33	20.17	89.644	20.17	0.38	19.79	98.116	712426	4486	707940	99.370	87.40
22	22.5	7.92	14.58	64.800	14.58	0.33	14.25	97.737	512952	3462	509490	99.325	62.91
23	22.5	2.33	20.17	89.644	20.17	0.25	19.92	98.761	717090	10230	706860	98.573	87.27
24	22.5	7.17	15.33	68.133	15.33	0.25	15.08	98.369	542872	5302	537570	99.023	66.37
25	22.5	5.97	16.53	73.467	16.53	0.55	15.98	96.673	575102	2972	572130	99.483	70.66
26	22.5	13.42	9.08	40.356	9.08	0.14	8.94	98.458	321970	6070	315900	98.115	38.98
27	22.5	6.67	15.83	70.356	15.83	0.54	15.29	96.589	550418	6098	544320	98.892	67.20
28	22.5	4.3	18.2	80.889	18.2	0.54	17.66	97.033	635580	12420	623160	98.046	76.96
29	22.5	4.35	18.15	80.667	18.15	0.52	17.63	97.135	634810	7600	627210	98.803	77.42
30	22.5	6.83	15.67	69.644	15.67	0.29	15.38	98.149	553586	6836	546750	98.765	67.51

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7.

Tabla 6. Formato de recolección de datos Después.

Reportes	D	tiempos de paradas	B	B/A	C	Microparadas	D	D/C	E	TAPAS DEFECTUOSAS	F	F/E	OEE DESPUÉS
	TIEMPO DISPONIBLE		TIEMPO DE OPERACIÓN	DISPONIBILIDAD DESPUÉS	TIEMPO DE OPERACIÓN		tiempo neto	RENDIMIENTO DESPUÉS	TAPAS PRODUCIDAS		TAPAS CONFORMES	CALIDAD DESPUÉS	
1	22.5	5.82	16.68	74.133	16.68	0.41	16.27	97.542	585794	3134	582660	99.465	71.92
2	22.5	4.05	18.45	82.000	18.45	0.2	18.25	98.916	656854	2644	654210	99.597	80.78
3	22.5	1.92	20.58	91.467	20.58	0.37	20.21	98.202	727694	3554	724140	99.512	89.38
4	22.5	5.33	17.17	76.311	17.17	0.15	17.02	99.126	612678	4908	607770	99.199	75.04
5	22.5	3.13	19.37	86.089	19.37	0.23	19.14	98.813	689216	3956	685260	99.426	84.58
6	22.5	2.25	20.25	90.000	20.25	0.73	19.52	96.395	702548	5678	696870	99.192	86.05
7	22.5	2.32	20.18	89.689	20.18	0.36	19.82	98.216	713438	3878	709560	99.456	87.61
8	22.5	4.85	17.65	78.444	17.65	0.5	17.15	97.167	617364	3114	614250	99.496	75.84
9	22.5	1.83	20.67	91.867	20.67	0.65	20.02	96.855	720830	7490	713340	98.961	88.05
10	22.5	2.57	19.93	88.578	19.93	0.45	19.48	97.742	701360	5300	696060	99.244	85.92
11	22.5	2.18	20.32	90.311	20.32	0.51	19.81	97.490	713152	7102	706050	99.004	87.17
12	22.5	2.17	20.33	90.356	20.33	0.19	20.14	99.065	724944	5664	719280	99.219	88.81
13	22.5	4.02	18.48	82.133	18.48	0.12	18.36	99.351	660880	6400	654480	99.032	80.81
14	22.5	5.12	17.38	77.244	17.38	0.46	16.92	97.353	609202	7102	602100	98.834	74.32
15	22.5	1.68	20.82	92.533	20.82	0.58	20.24	97.214	728816	6566	722250	99.099	89.15
16	22.5	2.68	19.82	88.089	19.82	0.59	19.23	97.023	692318	6518	685800	99.059	84.66
17	22.5	2.02	20.48	91.022	20.48	0.26	20.22	98.730	731170	4600	726570	99.371	89.30
18	22.5	2.57	19.93	88.578	19.93	0.47	19.46	97.642	700634	1604	699030	99.771	86.29
19	22.5	4.92	17.58	78.133	17.58	0.03	17.55	99.829	631840	4360	627480	99.310	77.46
20	22.5	1.83	20.67	91.867	20.67	0.5	20.17	97.581	732270	5430	726840	99.258	88.98
21	22.5	3.58	18.92	84.089	18.92	0.27	18.65	98.573	671484	1344	670140	99.800	82.72
22	22.5	1.75	20.75	92.222	20.75	0.19	20.56	99.084	760144	7114	753030	99.064	90.52
23	22.5	2.92	19.58	87.022	19.58	0.4	19.18	97.957	707938	3238	704700	99.543	84.85
24	22.5	2.4	20.1	89.333	20.1	0.35	19.75	98.259	710974	11134	699840	98.434	86.40
25	22.5	4.58	17.92	79.644	17.92	0.46	17.46	97.433	628386	366	628020	99.942	77.55
26	22.5	5.3	17.2	76.444	17.2	0.42	16.78	97.558	603944	1574	602370	99.739	74.38
27	22.5	2.52	19.98	88.800	19.98	0.45	19.53	97.748	703054	1594	701460	99.773	86.60
28	22.5	1.72	20.78	92.356	20.78	0.53	20.25	97.449	728860	13090	715770	98.204	88.38
29	22.5	3.75	18.75	83.333	18.75	0.47	18.28	97.493	657954	6984	650970	98.939	80.38
30	22.5	3.75	18.75	83.333	18.75	0.47	18.28	97.493	657932	10742	647190	98.367	79.92

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 8.**

**Tabla 7. Diagrama Gantt de actividades.**

GANTT DEL CAMBIO DE DISEÑO DE LOS PUNZONES		AG.	SETIEMBRE					OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
N°	ACTIVIDADES	Responsable	S4	S 1	S 2	S3	S4	S 1	S 2	S3	S4	S 1	S 2	S3	S4	S 1	S 2	S3	S4
1	Cambio de perfil de los punzones de la prensa.	Diseñador	■	■															
2	Requerimiento de materiales.	Almacén			■														
3	Diseño de los nuevos punzones.	Dibujante			■														
4	Aprobación del nuevo diseño.	Área de proyectos				■													
5	Fabricación de los punzones	Maestranza					■	■											
6	Programación de línea piloto para montar los nuevos punzones.	Mantenimiento							■										
7	Desmontaje y montaje de la matriz.	Matrickeria								■									
8	Prueba de las primeras tapas.	Mecánico de línea								■									
9	Inspección y validación de tapas por control de calidad.	Control de calidad								■									
10	Primera corrida de la prensa 16 – 09.	Maquinista									■	■	■						
11	Programación de la línea para el mantenimiento de los punzones cada dos sábados.	Matrickeria												■	■	■	■	■	■

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9.

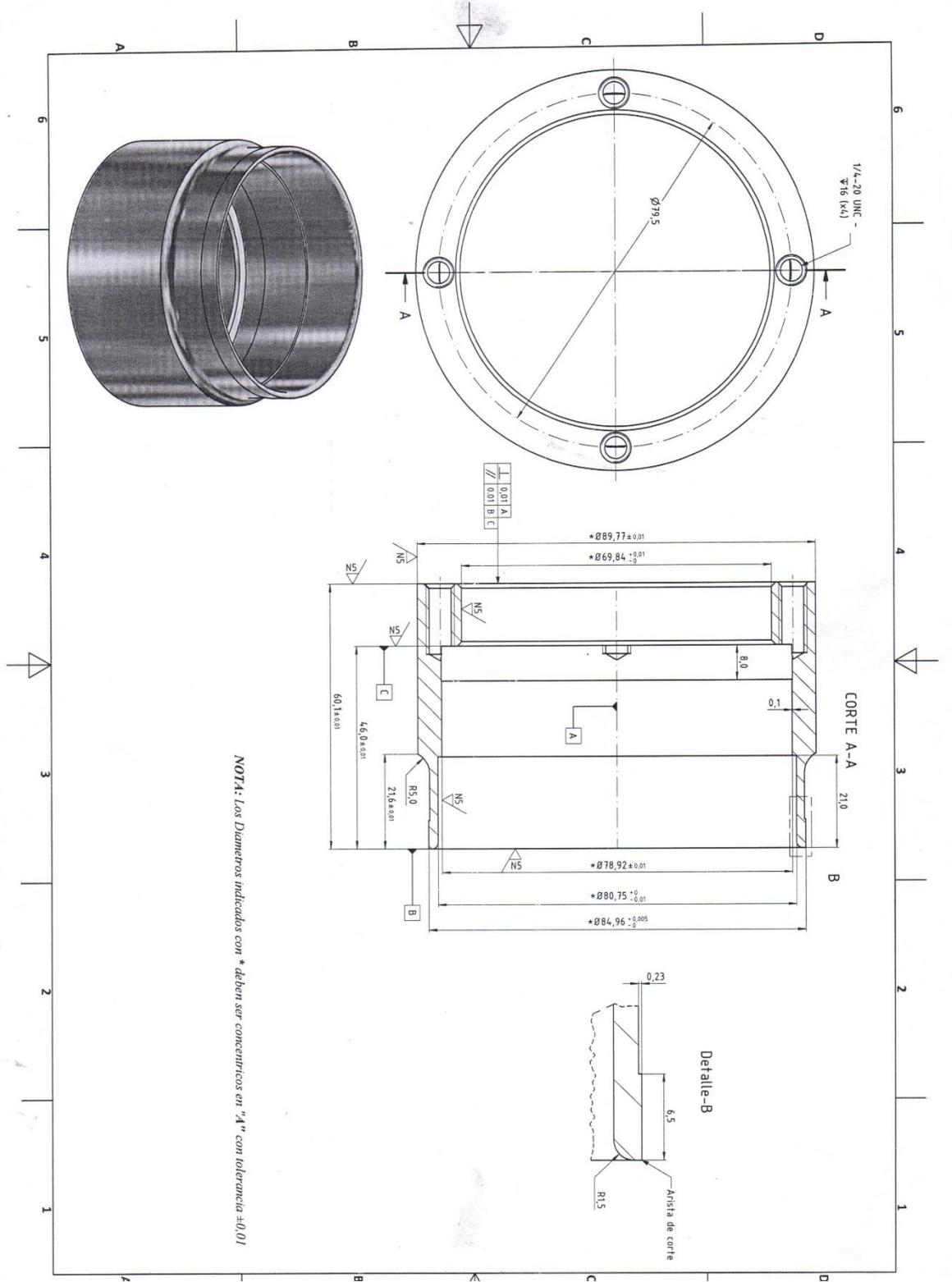


Figura 4. plano de punzones con perfiles planos - Antes

Anexo 10.

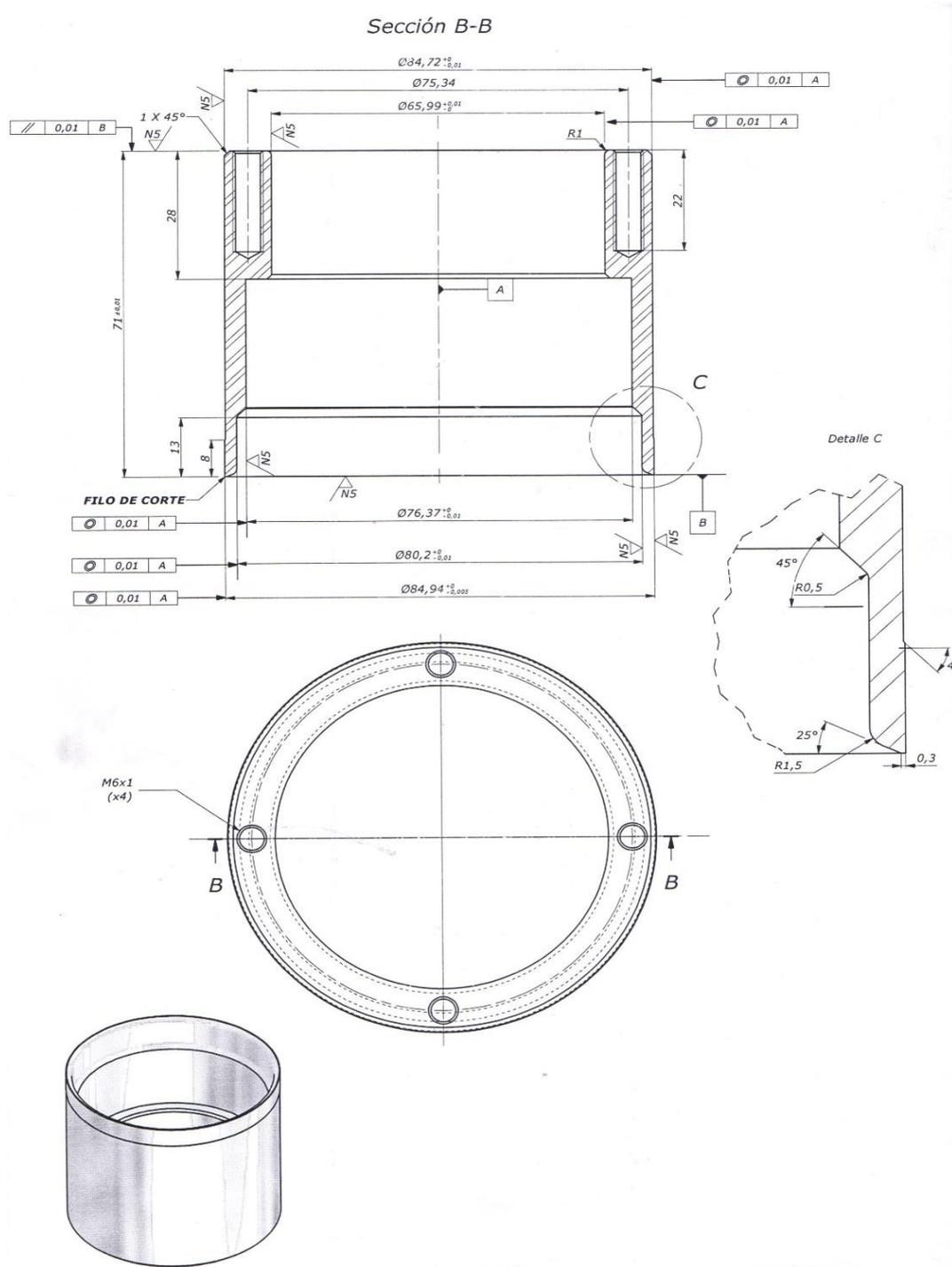


Figura 5. Plano de punzones con ángulo - Después

Anexo 11.

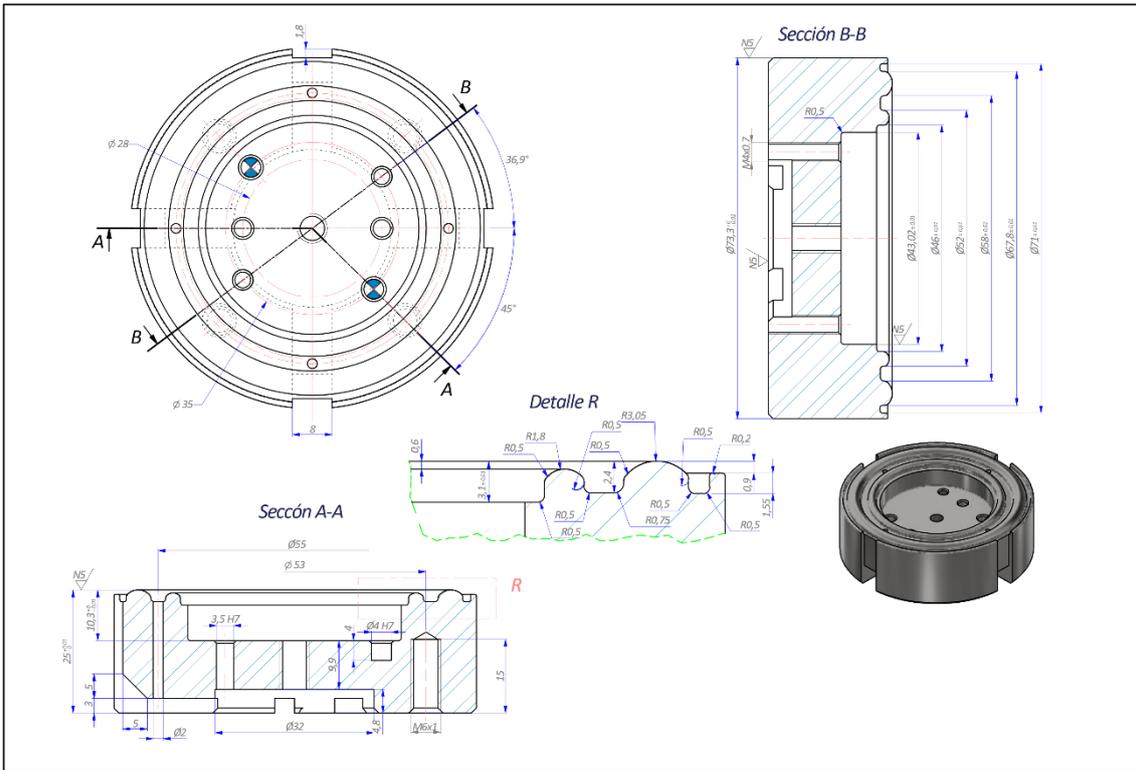


Figura 6. plano de formador inferior con postizo

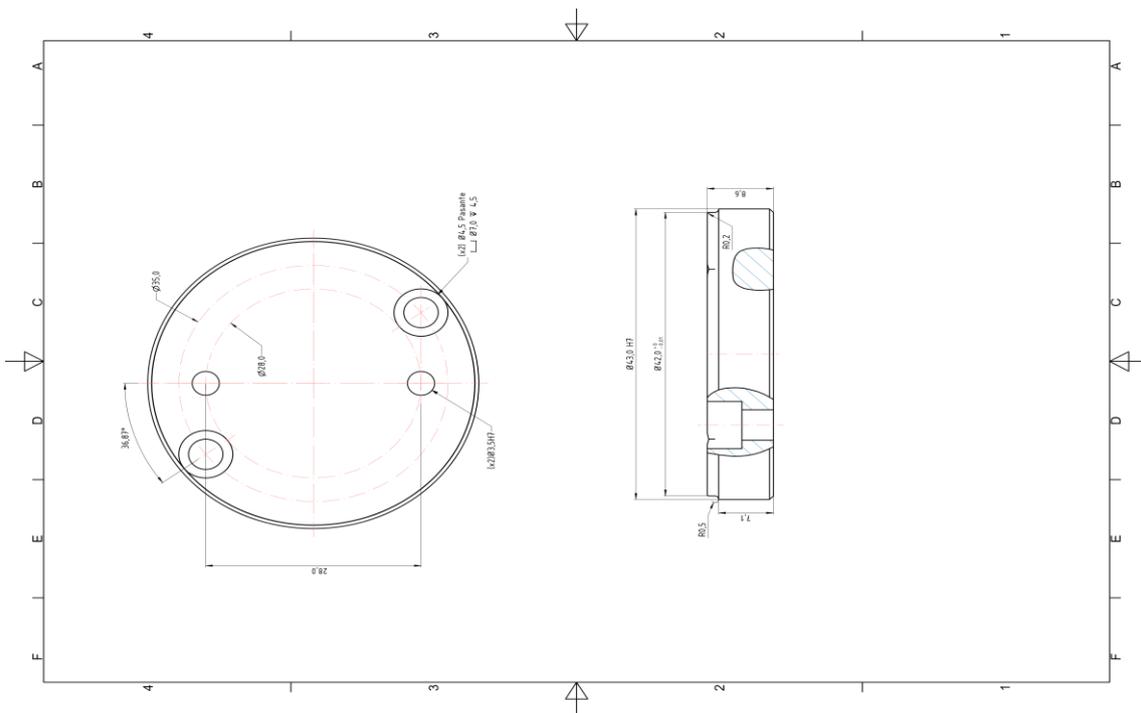


Figura 7. plano de postizo inferior

Fuente. Empresa manufacturera

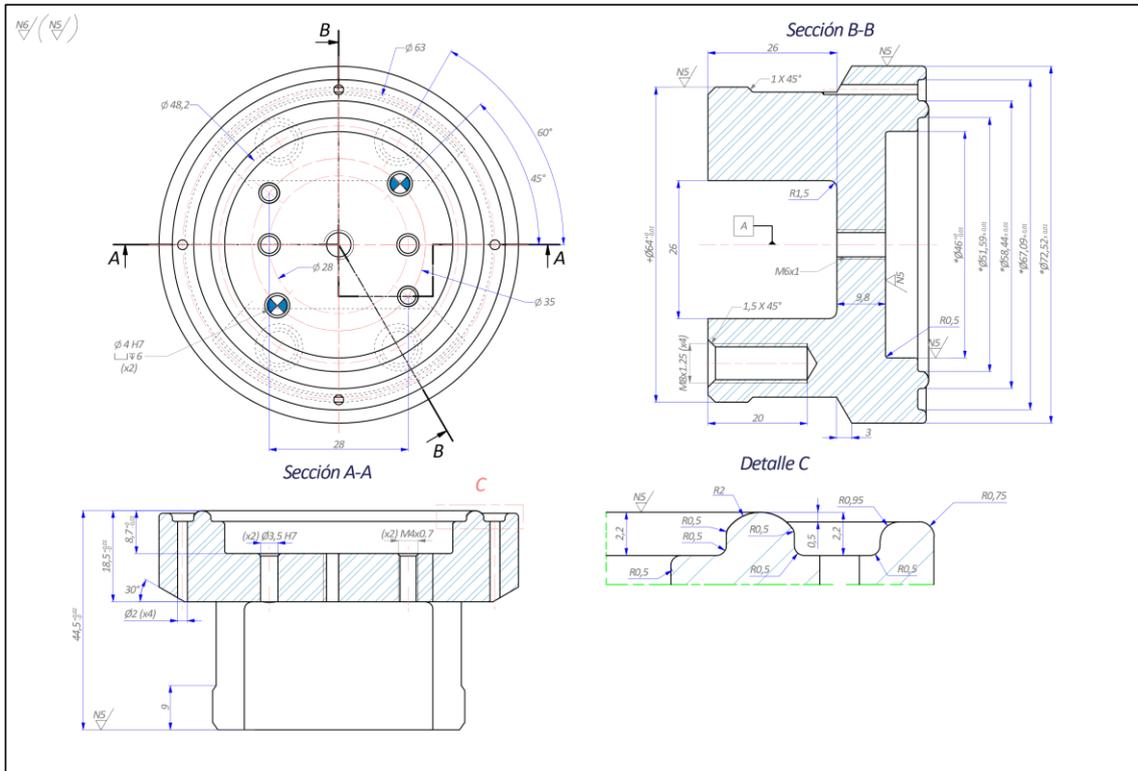


Figura 8. plano de formador superior con postizo

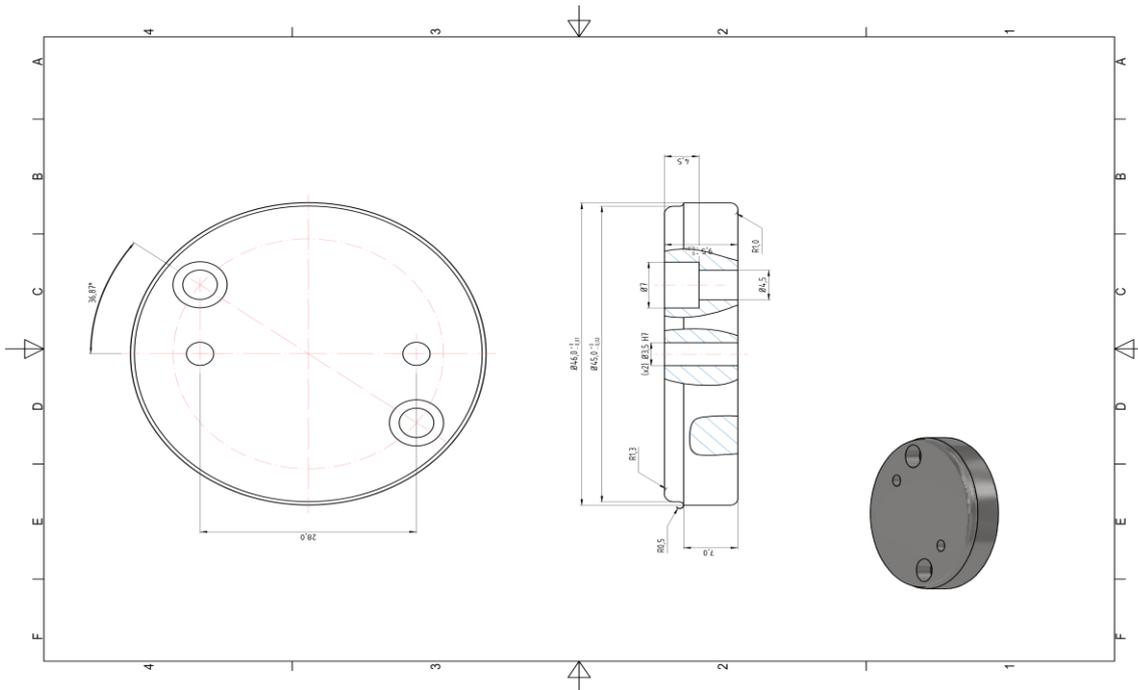


Figura 9. plano de postizo superior

Fuente. Empresa manufacturera

**Anexo 12:**

**Tabla 8: DAP cambio de punzón, antes**

Diagrama de Análisis de Proceso del Cambio de Punzón Antes									
Diagrama N°	Hoja N°	Operario <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Máquina <input checked="" type="checkbox"/>					
Objetivo: Revisión	<b>RESUMEN</b>								
	Actividad	Antes	Después	Economía					
Proceso Analizado	Operación	22							
	Transporte	6							
	Espera	1							
Método: Antes <input checked="" type="checkbox"/> Después <input type="checkbox"/>	Inspección	1							
	Almacenamiento								
Localización: Empresa Manufacturera	Distancia	240 metros							
	Tiempo (hr/hombre)	227 minutos							
Operario: Trabajador	Costo								
	Total								
Elaborado: Calderon y Gonzales	Fecha:	Comentarios							
Aprobado:	Fecha:								
Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolos					Observaciones
Detener la máquina	1		5	○	⇒	□	▽		
Pasar la voz al matricero	1	50 mts	10						
Esperar al matricero	1		10						
Matricero se dirige a la prensa	1	50 mts	12						
Matricero saca las llaves	1		2						
Sacar el expulsador de scrap	1		1						
Aflojar y levantar los pateadores	2		3						
Aflojar y sacar los pernos de la mesa	4		5						
Retirar la mesa de corte	1		2						
Aflojar y sacar la contrapresión	2		15						
Aflojar los pernos de la prensa chapa	12		10						
Sacar el juego de la prensa chapa	2		5						
Aflojar los pernos de los punzones	8		8						
Sacar los punzones	2		2						
Llevar los punzones al taller	1	50 mts	15						
Retornar con los nuevos punzones	1	50 mts	1						
Colocar los punzones	2		4						
Empernar los punzones	8		12						
Colocar el juego de la prensa chapa	2		2						
Empernar la prensa chapa	12		20						
Centrar los punzones con la cortante	2		30						
Colocar las contapresiones	2		15						
Sacar las primeras pruebas	1		5						
Trasladarse a la mesa de control	1	20 mts	2						
Medir los parametros de las tapas	1		7						
Retornar a la prensa	1	20 mts	2						
Colocar la mesa de corte	1		1						
Empernar la mesa de corte	4		10						
Colocar el expulsador de scrap	1		1						
Colocar y regular los pateadores	5		10						
Fin del cambio e Inicio de producción									

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 13.**

**Tabla 9: DAP cambio de punzón después**

Diagrama de Análisis de Proceso del cambio del Punzón Después										
Diagrama N°	Hoja N°	Operario <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Máquina <input checked="" type="checkbox"/>						
Objetivo: Revisión		<b>RESUMEN</b>								
		Actividad	Antes	Después	Economía					
		Operación		9						
		Transporte		2						
Método:		Inspección		1						
		Almacenamiento								
Localización: Empresa Manufacturera		Distancia		40 mts						
		Tiempo (hr/hombre)		53 minutos						
Operario: Trabajador		Costo								
		Total								
Elaborado: Calderon y Gonzales	Fecha:	Comentarios								
Aprobado:	Fecha:									
Descripción	Cantidad	Distancia metros	Tiempo minutos	Símbolos					Observaciones	
				○	⇒	□	▽			
Pasar la voz al Matricero	1			●						
No detener la máquina hasta que llegue el matricero	1			●						Se espera al matricero que este en la línea para poder detener la máquina.
Detener la prensa	1		5	●						
Limpiar la mesa de corte y los formadores	1		5	●						
Aflojar y levantar los pateadores	2		5	●						
Levantar la prensa chapa	2		2	●						
Asentar los punzones con la piedra	2		30	●						
Sacar las primeras pruebas	2		1	●						
Verificación visual	2		5	●				●		
Bajar la prensa chapa	2		1	●						
Colocar y regular los pateadores	2		5	●						
Inicio de producción										

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 14.**

**Tabla 10: DAP del cambio de formato antes**

Diagrama de Análisis de Proceso del cambio de formato Antes							
Diagrama N°	Hoja N°	Operario <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Máquina <input checked="" type="checkbox"/>			
Objetivo: Revisión		<b>Resumen</b>					
		Actividad	Antes	Después	Economía		
Proceso Analizado		Operación	31				
		Transporte	8				
		Espera	1				
Método: Antes <input checked="" type="checkbox"/> Después <input type="checkbox"/>		Inspección	1				
		Almacenamiento					
Localización: Empresa Manufacturera		Distancia	250 mts				
		Tiempo (hr/hombre)	323 minutos				
Operario: Trabajador		Costo					
		Total					
Elaborado: Calderon y Gonzales	Fecha:	Comentarios					
Aprobado:	Fecha:						
Descripción	Cantidad	Distancia metros	Tiempo minutos	Símbolos			Observaciones
Detener la máquina	1		5	●			
Pasar la voz al Matricero	1	50 mts	10	●	→		
Esperar al Matricero	1		10	●			
Matricero se dirige a la prensa	1	50 mts	12	●	→		
Matricero saca las llaves	1		2	●			
Sacar el expulsador de scrap	1		1	●			
Aflojar y levantar los pateadores	2		3	●			
Aflojar y sacar los pernos de la mesa	4		5	●			
Retirar la mesa de corte	1		2	●			
Aflojar y sacar la contrapresión	2		15	●			
Aflojar los pernos de placa superior	4		15	●			
Aflojar los pernos de placa inferior	5		15	●			
Cerrar el cabezal móvil con ambas placas	1		2	●			
Empernar ambas placas en un gancho	3		5	●			
Instalar el poste del tecle	1		1	●			
Ir al módulo del tecle	1	5 mts	1	●	→		
Buscar y traer el tecle	1		1	●			
Regresar a la prensa	1	5 mts	1	●	→		
Colocar el tecle y enganchar a la matriz	1		3	●			
Levantar el cabezal móvil sin las placas	1		2	●			
Sacar la matriz con el tecle	1		10	●			
Colocar la matriz en el coche	1		2	●			
Llevar la matriz al taller	1	50 mts	15	●	→		
Descargar y cargar la nueva matriz	1		10	●			
Retornar a la prensa	1	50 mts	15	●	→		
Enganchar la matriz con el tecle	1		1	●			
Montar la matriz	1		10	●			
Cerrar el cabezal móvil hacia las placas	1		1	●			
Empernar las placas superiores	4		20	●			
Empernar las placas inferiores	5		20	●			
Centrar los punzones con la cortante	2		60	●			
Colocar las contrapresiones	2		10	●			
Sacar las primeras pruebas	2		5	●			
Trasladarse a la mesa de control	1	20 mts	2	●	→		
Medir los parámetros de las tapas	2		7	●			
Retornar a la prensa	1	20 mts	2	●	→		
Colocar la mesa de corte	1		1	●			
Empernar la mesa de corte	4		10	●			
Colocar el expulsador de scrap	1		1	●			
Colocar y regular los pateadores	2		10	●			
Fin del cambio e Inicio de producción	1			●			

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 15.**

**Tabla 11: DAP cambio de formato Después**

Diagrama de Análisis de Proceso del cambio de formato Después							
Diagrama N°	Hoja N°	Operario <input type="checkbox"/>	Material <input type="checkbox"/>	Máquina <input checked="" type="checkbox"/>			
Objetivo: Revisión		<b>RESUMEN</b>					
		Actividad	Antes	Después	Economía		
Proceso Analizado		Operación		9			
		Transporte		2			
		Espera					
Método: Antes <input type="checkbox"/> Después <input checked="" type="checkbox"/>		Inspección		1			
		Almacenamiento					
Localización: Empresa Manufacturera		Distancia		40 mts			
		Tiempo (hr/hombre)		62 minutos			
Operario: Trabajor		Costo					
		Total					
Elaborado: Calderon y Gonzales	Fecha:	Comentarios					
Aprobado:	Fecha:						
Descripción	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Minuto	Símbolos			Observaciones
Pasar la voz al Matricero	1			●			
No detener la máquina hasta que llegue el matricero	1			●			Se espera al matricero que este en la línea para poder detener la máquina.
Detener la prensa	1		5	●			
Limpiar la mesa de corte y los formadores	1		5	●			
Aflojar y levantar los pateadores	1		5	●			
Aflojar y extraer los formadores	4		15	●			
Colocar los nuevos formadores	4		20	●			
Sacar las primeras pruebas	2		1	●			
Trasladarse a la mesa de control	1	20 mts	2	●	○		
Medir los parametros de las tapas	2		7	●			
Retornar a la prensa	1	20 mts	2	●			
Fin del cambio inicio de producción	1			●			

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 16.**

**Tabla 21.** *Formato de check list de limpieza en la prensa.*

		<b>CHECK LIST DE LIMPIEZA EN LA PRENSA</b>							Versión: 01
									Fecha:
									Página: 1 de 1
FECHA	TURNO	Limpieza de la mesa de introducción	Limpieza de la mesa de corte	Limpieza de las lenguas de la caída	Verificación de los pateadores	Verificación del filo de los punzones	Verificación del nivel de aceite	Sensores de seguridad de las guardas	OBSERVACIONES
Lunes	1								
	2								
Martes	1								
	2								
Miércoles	1								
	2								
Jueves	1								
	2								
Viernes	1								
	2								
Sábado	1								
	2								
Domingo	1								
	2								

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 17.**

**Tabla 22.** *Formato de check list de limpieza en la engomadora.*

		<b>CHECK LIST DE LIMPIEZA EN LA ENGOMADORA</b>						Versión: 01
								Fecha:
								Página: 1 de 1
FECHA	TURNO	Limpieza de la regla y mesa.	Limpieza de la tolva	Limpieza de las boquillas de engomado	Verificación de la presión del aire	Verificación de los parametros de la goma.	Verificación de los Sensores del nivel de tapas	OBSERVACIONES
Lunes	1							
	2							
Martes	1							
	2							
Miércoles	1							
	2							
Jueves	1							
	2							
Viernes	1							
	2							
Sábado	1							
	2							
Domingo	1							
	2							

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 18.**

**Tabla 23.** *Formato de check list de limpieza del horno*

		<b>CHECK LIST DE LIMPIEZA DEL HORNO</b>						Versión: 01
								Fecha:
								Página: 1 de 1
FECHA	TURNO	Limpieza del distribuidor de tapas	Limpieza del interior del horno	Limpieza de los canales de salida	Verificación de la lubricación	Verificación de la temperatura	Verificación de los sensores de seguridad.	OBSERVACIONES
Lunes	1							
	2							
Martes	1							
	2							
Miércoles	1							
	2							
Jueves	1							
	2							
Viernes	1							
	2							
Sábado	1							
	2							
Domingo	1							
	2							

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 19.**

**Tabla 24.** Diagrama de Gantt.

GANTT DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO DE LA PRENSA			DÍAS DE LA SEMANA																											
Nº	ACTIVIDADES	Responsable	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	
1	Lavado de filtros del sistema de engomado	Mecánico																												
2	Lubricación del sistema de engomado	Mecánico																												
3	Lubricación de los cojinetes del horno	Mecánico																												
4	Verificación del sistema eléctrico	Electricista																												
5	Pasar piedra a los punzones	Matricero																												
6	Cambio de punzón	Matricero																												

Fuente: Elaboración propia

Anexo 20.

Tabla 25. Producción estimada.

<b>PROYECCIÓN ESTIMADA DE PRODUCCIÓN DE TAPAS</b>					
Horas por cambio de formatos y/o punzones	Total cambios de formatos y/o punzones al mes	Producción de tapas por hora	Producción de tapas por mes	Producción de tapas por año	Valor aproximado por tapa s/(0.15).
3	2	36000	216000	2592000	S/388,800.00

Fuente: Elaboración propia