



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“Aplicación de Lean Manufacturing para aumentar la productividad de pimienta piquillo en el Área de Producción de una empresa agroindustrial- 2018”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

**Bachiller en Ingeniería Industrial**

**Autores:**

Cesar Ricardo Flores Acuña

**Asesor:**

Ing. Jorge Luis Alfaro Rosas

Lima - Perú

2019

<b>CÓDIGO DE DOCUMENTO</b>	COR-F-REC-VAC-05.03	<b>NÚMERO VERSIÓN</b>	02	<b>PÁGINA</b>	Página 1 de 81
<b>FECHA DE VIGENCIA</b>	11/04/2019				

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y el haberme permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi familia, por brindarme la confianza, consejos, oportunidad, recursos y apoyo incondicional en todo momento

## AGRADECIMIENTO

A mis maestros que, en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarnos como personas de bien para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos, quién con su constante motivación, disciplina y consejos han permitido la obtención de nuevos conocimientos.

## Tabla de contenido

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>6</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b> .....	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....	<b>41</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b> .....	<b>41</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>74</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>78</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°1: Tabla de Operacionalización de las variables.

Tabla N° 2: Tabla de métodos de análisis de datos.

Tabla N° 3: Tabla de Técnica de recolección de datos.

Tabla N° 4: Tiempo promedio mensual y anual del proceso de abastecimiento de materiales de trabajo en el año 2017- 2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

Tabla N° 5: Tiempo de ciclo promedio mensual y anual de proceso de desrabado en el año 2017 - 2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

Tabla N° 6. Tiempo de ciclo promedio mensual y anual de proceso de revisado en el año 2017-2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

Tabla N° 7 Tiempo de ciclo promedio mensual y anual de proceso de abastecimiento de envases vacíos en el año 2017 – 2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

Tabla N° 8 Tiempo promedio mensual y anual de proceso de envasado en el año 2017 – 2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

Tabla N° 9 Tiempo de promedio mensual y anual de proceso de retornar materiales de trabajo en el año 2017-2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

TABLA N° 10 Procesos en la producción de pimiento piquillo con tiempos de ciclo promedio por cada proceso en el 2017 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

TABLA N° 11 Procesos en la producción de pimiento piquillo con tiempos de ciclo promedio por cada proceso en el 2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

TABLA N° 12 Cálculo de los días de inventario para el año 2017

TABLA N° 13 Cálculo de los días de inventario año 2018

TABLA N° 14: Cálculo del % de Productividad para el año 2017

TABLA N° 15: Cálculo del % de Productividad para el año 2018

Tabla N° 16 Determinación del TAKT TIME para el año 2017

Tabla N° 17 Determinación del TAKT TIME para el año 2018

Tabla N° 18: Data de tiempo promedio de paradas de mantenimiento preventivo y correctivo del 2017

Tabla N° 19: Índice de Tiempo Improductivo de Maquina Envasadora para el 2017

Tabla N° 20 Consolidado de la aplicación de las 5'S:

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Organigrama de una Empresa Agroindustrial

Figura N° 2: Proceso Productivo de Pimiento Piquillo

Figura N° 3: Tiempo promedio mensual y anual del proceso de abastecimiento de materiales de trabajo en el año 2017 - 2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

Figura N° 4: Tiempo de ciclo promedio mensual y anual de proceso de desrabado en el año 2017 - 2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

Figura N° 5: Tiempo de ciclo promedio mensual y anual de proceso de revisado en el año 2017-2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

Figura N° 6 Tiempo de ciclo promedio mensual y anual de proceso de abastecimiento de envases vacíos en el año 2017-2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

Figura N° 7 Tiempo de promedio mensual y anual de proceso de envasado en el año 2017-2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

Figura N° 8 Tiempo de promedio mensual y anual de proceso de retornar materiales de trabajo en el año 2017-2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

## RESUMEN

El presente estudio tiene la finalidad implementar técnicas del Lean Manufacturing para incrementar la productividad de pimiento piquillo en el área de producción de una empresa agroindustrial para el año 2018. Muchas veces no se está preparado para cumplir con la demanda de capacidad productiva que se exige, lo que es una gran desventaja y a través de esta filosofía de trabajo se propone obtener mayores beneficios utilizando menos recursos.

El estudio a mención estuvo enmarcado en el tipo de estudio aplicada, fundamentada en un diseño pre – experimental en la cual se emplearon una serie de técnicas e instrumentos de recolección de datos, específicamente en el análisis de información tomada a través de la observación directa de los procesos productivos de la empresa.

Se inicia este estudio, realizando un diagnóstico a los sub-procesos del área de producción para identificar los problemas que afectan directamente a la productividad a fin de determinar las herramientas de Lean Manufacturing a aplicar; teniendo como resultados, paradas de máquinas, tiempos muertos en líneas de producción, sobre stock de producto terminado, entre las más resaltantes. Para minimizar estos problemas se aplicó herramientas de Lean Manufacturing tomando como base una de ellas, la metodología de 5s'. Además de esta se aplicó también herramientas como TAKT TIME, OEE Y SMED. Esto se ve reflejado en un incremento de la productividad de un 5%, así como una disminución de paradas correctivas y preventivas, tiempo de ciclo, días de inventario, envases defectuosos y tiempo improductivo.

**PALABRAS CLAVES:** Lean Manufacturing, productividad, reducción de los desperdicios

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En un mundo competitivo y globalizado como el de hoy, muchas empresas realizan constantes esfuerzos para el logro de sus actividades de producción, con la finalidad de mejorar la calidad en sus productos y sus costos. (Cava, 2017)

En este sentido el que se realicen los procesos de producción de la forma más efectiva y adecuada tiene una gran importancia sobre la empresa. Igualmente, con respecto a las actividades relacionadas: el desplazamiento del personal, materiales, productos intermedios y productos terminados. Otro aspecto relacionado a la mejora de procesos de planta está relacionado a la seguridad y bienestar, tanto como la del personal, equipos e instalaciones. También se tienen en cuenta los diseños de espacio de trabajo. Todos estos factores traerán cambios de forma directa en la productividad de la empresa y por ello tendrá un impacto positivo al aumentar las ganancias en esta. (Namucho y Zare 2018)

En el Perú, el sector agrario está conformado principalmente por la agricultura, la cual ciertamente se ve favorecida por las condiciones climáticas del país, debido a que cuenta con una manifiesta y variada biodiversidad. Así también existen 24 climas y 84 zonas de vida sobre un total de 104 que existen en el mundo, es decir, que en el territorio peruano se pueden identificar la mayor parte de climas que puedan existir. Estas características son importantes porque dan lugar a una diversidad biológica que interactúan y son una fuente natural de ventajas competitivas.

Dada esta ventaja, muchas empresas en el Perú se dedican a la siembra y cosecha de diversos productos agrícolas, además emprenden las exportaciones a otros países con el fin de sobresalir y ser reconocidas en el mercado internacional. (García, 2018). En tal sentido el



Perú es uno de los principales exportadores de pimienta piquillo en conservas sobre todo desde Abril 2018 alcanza los U\$ 12.6 millones a un precio promedio de U\$ 2.10 kilo siendo su fuente de destino principalmente España donde se vende U\$ 26.9 millones (86% del total) y USA U\$ 2.4 millones (8% del total). En este año lidera las exportaciones Danper con U\$ 11.3 millones (37% del total) superando a la Sociedad Agrícola Virú con U\$ 8.8 millones (29% del total). (Anexo 01)

Las exportaciones peruanas de pimienta piquillo en conserva cerraron el 2017 con un moderado crecimiento. Así, en los 12 meses del año pasado se despacharon un total de 26.021.254 kilos de este producto por un valor FOB de US\$ 53.455.386. Estos valores revelan un incremento frente a los 24.2 millones de kilos enviados al exterior el 2018 por US\$ 50 millones. De acuerdo con el portal Agrodata Perú, España fue el principal mercado para este producto peruano en este año, al lograrse en dicha plaza colocaciones por US\$ 26.866.572 Le siguieron Estados Unidos (US\$ 2.367.667), Francia (US\$ 528.497), y otros con montos menores que juntos alcanzaron US\$ 1.382.209 (Anexo 02). Sin embargo, en este año el impulso parece haber disminuido, ya que el promedio mensual de despachos es 1.6 millones de kilos en comparación al año pasado que alcanzaba los 2.2 millones de kilos. (Anexo 03)

Dado esto la productividad y la eficiencia de los procesos se han convertido en factores claves para que una empresa se conserve activa en el mercado. Toda empresa agroindustrial a través de los controles en el área de Producción obtiene un porcentaje promedio de Productividad del 52% respecto a los kilogramos de pimienta aptos para la exportación y propia de su política de empresa de mejora continua está en busca de nuevas herramientas que le permitan incrementar su productividad. La aplicación de este proyecto puede

colaborar con la reducción de costos innecesarios, optimización de procesos, estadísticas de datos más confiables para la toma de decisiones; también contribuirían a elevar la satisfacción de los clientes internos, lo cual conlleva aumentar su nivel de rendimiento siendo esto muy provechoso para esta Empresa.

Además por el estudio previo a esta investigación se verifico numerosos antecedentes de la implementación de herramientas Lean Manufacturing que han logrado incrementar la productividad en diferentes empresas:

En la investigación realizada por Cardona (2013) denominada: “Modelo para la Implementación de Técnicas Lean Manufacturing en empresas editoriales” realizada en la Universidad Nacional de Colombia, en el cual se diseñó un modelo de gestión en el enfoque de Lean Manufacturing para la empresa de la industria gráfica Editorial Blanecolor S.A.S. teniendo como resultados: la disminución de un 30% en el talk time con la aplicación de las técnicas lean como SMED, TPM, Balance de Línea.

Además podemos a Burbano (2012) quien realizo la investigación denominada: “Rediseño de un Sistema Productivo utilizando Herramientas de Lean Manufacturing para un caso de estudio Sector de Mezclas de ingredientes para Panadería Industrias XYZ”, que fue realizada en la Universidad ICESI, donde se utilizó el método de lean Manufacturing para obtener mejoras específicas tales como la reducción de inventario al eliminar su bodega interna de MM.PP. y reducir el producto en proceso y producto

terminado, pasando de 17 días a 6.4 días de inventario, mayor involucramiento del personal en el mejoramiento y en la reducción al máximo en los desperdicios de las operaciones, etc.

La manufactura esbelta, también conocida como Lean Manufacturing, ha adquirido un papel muy importante en la sociedad empresarial actual peruana, ya que muestra un camino que

tienen que seguir las organizaciones para poder competir en precio, calidad y tiempo de entrega, a través de la eliminación o reducción de los diferentes tipos de desperdicios (sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos, recursos humanos mal utilizados) que afectan a las empresas dentro de sus procesos productivos y así poder obtener mejoras en la calidad del producto, el tiempo de producción y reducción de los costes.( Castro, 2018).

En el Perú se puede mencionar la investigación realizada por Palomino (2013) denominada: “Aplicación de Herramientas de Lean Manufacturing en las líneas de envasado de una Planta Envasadora de Lubricantes”, que fue realizada en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas con el cual se logró mejorar la eficiencia de las líneas de envasado de una planta de fabricación de lubricantes. Para disminuir el impacto de las paradas existentes en el proceso se utilizaron las herramientas SMED, 5S y JIT. Cada una de estas herramientas logra una reducción del 73%, 27% y 80% en cada uno de los tiempos a los cuales se es direccionada. Esto se refleja en una mejora del 20% en el indicador OEE y un ahorro de horas hombres, una mayor capacidad productiva, mejor tiempo de respuesta y cumplimiento de entregas, mayores ventas, y mejor rentabilidad.

No podemos dejar de mencionar la investigación realizada por Mardini (2013) denominado: “Propuesta para incrementar la capacidad en una Fábrica Textil utilizando Balance de Línea y Manufactura Esbelta”, investigación realizada en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, con esta propuesta se logró aumentar la capacidad del primer cuello de botella (secado) en 11% y se aumentó la capacidad del segundo cuello de botella (volteado) en 20%, logrando así aumentar la capacidad de producción en un 18.5%. El aumento de capacidad

va a significar un aumento en costos de 41,209.91 nuevos soles, pero significará un aumento en las utilidades de 2'232,120.00 nuevos soles al año.

Por último mencionamos la investigación realizada por Becerra (2013) denominada "Propuesta de Desarrollo de Lean Manufacturing en la reducción de reprocesos en el área de pintado de la empresa Factoría Bruce S.A", investigación realizada por la Universidad Privada del Norte, cuya aplicación del Lean Manufacturing logró reducir en un 20% los reprocesos en el área de pintado, obteniendo un TIR de 44.8% que significa que el desarrollo de Lean en la empresa tiene una tasa más rentable que la del costo de capital.

### **Marco Conceptual de Lean Manufacturing**

El origen del término Manufactura Esbelta surge por primera vez en el libro "La Máquina que Cambio el Mundo" (The Machine that changed the World) donde se documentan muchas herramientas que emplean hoy en día las empresas. (Womack, Jones, & Ross 1990)

El concepto de manufactura esbelta tiene su origen a partir de 1990, sin embargo no es una metodología especialmente nueva ya que deriva de "Toyota Production System", pero Toyota no descubrió el hilo negro; simplemente supo coordinar, unir y trabajar ciertas metodologías y técnicas de una forma disciplinada, con el fin de disminuir los desperdicios dentro de su proceso productivo. Además, basándose en el trabajo duro y el esfuerzo de la mejora continua día con día, logro crear el sistema de producción Toyota, que es lo que hace grande a esta empresa. "Toyota Production Sytem" ha sido influenciado y ha sido el sistema que cambió el mundo en base a los postulados de Eli Whitney, Henry Ford, Frederick W. Taylor y otros estudiosos. A partir de 1910 Henry Ford y su mano derecha Charles E. Sorensen, crean la primera estrategia global de fabricación. Tomaron todos los elementos de un sistema de fabricación: las personas, las máquinas, las herramientas y los productos;

dispusieron de ellos en un sistema continuo, para la fabricación del modelo T de automóviles. Finalizada la segunda guerra mundial (1945) los industriales japoneses estudiaron los métodos de producción de los Estados Unidos de América, con especial atención a las prácticas productivas de Ford y el Control Estadístico de Procesos desarrollado por el Dr. W. A. Shewart y su equipo en Bell Telephone Laboratories; además, escucharon y pusieron en práctica las enseñanzas de W. Edwards Deming, Joseph Moses Juran, Kaoru Ishikawa y Philip B Crosby entre otros. En Toyota Motor Company, Taichii Ohno y Shigeo Shingo, ambos ingenieros de la empresa, comenzaron a incorporar las técnicas de producción Ford con otro enfoque, designándolo como "Toyota Production System". El desarrollo de estos nuevos conceptos de producción ocurrieron entre 1949 y 1975, donde, se reconoció la importancia central de los inventarios, la motivación de los empleados, la variedad de productos, la configuración de las máquinas y el cambio herramientas en pocos minutos. Los sistemas desarrollados y adoptados por cada empresa se basan en el "Toyota Producción System" y se conocen como Manufactura de Clase Mundial. (Ramos, 2012)

Según Paredes (2009) la terminología Lean, quiere decir delgado, esbelto, y sin grasa. Dicho termino se relaciona con el Toyota Producción System porque éste último buscaba gestionar su sistema productivo más eficiente, a través de eliminar todo aquello que consideraba desperdicio para que el flujo del sistema sea continuo y con los elementos esenciales; es decir libre de desperdicios.

## **PRINCIPIOS DE LEAN MANUFACTURING**

El principal objetivo de la Manufactura Esbelta es crear flujo de valor, ello implica implantar un sistema que opere bajo los pedidos de clientes y a su nivel de demanda, de forma ágil,

flexible y económica, eliminando aquellas operaciones que no generen valor. Este pensamiento, según los autores Womack & Jones (1996), se sustenta en cinco principios fundamentales:

- Especificar el valor

El éxito de cualquier compañía está condicionado a la aceptación del cliente por el producto o servicio brindado para satisfacer una necesidad; es decir, la adquisición de una solución. Ello radica en la propuesta de valor para el cliente objetivo, que puede ser percibido en base a la calidad constante, la entrega puntual, valor agregado, entre otros.

- Identificar el flujo de valor

Este principio radica en identificar todos los procesos productivos, para definir aquellas actividades que generan valor y las cuales ocasionan desperdicios (los cuales pueden ser inevitables y otros eliminados inmediatamente); dicho análisis involucra tanto el flujo de material como el de información.

- Crear el flujo

Una vez identificado los principales procesos así como los principales desperdicios, se debe ajustar a los procesos de creación de valor, para que el valor fluya rápidamente a través de todo el sistema; es decir, desde el proveedor-materia prima hasta el consumidor.

- Atracción

Luego de establecer el flujo de valor, la empresa debe ser capaz de producir por órdenes de los clientes; es decir, no basar la producción en pronósticos sino en lo que el cliente realmente necesita. Esto permite tener menos stock y por ende menor costo de almacenamiento.

- Perfección

Al finalizar los cuatro pasos la compañía debe buscar constantemente la perfección e involucrar a todos los actores para que se mantenga la eficiencia. Asimismo, la organización debe ser transparente y realizar feedback instantáneos para mejorar los procesos.

## **PRINCIPALES PÉRDIDAS DE UNA ORGANIZACIÓN**

Según los autores (Liker & Meier, 2006), las técnicas de la Manufactura Esbelta contienen los siete desperdicios: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos.

Desperdicio por Sobreproducción

Desperdicio por Tiempo de espera

Desperdicio por Transporte

Desperdicio por Sobre – procesamiento o Procesos inapropiados

Desperdicio por inventarios innecesarios

Desperdicio por movimientos innecesarios

Desperdicio por defectos

Actualmente se considera un octavo desperdicio: Talento Humano. El cual se “refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios” (Ortega, 2018). Es así que, al no capacitar al personal en los siete desperdicios anteriores, genera que se pierdan las ideas, sugerencias y oportunidades de mejora.

## **HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING**

Mapa de Flujo de Valor (VALUE STREAM MAPPING)

El Mapa de Flujo de Valor (en inglés, Value Stream Mapping o VSM) tiene como objetivo desarrollar un mapa (una representación visual) del flujo de valor de una familia de productos dentro de una empresa, en la que se señalen tanto las actividades que agregan valor como las que no agregan valor, necesarias para producir un producto, desde los proveedores de insumo hasta la entrega del producto al cliente y con ello las empresas manufactureras puedan replantear y rediseñar sus sistemas productivos con el objeto de alcanzar la competitividad necesaria para afrontar los retos de los mercados actuales según la European Commission (2004). Es necesario, por tanto, como sugiere Marchwinski (2004), disponer herramientas que apoyen al proceso de rediseño de sus sistemas productivos. La aplicación de VSM se fundamenta en las siguientes etapas:

Elección de la familia de productos

Mapeo del estado actual referente al flujo de materiales y de su información asociada

Mapeo de la situación futura sobre la base de pautas aportadas por la manufactura esbelta

Definición e implementación de un plan de trabajo

Para desarrollar la metodología de implementación del VSM es necesario conocer exactamente la situación actual de la empresa en términos de procesos, procedimientos, normas y políticas. El VSM es la herramienta idónea para el análisis

de la situación presente con la cual, además tendremos una visión completa de la empresa y de sus procesos para, así poder implementar en forma más fácil las acciones

de mejora, las cuales incluso aplicadas en las actividades aisladas ayudarán a optimizar el proceso completo y no simplemente las partes del proceso.

**5S's**



En la práctica, la aplicación de este sistema se convirtió en el primer paso hacia la adopción de la filosofía de la calidad total en las empresas japonesas. Es por ello que hablar de procesos con cero defectos, cero demoras y cero desperdicios, se debe inicialmente a que las empresas desarrollaron el soporte de una operación estructurada bajo el sistema de las 5'S. El nombre de las 5'S tiene su origen en cinco palabras japonesas que empiezan con la letra "S", i) Seiri: Seleccionar; ii) Seiton: Organizar; iii) Seiso: Limpiar; iv) Seiketsu: Estandarizar, y v) Shitsuke

A continuación se explicará cada uno de los términos de cada S:

**Seiri (Seleccionar)** significa remover de nuestra área de trabajo todo lo que no necesitamos para realizar nuestras operaciones productivas.

**Seiton (Organizar)** es ordenar los artículos, equipos o documentos que necesitamos para facilitar su uso e identificarlos, en forma adecuada, para localizarlos y, posteriormente, regresarlos a su lugar. Es necesario asignar un lugar específico para cada cosa u objeto, de manera que se facilite su identificación, localización y disposición.

Los beneficios que se obtendrían después de aplicar esta etapa son: Uso más eficiente de recursos, al localizar rápidamente lo que se necesita, menos accidentes por contar con ayudas visuales y menos equivocaciones en el uso de partes o componentes, o en la utilización de las últimas versiones de los documentos.

**Seiso (Limpiar)** quiere decir mantener en buenas condiciones nuestro equipo de trabajo y puesto de trabajo y con ello conservar limpio nuestro medio ambiente.

**Seiketsu (Estandarizar)** es crear lineamientos para mantener el área de trabajo organizada, ordenada y limpia a través de la realización de procedimientos y estándares visuales con el objetivo de mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "S".

**Shitsuke (Seguimiento)** es crear las condiciones que fomenten el compromiso de los integrantes de la organización para formar un hábito en el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para el orden y la limpieza en el lugar de trabajo para ello en se requiere que todos los integrantes de la organización participen activamente.

### **SMED (Single Minute Exchange of Die)**

SMED fue desarrollado por Shigeo Shingo en los años 1950 en respuesta a las necesidades emergentes de producción en lotes de tamaños necesarios para cumplir con la demanda de los clientes con la flexibilidad requerida. En general, SMED apunta a estandarización y simplificación de las operaciones y es uno de los métodos de lean Manufacturing para la reducción de los tipos de desperdicios que se generan en un proceso de cambio de molde para la fabricación de otro producto, por ejemplo. Proporciona una manera rápida y eficiente de cambiar el proceso de fabricación del producto actual para ejecutar el siguiente producto. Este cambio rápido es clave para reducir tamaño de los lotes de producción y mejorar el flujo de producción. Según Shingo (1985) dividió las operaciones de preparación de cambio de máquina en dos partes:

Preparación interna:

La operación de instalación que puede ser hecho sólo cuando la máquina se encuentra parada y preparación externa: La operación de instalación se puede hacer cuando la máquina se encuentra en ejecución. Estas operaciones pueden realizarse antes o después de que la máquina se encuentra parada; por ejemplo, conseguir el equipo listo para la operación de instalación se puede hacer antes de que la máquina sea apagada para el cambio de molde para la producción del siguiente producto.

Preparación externa:

Son aquellas operaciones que se pueden realizar cuando la máquina está en funcionamiento, es decir, tiempo de inactividad cero.

## **MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

El objetivo de esta metodología es maximizar la eficiencia global de los equipos e implica el mantenimiento autónomo de los mismos, realizado por los operarios de cada puesto de trabajo. Asimismo, involucra mejoras en el mantenimiento preventivo y predictivo, que permite una medición continua del desempeño del sistema mediante el indicador OEE (“Overall Equipment Efficiency”), el cual incluye la eficiencia, disponibilidad de equipos y calidad; asimismo, permite el incremento de la productividad y reducción de desperdicios.

Las fases de desarrollo del TPM

La implementación de la metodología TPM, contiene cinco fases fundamentales:

I. Fase de preparación: esta fase es análoga a la fase de diseño del producto; es decir, “cuando los detalles de un producto se preparan y cartografian” (Nakajima, 1991). Los pasos a seguir son:

La alta dirección comunica a los empleados la implementación del TPM.

Se ejecuta programas de educación y campañas para la introducción del TPM.

Creación de organizaciones cuyo objetivo sea promover el TPM.

Definir políticas básicas sobre el TPM que se encuentren estrechamente ligadas con las metas.

Formular un plan maestro para el desarrollo del TPM.

II. Implementación preliminar: Realizar un programa piloto.

Organizar un acto de iniciación del TPM

III. Fase de ejecución: ocurre cuando los materiales se procesan, se realizan las piezas, y después dichas partes son inspeccionadas. Los pasos a seguir son:

Mejorar la efectividad de cada pieza del equipo.

Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo.

Desarrollar un programa mantenimiento para el departamento de mantenimiento.

Dirigir entrenamiento para mejorar la operación y capacidad de mantenimiento.

Desarrollar un programa de gestión de equipos en las fases iniciales.

IV. Fase de estabilización: ocurre con la inspección final del proceso de fabricación. Los pasos a seguir son:

Implantación perfecta del TPM.

Proceso de Implementación

Para la implementación de un sistema TPM se debe seguir un total de 3 fases, las cuales comprenden una serie de etapas que se muestra en la tabla 2.

Pilares del TPM

Los pilares del TPM que se muestra en la figura 2 tienen como objetivo mejorar los resultados corporativos y crear lugares de trabajo grato y productivo a través de la búsqueda de los cero defectos, cero averías y cero accidentes, para ello tienen ocho pilares para la construcción de un sistema de mantenimiento productivo total.

## **MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

Su objetivo principal es la educación y/o formación del recurso humano, que les permite a los empleados empoderarse de su puesto de trabajo y actuar responsablemente en el mismo, de tal manera que se ejecuten no sólo las actividades designadas en el puesto, sino que se hagan reparaciones en el mismo, como inspección, limpieza y lubricación de equipos y máquinas (Navarro, 1997). Por otro lado, como se menciona en Garcia (2012) el mantenimiento autónomo, permite la eliminación de seis grandes pérdidas, detalladas a continuación:

**Pérdidas de las puestas en marcha:** Un equipo posee una marcha rápida y efectiva, mientras el operador posea la destreza suficiente.

**Pérdida de velocidad del proceso:** el cual depende mucho del operario en su puesto de trabajo.

**Averías y fallas:** presentes en los equipos y máquinas; el objetivo es eliminarlos y evitarlos en lo posible mediante un mantenimiento predictivo.

**Tiempos de preparación:** Se enfoca en la agilidad y flexibilidad, que se obtiene del mayor conocimiento del proceso.

**Defectos de calidad:** obtenidas de la mala manipulación de los equipos.

**Pequeñas paradas:** las cuales dependen en su mayoría del operador, ya que si éste desconoce el equipo no podrá adelantarse a posibles condiciones que terminaran en fallas.

## **EFFECTIVIDAD GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)**

La efectividad global de los equipos (OEE), indicador global de una planta que indica la fracción del tiempo disponible tomando en cuenta la disponibilidad, eficiencia y calidad (Suzuki, 1996). El cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$OEE = Disponibilidad \times Eficiencia \times Tasa \ de \ calidad = TPN$$

Calculo del OEE

El OEE se calcula en base a tres factores que determinan la productividad de las máquinas (PROALNET, 2014):

Disponibilidad: medida como el cociente entre el Tiempo Productivo y el Tiempo Disponible, para un periodo de producción determinado.

Rendimiento: medido como el cociente entre la Producción Real y la Capacidad Productiva, para un periodo de producción determinado.

Calidad: medido como el cociente entre la Producción Buena y la Producción Real.

Por tal razón, es que este proyecto está enfocado en la aplicación de las diversas técnicas que comprende el modelo de gestión Lean Manufacturing orientado a incrementar la producción de pimiento piquillo.

### **Secuencia Lógica:**

**Fase 1:** - Diagnosticar las operaciones del área de producción de pimiento piquillo en la empresa agroindustrial Planta Conserva en el año 2018

**Fase 2:** - Aplicar herramientas de Lean Manufacturing en el 2018 en las operaciones del área de Producción de Pimiento Piquillo en la empresa Planta Conserva

**Fase 3:** - Comparar las operaciones del área de producción de Pimiento piquillo en la empresa agroindustrial. Planta Conserva del año 2018 con el año 2017 demostrando el incremento de la productividad.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál será el efecto de la implementación de Lean Manufacturing en la productividad del pimiento "piquillo" en el Área de Producción de una empresa agroindustrial - Trujillo 2018?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Incrementar la productividad mediante la aplicación de lean manufacturing en el proceso pimiento piquillo, de una empresa agroindustrial -2018.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

Evaluar el proceso de pimiento piquillo en una empresa agroindustrial para identificar las oportunidades en la línea de producción que permitan aplicar las técnicas de mejoramiento basadas en Lean para obtener una mejora considerable en el proceso.

Realizar un diagnóstico a la empresa.

Proponer la metodología de la aplicación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad del sistema de producción de pimiento piquillo en la Empresa Agroindustrial en estudio.

Elaborar el cuadro y los indicadores de control para mejorar la productividad del sistema de producción de pimiento piquillo en la Empresa en estudio.

Establecer el factor de relación entre la metodología propuesta y la productividad.

Lograr los resultados no contemplados de manera inicial en este proyecto y que surgirán durante el desarrollo del trabajo de investigación.

#### **1.4. Hipótesis**

La implementación de las herramientas lean Manufacturing mejorará la productividad de la producción de pimiento piquillo en una empresa agroindustrial.



## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

Se aplica un Diseño Pre-experimental por cual existe un control mínimo de la variable independiente, se trabaja con un solo grupo (G) al cual se le aplica un estímulo (Aplicación de Lean Manufacturing) para determinar su efecto en la variable dependiente (productividad), aplicándose un preprueba y post prueba luego de aplicado el estímulo.

### 2.2. Materiales:

#### IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES:

##### VARIABLE INDEPENDIENTE:

Para la presente tesis la variable independiente es: “Aplicación de Lean Manufacturing”.

##### VARIABLE DEPENDIENTE:

Para la presente tesis la variable dependiente es: “Productividad de la producción de pimiento piquillo”.

## OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES:

**TABLA 01: TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING	Mapeo de flujo de valor: es una herramienta que se basa en ver y entender un proceso e identificar sus desperdicios.	El tiempo de ciclo total: Es la cantidad de tiempo que se requiere para completar el proceso considerando entre estas el transportar, esperar, Almacenar, inspeccionar, entre otros.	Tiempo de ciclo= $\sum_{i=1}^n TC_i \times \%D_i$	Razón
		Días de inventarios en fábrica: Es una manera de medir la eficiencia en el empleo de los inventarios, sólo que ahora no se representa en número de inventarios si no como la Cantidad de días que durará en el almacén o como producto terminado.	Número de días de disponibilidad de producto terminado como inventario	

	Takt time: velocidad con la cual el cliente nos solicita una cierta cantidad de producto	Takt time= Tiempo disponible/ demanda
Método de las 5S: nos permite organizar, limpiar, desarrollar y mantener las condiciones para un ambiente productivo dentro de la organización	<p>Seiri: Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil.</p> <p>Seiton: Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz</p> <p>Seiso: Mejorar el nivel de limpieza de los lugares</p> <p>Seiketsu: Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden (Señalizar y repetir) Establecer normas y procedimientos.</p> <p>Shitsuke: Fomentar los esfuerzos en este sentido.</p>	$\% \text{Cumplimiento} = \frac{\text{Actividades ejecutado}}{\text{Actividades programadas}}$
Mantenimiento productivo total (TPM): Filosofía de mantenimiento cuyo objetivo	OEE: muestra las pérdidas reales de los equipos medidas en tiempo	$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Índice de Rendimiento} * \text{Tasa de Calidad}$

<p>es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos.</p>	<p>Disponibilidad: Mide las pérdidas de disponibilidad de los equipos debido a paradas no programadas</p>	<p>Disponibilidad= <math>((TO-PP)-PNP)/((TO-PP))*100</math></p>	
	<p>Índice de Rendimiento: Mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo, no funcionamiento a la velocidad y rendimiento original determinada por el fabricante del equipo o diseño</p>	<p>I Rendimiento= <math>(Tiempo\ ideal\ de\ ciclo * Cantidad\ procesada) / (Tiempo\ de\ funcionamiento\ real) * 100</math></p>	
	<p>Índice de calidad: Estas pérdidas por calidad representan el tiempo utilizado para elaborar productos que son defectuosos o tienen problemas de calidad.</p>	<p>Tasa de Calidad= <math>(Piezas\ producidas - Rechazos) / (Piezas\ producidas)</math></p>	

	SMED: Es una metodología que nos permite trabajar en tiempos de fabricación más cortos, lo cual redundará en una mejora sustancial de tiempos de entrega y de niveles de producto en tránsito	Índice de Tiempo Improductivo. Son aquellos tiempos muertos que se ocasionan por la inactividad de los operarios.	$\text{Tiempo Improductivo} = \frac{\{\text{tiempo muerto(horas)}\}}{\text{tiempo total laborado(horas)}} * 100$	
PRODUCTIVIDAD	La productividad es un indicador que mide la relación entre los resultados logrados y los recursos utilizados	Productividad mensual y anual	Kilos drenados mensual / kilogramos ingresados mensual	

Fuente: Namuche y Zare 2018. Universidad Nacional de Trujillo

## **2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **2.3.1 POBLACIÓN (N):**

En la presente investigación, nuestra población será una empresa Agroindustrial

#### **MUESTRA (n):**

En la presente investigación, nuestra muestra será el área de producción de pimiento de la planta en mención.

#### **MUESTREO:**

El muestreo es por conveniencia un método de muestreo no probabilístico. Consiste en seleccionar a los individuos que convienen al investigador para la muestra.

$$PC = n$$

PC: Población Censal n: Muestra

#### **UNIDAD DE ANALISIS:**

Para la presente tesis, la unidad de análisis es cada uno de los datos obtenidos durante el periodo 2017 – 2018 en el área de Producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

## 2.4 . TÉCNICAS E INSTRUMENTACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

Tabla N° 02: Tabla de métodos de análisis de datos:

OBJETIVO	TECNICA DE ANÁLISIS	HERRAMIENTA	RESULTADO
Diagnosticar las operaciones del área de producción de pimienta piquillo en una empresa agroindustrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de Ishikawa.</li> <li>• Diagrama de Pareto.</li> <li>• Diagrama de flujo.</li> <li>• VSM</li> <li>• Productividad</li> <li>• Encuesta</li> <li>• Entrevista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestionarios</li> <li>• Guía de entrevista</li> <li>• Excel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los problemas del proceso de la planta.</li> </ul>
-Aplicar herramientas de Lean Manufacturing en el año 2018 en las operaciones del área de producción de pimienta piquillo en una empresa agroindustrial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lean manufacturing.</li> <li>• Formatos de control de producción y control de horarios.</li> <li>• Bance de línea.</li> <li>• Indicadores de productividad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultura Lean.</li> <li>• 5S</li> <li>• Reducción de mermas.</li> <li>• TPM</li> <li>• SMED</li> <li>• Excel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados de instrumentos.</li> <li>• Datos de estadísticos de la producción.</li> </ul>
Comparar las operaciones del área de producción de pimienta piquillo en una empresa agroindustrial. del año 2017 con el año 2018 demostrando el incremento de la productividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato de comparación de productividad entre periodos.</li> <li>• Crecimiento de productividad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productividad 2018- 2017/2017 *100</li> <li>• Excel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de Productividad</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

VARIABLE	TECNICAS DE RECOLECCIÓN	INSTRUMENTO	FUENTE
HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING	Investigación Bibliográfica. Entrevista	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ficha Bibliográfica, Diagrama de Ishikawa (ANEXO N°7)</li> </ul>	(Víctor Manuel Nava Carbellido, 2005)
PRODUCTIVIDAD	Medición de productividad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formato de Paradas de máquinas (ANEXO N°8)</li> <li>Formato de Productividad de máquina.</li> <li>Formato de Stock de Producto terminado</li> </ul>	Planta Conserva de una empresa agroindustrial.

**Tabla N° 03:** Tabla de Técnica de recolección de datos.

Fuente: Elaboración Propia

## DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Una empresa agroindustrial esta dedicada al cultivo y procesamiento de hortalizas y frutas para exportación en las modalidades de fresco, conserva y congelado; los productos en conserva que ofrece al mercado mundial son espárragos blanco y verde, alcachofas, pimiento de piquillo, jalapeño, vainita y frutas, además de productos especiales, tales como la ensalada de espárragos y tapenade; asimismo se exporta espárrago fresco a los más exigentes mercados de Europa y Norteamérica.



## PRINCIPIOS EMPRESARIALES

- **Misión**

Ser un proveedor confiable, de calidad consistente, líder a nivel mundial en el rubro de productos agroindustriales y servicios conexos, creador consistente de valor para nuestros empleados, proveedores, clientes y accionistas, y promotor de un continuo y sano desarrollo de nuestra sociedad.

- **Visión**

Ser una empresa innovadora, líder a nivel mundial en la identificación y satisfacción de las necesidades de los más exigentes clientes, desarrollando y apalancando sus capacidades para aprovisionar, procesar y comercializar alimentos con los más altos estándares de calidad; anticipándose y adaptándose a las cambiantes condiciones competitivas del mercado.

Crear valor sostenido y gozar plenamente del respeto y preferencia de sus clientes, colaboradores, accionistas, proveedores y demás grupos de interés; en armonía con el medio ambiente y contribuyendo con el sano desarrollo de su comunidad.

- **Política del sistema integrado de gestión (SIG)**

La empresa tiene definido las siguientes políticas:

Orientar su gestión a la satisfacción de las necesidades y expectativas de sus clientes y consumidores finales, garantizando productos inocuos y servicios económicamente competitivos y de calidad consistente que nos permita mantener e incrementar nuestra rentabilidad y participación en el mercado internacional.

Promover la mejora de la calidad de vida laboral y personal de cada uno de los integrantes del equipo humano que conforma la empresa; manteniendo ambientes de trabajo seguros, con la protección y capacitación de sus colaboradores para prevenir accidentes y

enfermedades ocupacionales, actos de violencia, prácticas de contrabando y narcotráfico, considerando la capacitación como la mejor forma de prevención.

Cumplir estrictamente con las normas, leyes y regulaciones vigentes y con las que voluntariamente se adhieran y respeten los instrumentos internacionales en los ámbitos de la calidad del producto, medioambiente, responsabilidad social, comercio lícito, seguridad y salud ocupacional.

Minimizar y/o eliminar el impacto ambiental –negativo, significativo– generado por nuestras operaciones, incorporando tecnologías, equipamientos y procesos acorde con el medio ambiente, la seguridad personal y la legislación vigente.

Implementar y mejorar los métodos de uso racional de los recursos para maximizar su eficiencia, minimizando la generación de residuos.

Gestionar responsablemente el agua, promoviendo alcanzar los resultados de la gestión sostenible del agua, es decir, la buena gobernanza del agua, el balance hídrico, calidad del agua y el estado de las áreas importantes relativas al agua; involucrando a los interesados a través de sus esfuerzos de una manera abierta y transparente.

Promover la mejora continua del SIG mediante la Planificación, Implementación, Control y Toma de Acciones.

## ORGANIGRAMA

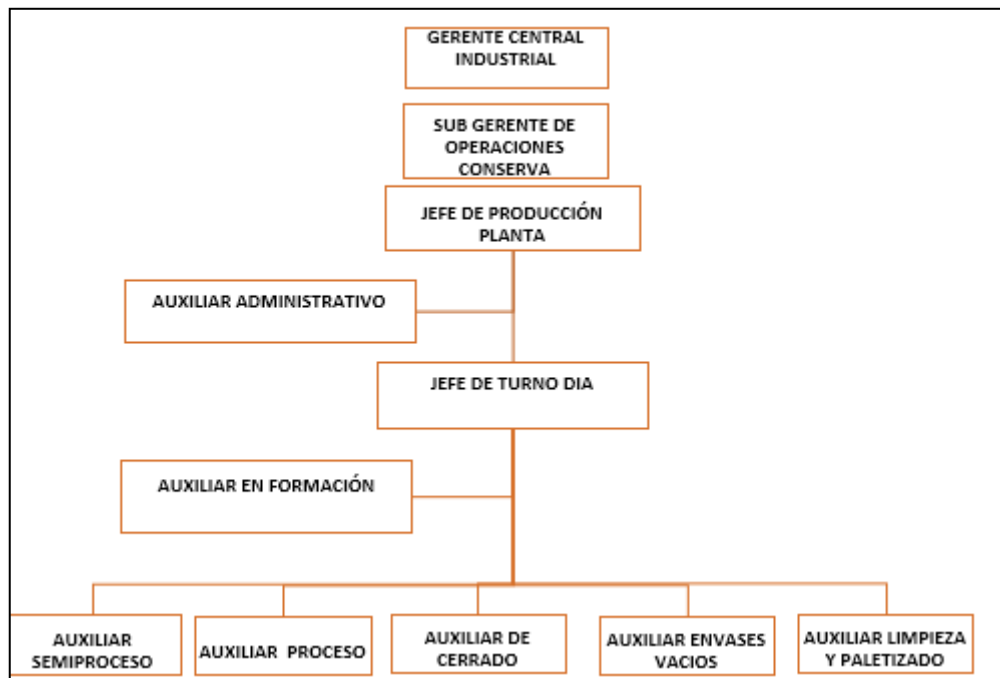


Figura N° 1: Organigrama de la Empresa Agroindustrial

## PROCESO PRODUCTIVO

El proceso que se realiza para la obtención del producto terminado: conserva de pimiento piquillo, es el siguiente:

### 1. RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

En esta etapa se debe monitorear que la materia prima e insumos sean cuidadosamente manipuladas y almacenadas en condiciones apropiadas a expensas de lluvia y al abrigo del sol a fin de evitar daños físicos, y consiguiente una descomposición acelerada.

### 2. PESADO DE MATERIA PRIMA

En el área de recepción se procede a pesar en una balanza de piso electrónico en donde transmite de forma exacta el peso por pallets.

### 3. SELECCIÓN DE MATERIA PRIMA

En esta etapa se selecciona los atributos de calidad como Materia Prima entera, irregular, descarte, asimismo se considera la tonalidad de los frutos según especificación técnica de materia prima del Pimiento Piquillo.

### 4. HORNEADO

Es una operación que consiste en quemar la piel o cutícula del pimiento, mediante un horno rotatorio, el cual en su interior está compuesto por ladrillo refractario y es calentado por un quemador a gas.

### 5. PELADO

Esta operación tiene por objetivo retirar totalmente la piel quemada o ceniza, mediante el tambor o biombo pelador, en donde el pimiento se desprende de su cutícula quemada por contacto a una malla de acero inoxidable del tambor y con una lluvia de agua a presión. Se debe tener cuidado en no usar excesivo volumen de agua, para que esta no arrastre el color, ni aromas característicos del pimiento asado.

### 6. DESRABADO

Esta operación consiste en retirar el pedúnculo y el corazón de semillas utilizando para esto un cuchillo pequeño donde el operario coge el pimiento en una mano y en la otra el cuchillo, para hacer el corte y separar el pedúnculo y el corazón de semillas de la parte entera comestible, teniendo cuidado con no dañar el pimiento.

El pimiento desrabado es lanzado a la faja superior, mientras que las semillas, el pipero y el pedúnculo, van dirigidas a la jaba de descarte.

### 7. DESPEPITADO

El despepitado permite eliminar los restos de semillas que pudiesen haber quedado en el interior del pimiento. Esta operación lo realiza el Tambor (despepitador) rotatorio mediante duchas a presión de agua y el movimiento de rotación de los pimientos en su interior. Se debe mantener un nivel adecuado (tipo cama) para asegurar que se retire adecuadamente las semillas y restos de ceniza.

## 8. REVISADO

Esta operación consiste en seleccionar los pimientos que serán envasados como producto entero; revisando y retirando la presencia de algún cuerpo extraño (hojas, colas, piedras, larvas, hongos y pimiento de calidad inferior a lo requerido en la operación siguiente). En esta operación también se repasa el retiro de las semillas adheridas al pimiento.

## 9. ENVASADO

En esta operación se colocan los pimientos en sus respectivos envases, de acuerdo a los tamaños, color y arreglo de envasado señalado en el programa de producción.

La cantidad de pimientos por envases está definida por el peso llenado y por las unidades por envase mencionado en el mismo programa de producción.

## 10. PESADO

En esta etapa se verifica que cada envase contenga la cantidad de peso llenado que corresponde de acuerdo a especificación de cliente.

## 11. PREPARACIÓN DE LÍQUIDO DE GOBIERNO

Esta etapa consiste en preparar una solución, que tiene por finalidad establecer el rango de pH requerido por el cliente; se efectúa en marmitas, en donde el operario llena la marmita con agua osmotizada hasta el nivel requerido, luego adiciona los insumos según la composición porcentual del Líquido de gobierno.

## 12. ADICIÓN DE LÍQUIDO DE GOBIERNO

La adición de líquido de gobierno se efectúa con la finalidad de acidificar la conserva y llevarlo al pH requerido en la ficha técnica para cada producto y cliente.

Culminada la preparación del líquido de gobierno, éste se debe dosificar a los envases manteniendo una temperatura mínima de 90°C.

### 13. CERRADO

La etapa de cerrado tiene como finalidad lograr la hermeticidad del envase ya que de eso depende la seguridad del producto.

El personal que coloca tapas, verifica que todos los envases con producto a cerrar, lleven líquido de gobierno, retirando de la cadena las que carezcan o falten a fin de efectuar la correcta adición.

### 14. ESTIBADO DE CESTOS

Esta etapa consiste en distribuir los frascos dentro de los carros para su posterior proceso térmico.

Realizar la limpieza adecuada de todos los coches y mallas para evitar acumulación de suciedad en las autoclaves; así mismo, se debe colocar 02 mallas mojadas de separación por cada nivel para evitar mermas por desbarnizado de tapas.

Para los formatos cuya especificación requiera aceite, luego de cerrado estos serán lavados en dos tinas, para eliminar residuos de grasa utilizando un producto químico adecuado.

### 15. PROCESO TÉRMICO

Esta Operación permite eliminar toda posibilidad de desarrollo de microorganismos patógenos, que ponen en riesgo la salud del consumidor final. Los parámetros de pasteurizado y enfriamiento están en la AN 800PP Parámetros Proceso Térmico-Pimiento Piquillo en Salmuera Ácida.

## 16. PALETIZADO 1

El producto intermedio una vez seco, codificado y limpio; es paletizado sobre parihuelas de madera, con separadores de cartón (niveles y/o bandejas), manteniendo una conformación de acuerdo al tipo de envase.

## 17. RAYOS X

En esta etapa el producto pasa por la máquina de rayos x previamente calibrada según el tipo de formato, para descartar cualquier posibilidad de que éstos presenten riesgos de contaminación física (vidrio, astillas, metales, piedras u otra partícula extraña).

## 18. PALETIZADO 2

Esta etapa consiste en apilar las cajas de producto terminado en paletas para su posterior enzunchado y/o protección con stretch film.

## 19. DESPACHO

Esta etapa consiste en carga de los contenedores y/o camiones para el traslado del producto a puerto y/o almacén tercero.

## 20. ESTIBA EN TERMINAL DE ALMACENAMIENTO

Esta etapa consiste en la entrega y recepción del producto final en el terminal del puerto para su posterior envío al destino final.

En la figura N° 2 se muestra las distintas etapas del proceso productivo descrito anteriormente.

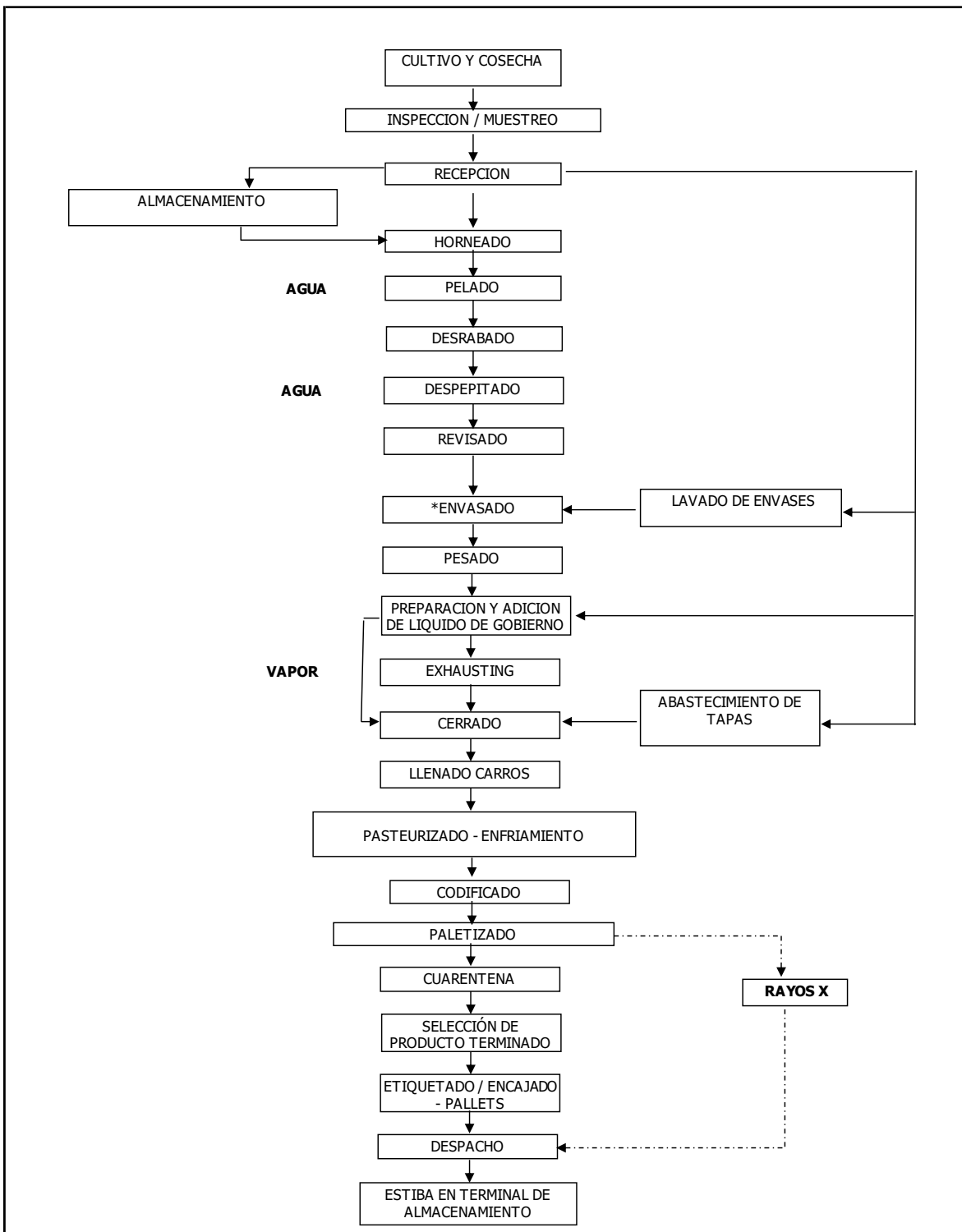


Figura N° 2: Proceso Productivo de Pimiento Piquillo



## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1 Diagnóstico de las operaciones del área de producción de pimiento piquillo en una empresa agroindustrial planta conserva en el año 2017 en comparación al año 2018 (aplicación de mejoras)

#### 3.1.1 Diagnóstico del tiempo del ciclo

**Tabla N° 4:** Tiempo promedio mensual y anual del proceso de abastecimiento de materiales de trabajo en el año 2017- 2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

MES	Tiempo promedio de Abastecimiento de materiales de trabajo (seg) 2017	Tiempo promedio de Abastecimiento de materiales de trabajo (seg) 2018
Enero	76	61
Febrero	78	63
Marzo	77	62
Abril	76	61
Mayo	79	64
Junio	79	64
Julio	72	57
Agosto	75	60
Septiembre	78	63
Octubre	76	61
Noviembre	77	62
Diciembre	81	
Total año	924	678

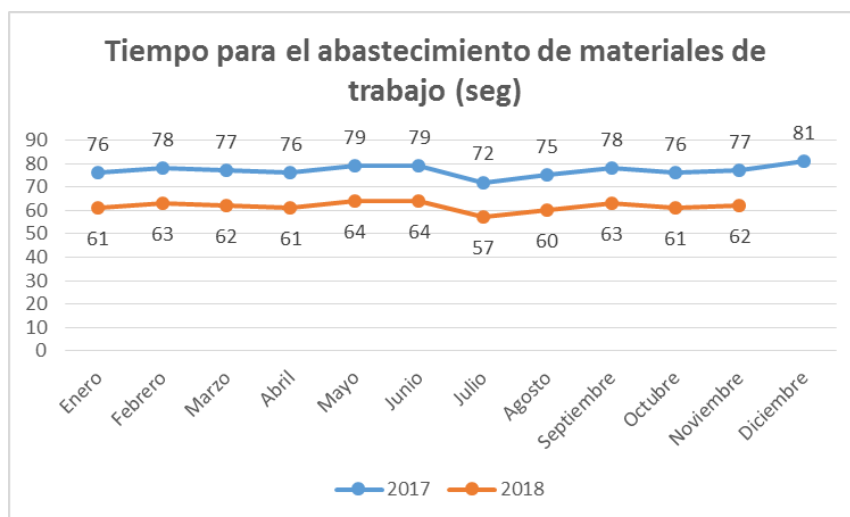
Promedio tiempo de abastecimiento de materiales de trabajo	77	62
--	----	----

**Fuente:** Data del departamento de producción de una empresa agroindustrial. 2017 - 2018

Se observa en la tabla N° 4 que el promedio de tiempo de ciclo del proceso de abastecimiento de materiales de trabajo fue de 77 segundos en el año 2017 con relación al estándar de 60 segundos en la producción de pimienta piquillo de la empresa agroindustrial, siendo 17 segundos que está sobre el estándar y el rango del proceso de abastecimiento de materiales fue de 72 a 81 segundos en el 2017.

Para el año 2018 el promedio de tiempo de ciclo del proceso de abastecimiento de materiales de trabajo fue de 62 segundos, en el año 2018 con relación al estándar de 60 segundos en la producción de esta empresa, siendo 2 segundos que está sobre el estándar y el rango del proceso de abastecimiento de materiales fue de 57 a 66 segundos.

La Figura N° 3 muestra lo expresado:



**Figura N° 3:** Tiempo promedio mensual y anual del proceso de abastecimiento de materiales de trabajo en el año 2017 - 2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 5:** Tiempo de ciclo promedio mensual y anual de proceso de desrabado en el año 2017 - 2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

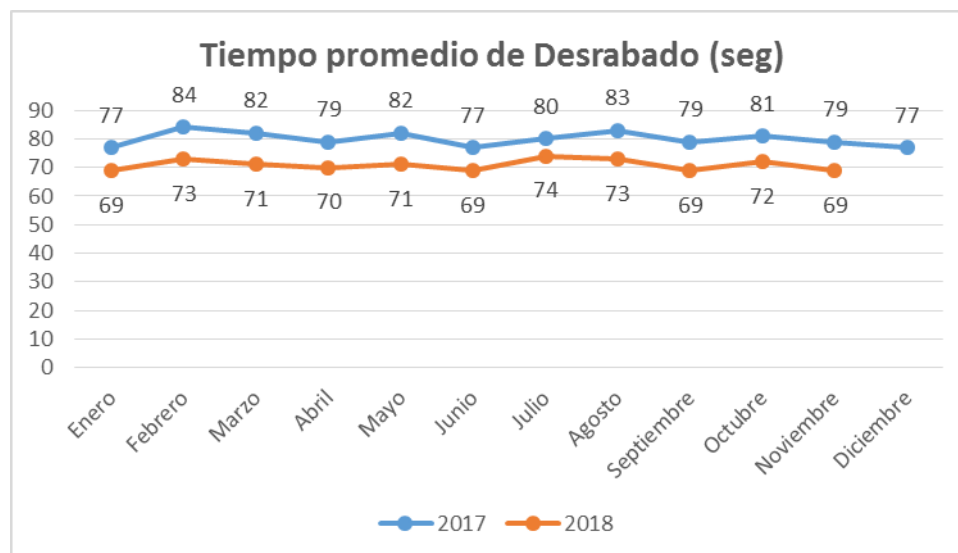
MES	Tiempo promedio de Desrabado (seg) 2017	Tiempo promedio de Desrabado (seg) 2018
Enero	77	69
Febrero	84	73
Marzo	82	71
Abril	79	70
Mayo	82	71
Junio	77	69
Julio	80	74
Agosto	83	73
Septiembre	79	69
Octubre	81	72
Noviembre	79	69
Diciembre	77	
Total año	960	780
Promedio tiempo Desrabado	80	71

**Fuente:** Data del departamento de producción de una empresa agroindustrial 2017 - 2018

Se observa en la tabla N° 5 que el promedio de tiempo de ciclo del proceso de desrabado fue de 80 segundos en el año 2017 mientras que el estándar es 71 segundos en la producción de pimienta piquillo de la empresa agroindustrial, siendo 9 segundos el exceso sobre el estándar y el rango del proceso de desrabado de 77 a 84 segundos.

Para el año 2018 se observa que el promedio de tiempo de ciclo del proceso de desrabado fue de 71 segundos, mientras que el estándar es 71 segundos en la producción de pimienta piquillo de la empresa agroindustrial, siendo 0 segundos el exceso sobre el estándar y el rango del proceso es de 69 a 73 segundos.

La Figura N° 4 muestra lo expresado:



**Figura N° 4:** Tiempo de ciclo promedio mensual y anual de proceso de desrabado en el año 2017 - 2018 en la producción de pimienta piquillo de una empresa agroindustrial..

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 6.** Tiempo de ciclo promedio mensual y anual de proceso de revisado en el año 2017-2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

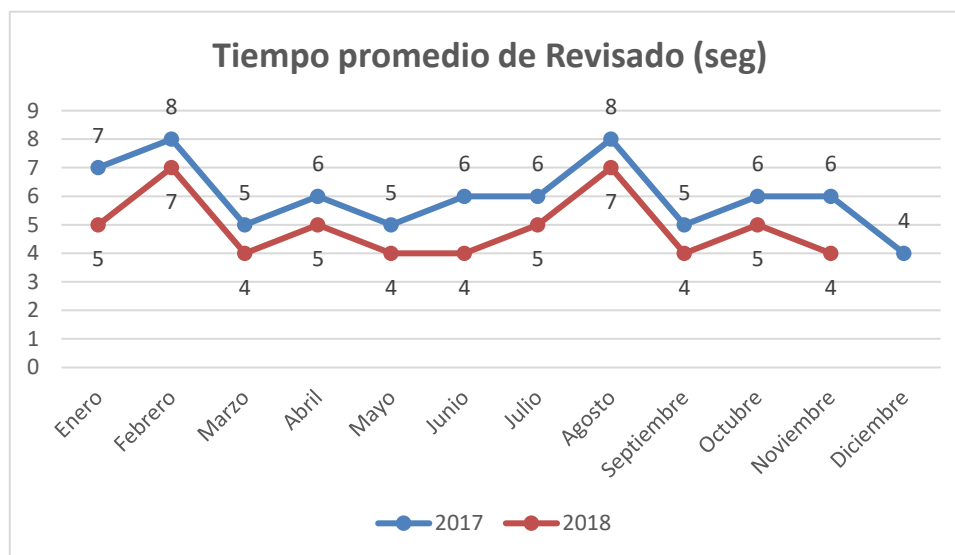
MES	Tiempo promedio de revisado (seg) 2017	Tiempo promedio de revisado (seg) 2018
Enero	7	5
Febrero	8	7
Marzo	5	4
Abril	6	5
Mayo	5	4
Junio	6	4
Julio	6	5
Agosto	8	7
Septiembre	5	4
Octubre	6	5
Noviembre	6	4
Diciembre	4	
Total año	72	54
Promedio tiempo revisado	6	5

**Fuente:** Data del departamento de producción de una empresa agroindustrial 2017 y 2018

Se observa en la tabla N° 6 que el promedio de tiempo de ciclo del proceso de revisado fue de 6 segundos en el año 2017 mientras que el estándar es 5 segundos en la producción de pimienta piquillo de la empresa agroindustrial, siendo la diferencia de 1 segundo con respecto al tiempo estándar y el rango del proceso de revisado fue de 4 a 8 segundos.

Se observa que en el año 2018 el promedio de tiempo de ciclo del proceso de revisado fue de 5 segundos, mientras que el estándar es 5 segundos en la producción pimienta piquillo de la empresa agroindustrial, siendo la diferencia de 0 segundo con respecto al tiempo estándar y el rango fue de 4 a 7 segundos.

La Figura N° 5 muestra lo expresado:



**Figura N° 5:** Tiempo de ciclo promedio mensual y anual de proceso de revisado en el año 2017-2018 en la producción de pimienta piquillo de una empresa agroindustrial.

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 7** Tiempo de ciclo promedio mensual y anual de proceso de abastecimiento de envases vacíos en el año 2017 – 2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

<b>MES</b>	<b>Tiempo promedio de abastecimiento de envases vacíos (seg) 2017</b>	<b>Tiempo promedio de abastecimiento de envases vacíos (seg) 2018</b>
Enero	17	16
Febrero	18	17
Marzo	18	17
Abril	18	17
Mayo	15	14
Junio	16	15
Julio	17	16
Agosto	17	16
Septiembre	16	15
Octubre	17	16
Noviembre	18	17
Diciembre	17	
Total año	204	176
Promedio tiempo abastecimiento	17	16

de envases vacíos		
----------------------	--	--

Fuente: Data del departamento de producción de una empresa agroindustrial 2017-2018

Se observa en la tabla N° 7 que el promedio de tiempo de ciclo del proceso de abastecimiento de envases vacíos fue de 17 segundos en el año 2017 mientras que el estándar es 15 segundos en la producción de pimiento piquillo de la empresa agroindustrial, siendo la diferencia de 2 segundos y el rango del proceso de abastecimiento de envases vacíos fue de 15 a 18 segundos.

En el año 2018 el promedio de tiempo de ciclo del proceso de pesado fue de 16 segundos, mientras que el estándar es 15 segundos en la producción de pimiento piquillo de la empresa agroindustrial, siendo la diferencia de 1 segundos y el rango del proceso de pesado fue de 14 a 17 segundos.

La Figura N° 6 muestra lo expresado:

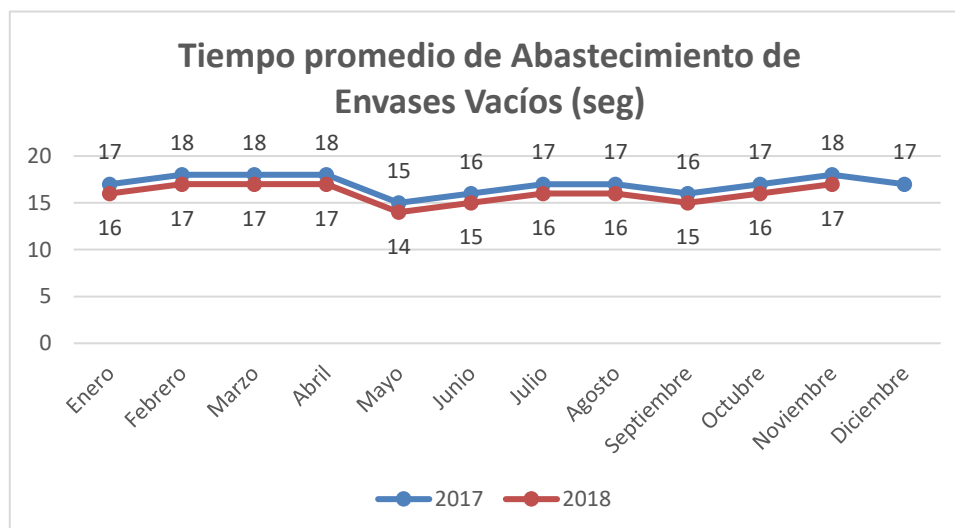




Figura N° 6 Tiempo de ciclo promedio mensual y anual de proceso de abastecimiento de envases vacíos en el año 2017-2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 8** Tiempo promedio mensual y anual de proceso de envasado en el año 2017 – 2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

MES	Tiempo promedio de envasado (seg) 2017	Tiempo promedio de envasado (seg) 2018
Enero	69	62
Febrero	67	60
Marzo	69	62
Abril	69	62
Mayo	69	62
Junio	69	62
Julio	68	61
Agosto	64	57
Septiembre	78	71
Octubre	74	67
Noviembre	64	57
Diciembre	68	

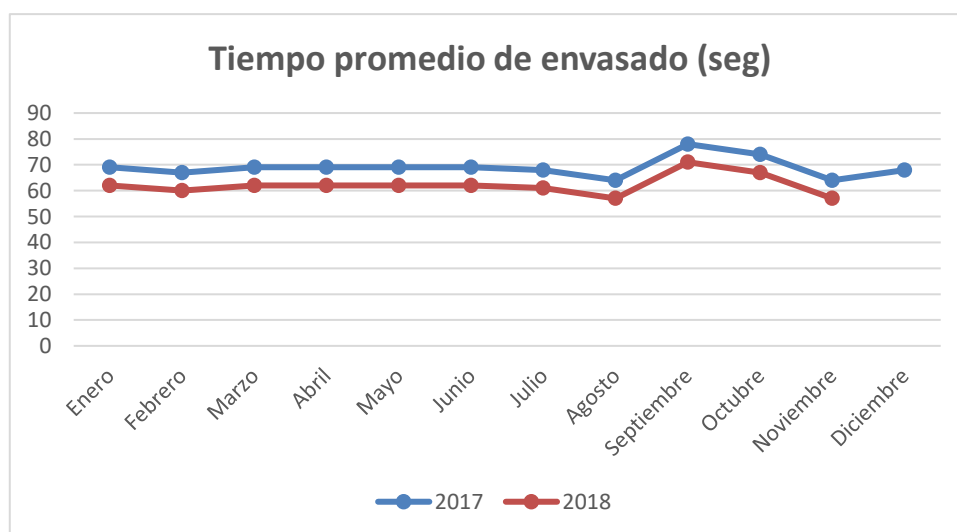
Total año	828	683
Promedio tiempo envasado	69	62

**Fuente:** Data del departamento de producción de una empresa agroindustrial año 2017-2018

Se observa en la tabla N° 8 que el promedio de tiempo de ciclo del proceso de envasado fue de 69 segundos en el año 2017 mientras que el tiempo estándar es 60 segundos en la producción de pimienta piquillo de la empresa agroindustrial, siendo la diferencia de 9 segundos y el rango del proceso de envasado de 64 a 78 segundos.

En el año 2018 se observa que el promedio de tiempo de ciclo del proceso de envasado fue de 62 segundos, mientras que el tiempo estándar es 60 segundos en la producción de pimienta piquillo de la empresa agroindustrial, siendo la diferencia de 2 segundos y el rango del proceso es de 57 a 67 segundos.

La figura N° 7 muestra lo expresado:



**Figura N° 7** Tiempo de promedio mensual y anual de proceso de envasado en el año 2017-2018 en la producción de pimienta piquillo de una empresa agroindustrial.

**Tabla N° 9** Tiempo de promedio mensual y anual de proceso de retornar materiales de trabajo en el año 2017-2018 en la producción de pimienta piquillo de una empresa agroindustrial.

MES	Tiempo promedio de retornar materiales de trabajo (seg) 2017	Tiempo promedio de retornar materiales de trabajo (seg) 2018
Enero	37	31
Febrero	38	32
Marzo	36	30
Abril	40	34
Mayo	41	35
Junio	39	33
Julio	38	32
Agosto	38	32
Septiembre	37	31
Octubre	40	34
Noviembre	42	36
Diciembre	42	
Total año 2017	468	360

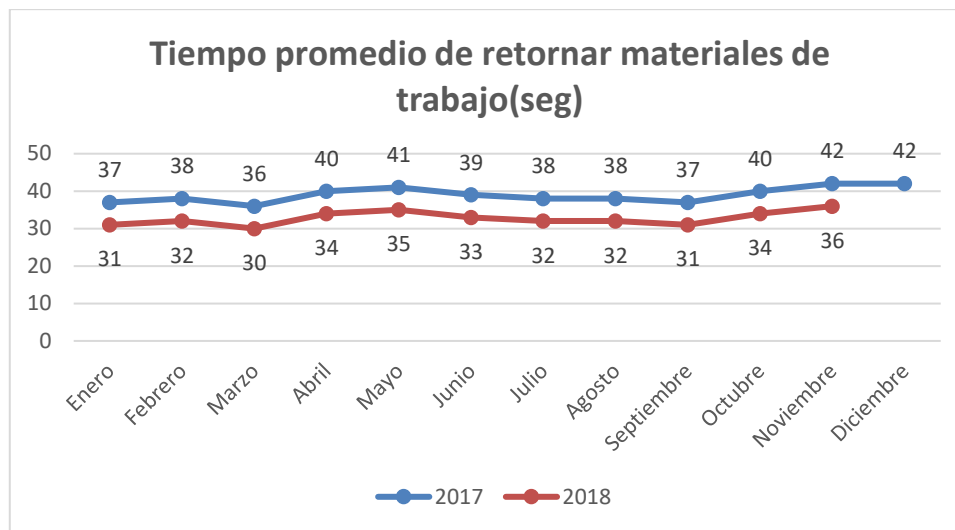
Promedio tiempo de retornar materiales de trabajo	39	33
---	----	----

**Fuente:** Data del departamento de producción de una empresa agroindustrial 2017-2018

Se observa en la tabla N° 9 que el promedio de tiempo de ciclo del proceso de retornar materiales de trabajo fue de 39 segundos en el año 2017 en la producción de pimiento piquillo de la empresa agroindustrial, mientras que el estándar está en 30 segundos siendo la diferencia de 9 segundos y el rango del proceso de cerrado de 37 a 42 segundos.

En el año 2018 el promedio de tiempo de ciclo del proceso de retornar materiales de trabajo fue de 33 segundos, en la producción de pimiento piquillo de la empresa agroindustrial, mientras que el estándar está en 30 segundos siendo la diferencia de 3 segundos y el rango del proceso de retornar materiales de trabajo es de 30 a 36 segundos. La figura N° 8 muestra lo expresado:

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura N° 8** Tiempo de promedio mensual y anual de proceso de retornar materiales de trabajo en el año 2017-2018 en la producción de pimienta piquillo de una empresa agroindustrial.

La tabla N° 10 muestra el tiempo de ciclo promedio de cada proceso en el año 2017 y se determinó la media para cada proceso. Para el abastecimiento de materiales fue de 77 segundos, el desrabado fue de 80 segundos, el proceso de revisado fue de 6 segundos, el proceso de abastecimiento de envases vacíos fue de 17 segundos y el proceso de envasado fue de 69 segundos. El tiempo de ciclo de todos los procesos acumulativos fue de 288 segundos mientras que el tiempo de ciclo estándar acumulativo es de 241 segundos siendo la diferencia de 47 segundos que se deben reducir en el año 2018 para llegar al tiempo de ciclo estándar.

**TABLA N° 10** Procesos en la producción de pimienta piquillo con tiempos de ciclo promedio por cada proceso en el 2017 en la producción de pimienta piquillo de una empresa agroindustrial.

N°	Descripción	Tiempo de ciclo	Tiempo estándar	Diferencia
1	Abastecimiento de materiales	77	60	17
2	Desrabado	80	71	9
3	Revisado	6	5	1
4	Abastecimiento de Envases Vacíos	17	15	2
5	Envasado	69	60	9
6	Retornar materiales de trabajo	39	30	9
Total		<b>288</b>	<b>241</b>	<b>47</b>

**Fuente:** Data del departamento de producción de una empresa agroindustrial 2017:

Elaboración por los autores

TABLA N° 11 Procesos en la producción de pimiento piquillo con tiempos de ciclo promedio por cada proceso en el 2018 en la producción de pimiento piquillo de una empresa agroindustrial.

N°	Descripción	Tiempo de ciclo	Tiempo estándar	Diferencia
1	Abastecimiento de materiales	62	60	2
2	Desrabado	71	71	0
3	Revisado	5	5	0
4	Abastecimiento de Envases Vacíos	16	15	1
5	Envasado	62	60	2
6	Retornar materiales de trabajo	33	30	3
Total		<b>288</b>	<b>249</b>	<b>241</b>

**Fuente:** Data del departamento de producción de una empresa agroindustrial 2018:

Elaboración por los autores

### 3.1.2 Cálculo de los días de Inventario:

**TABLA N° 12** Cálculo de los días de inventario para el año 2017

MES - 2017	COSTO DE VENTAS (\$) $CV=CSI+V-CSF$	PROMEDIO DE INVENTARIO (\$) $PI=CIS+CIF / 2$	INDICE DE ROTACIÓN DE INVENTARIO $IRI=CV/PI$
ENE	1 861 224	14 391	129
FEB	1 035 335	13 940	74
MAR	1 603 695	12 400	129
ABR	948 030	14 024	68
MAY	1 428 287	11 043	129
JUN	1 685 072	23 941	70
JUL	3 473 593	39 672	88

AGO	3 160 782	26 979	117
SEP	2 480 492	19 179	129
OCT	1 224 034	19 236	64
NOV	1 972 658	15 253	129
DIC	3 590 364	42 784	84
TOTAL	24 463 566	252 841	97
DIAS DE INVENTARIO	DI=365/IRI		4

**Fuente:** Área de producción de Dan una empresa agroindustrial.

Los días de inventario de los productos de pimienta piquillo ubicadas en almacén intermedio para su conservación fue de 4 días de inventario lo cual indica que no está en el valor permitido que es máximo de 3 días de inventarios por ser producto perecedero y necesita ser trasladado el almacén externo para la adecuada conservación y traslado hacia nuestro cliente final.

**TABLA N° 13** Cálculo de los días de inventario año 2018

MES - 2018	VALORACIÓN DEL STOCK INICIAL DE PRODUCTO TERMINADO (\$)	VALORACIÓN DE LA PRODUCCION NETA (\$)	VENTA DE PRODUCTO TERMINADO O (\$)	VALORACIÓN DEL STOCK FINAL DE PRODUCTO TERMINADO (\$)	COSTO DE VENTAS (\$) CV=CSI+V-CSF	PROMEDIO DE INVENTARIO O (\$) PI=CIS+CIF /2	INDICE DE ROTACIÓN DE INVENTARIO O IRI=CV/PI
ENERO	58 063	2 769 497	2 822 346	5 215	2 875 194	31 639	91
FEBRERO	5 051	1 495 303	1 460 308	0	1 465 359	2 526	580
MARZO	0	2 373 714	2 371 479	2 235	2 369 244	1 117	2120
ABRIL	2 528	1 301 617	1 260 494	20 499	1 242 523	11 513	108



MAYO	18 747	2 018 861	2 020 399	17 209	2 021 937	17 978	112
JUNIO	17 272	2 326 314	2 308 530	11 326	2 314 477	14 299	162
JULIO	11 465	4 798 620	4 769 943	345	4 781 062	5 905	810
AGOSTO	349	4 238 935	4 184 272	13 283	4 171 339	6 816	612
SEPTIEMBRE	13 073	3 431 080	3 429 188	14 965	3 427 295	14 019	244
OCTUBRE	15 009	1 626 932	1 584 426	13 460	1 585 976	14 234	111
NOVIEMBRE	13 497	2 747 324	2 748 961	11 861	2 750 597	12 679	217
TOTAL	166 921	34 104 814	33 909 281	114 372	33 961 830	140 646	241
DIAS DE INVENTARIO	DI=365/IRI	2					

Los días de inventario de los productos de pimienta piquillo que están envasados ubicados en almacén intermedio para su conservación fue de 2 días de inventario lo cual indica que está en el valor permitido que es máximo de 3 días de inventarios por ser producto perecedero.

### 3.1.3 Diagnóstico de la productividad

**TABLA N° 14:** Cálculo del % de Productividad para el año 2017

MES - 2017	MATERIA PRIMA (Kg)	DRENADOS (Kg)	PRODUCTIVIDAD (%)
Enero	339,162	179,938	53.05%

Febrero	2,162,816	1,140,921	52.75%
Marzo	2,531,318	1,277,235	50.46%
Abril	2,076,433	1,069,372	51.50%
Mayo	982,780	504,947	51.38%
Junio	84,991	40,347	47.47%
Agosto	591,054	312,499	52.87%
Septiembre	889,562	465,831	52.37%
Octubre	1,237,356	633,108	51.17%
Noviembre	513,001	280,534	54.68%
Diciembre	62,100	32,665	52.60%
TOTAL	11,470,573	5,937,397	51.76%

**Fuente:** Área de producción de una empresa agroindustrial.

**TABLA N° 15:** Cálculo del % de Productividad para el año 2018

MES - 2018	MATERIA PRIMA (Kg)	DRENADOS (Kg)	PRODUCTIVIDAD (%)
Enero	1,914,903	1,062,233	55.47%
Febrero	2,106,678	1,170,240	55.55%
Marzo	1,131,644	608,623	53.78%
Abril	3,304,487	1,780,027	53.87%
Mayo	1,782,340	922,591	51.76%
Junio	1,105,143	558,889	50.57%
Julio	45,198	25,450	56.31%
Agosto	834,167	481,610	57.74%

Septiembre	1,800,107	987,933	54.88%
Octubre	599,103	323,429	53.99%
Noviembre	112,278	64,973	57.87%
ACUM	14,736,047	7,985,998	54.19%

El cálculo de la productividad se realizó con la siguiente fórmula: Productividad = (Kilos Drenados/ Materia Prima) \* 100%

Según la tabla N° 13 se observa que la productividad anual del año 2017 fue de 51.76% con una devolución del 48.24% de pimientos que no alcanzaron ser procesados, lo que equivale a pimientos descartados de parte de producción.

Según la tabla N° 14 se observa que la productividad anual del año 2018 fue de 54.19% con una devolución del 45.81% de pimientos que no alcanzaron ser procesados, lo que equivale a pimientos descartados de parte de producción.

### 3.1.4 Tiempo Disponible o Takt Time

Es la velocidad con la cual el producto debe ser fabricado para satisfacer la demanda del cliente. La meta es tener un tiempo Takt Time igual al tiempo de ciclo de producción.

La fórmula es:

$$\text{Takt Time} = \text{Tiempo Disponible de Producción} / \text{Demanda}$$

Según la tabla N° 10 el tiempo de ciclo para el año 2017 fue de 288 segundos para producir un envase de 460 ml en una línea de producción.

### Tabla N° 16 Determinación del TAKT TIME para el año 2017

MES - 2017	PRODUCCION NETA (KG)	PRODUCCION NETA POR 4 LINEAS (frasco 460 ml) EN KILOS	DEMANDA KILOS	DEMANDA FRASCO 460 ml EN KILOS	TIEMPO REQUERIDO PARA CUBRIR LA DEMANDA HORAS	TIEMPO DISPONIBLE DE PRODUCCIÓN HORAS EN 4 LINEAS Y 6 DIAS POR SEMANA	TAKT TIME= TIEMPO DISPONIBLE (MINUTOS) / DEMANDA
ENE	601 501	25 063	592 478	24 687	494	1920	4.67
FEB	331 002	13 792	326 037	13 585	272	1920	8.48
MAR	528 209	22 009	520 286	21 679	434	1920	5.31
ABR	263 839	10 993	259 882	10 828	217	1920	10.64
MAY	454 814	18 951	447 992	18 666	373	1920	6.17
JUN	527 589	21 983	519 675	21 653	433	1920	5.32
JUL	1 080 557	45 023	1 064 349	44 348	887	1920	2.60
AGO	947 466	39 478	933 254	38 886	778	1920	2.96
SEP	780 522	32 522	768 814	32 034	641	1920	3.60
OCT	366 289	15 262	360 795	15 033	301	1920	7.66
NOV	617 175	25 716	607 917	25 330	507	1920	4.55
DIC	1 113 251	46 385	1 096 552	45 690	914	1920	2.52
TOTAL	7 612 215	317 176	7 498 032	312 418	6 248	23 040	4.42

Fuente: Área de producción de una empresa agroindustrial.

El tiempo disponible en minutos para cubrir la demanda del año 2017 fue de 4.42 minutos que equivale a 4.42 minutos \* 60 seg / minuto resulta 265 segundos el tiempo requerido para producir un frasco de 460 ml y poder cubrir la demanda.

### Tabla N° 17 Determinación del TAKT TIME para el año 2018

MES - 2018	PRODUCCION NETA (KG)	PRODUCCION NETA	DEMANDA KILOS	DEMANDA PROYECTADA	TIEMPO REQUERIDO PARA CUBRIR LA DEMANDA HORAS	TIEMPO DISPONIBLE DE PRODUCCIÓN HORAS EN 4 LINEAS Y 6 DIAS POR SEMANA	TAKT TIME= TIEMPO DISPONIBLE (MINUTOS) / DEMANDA
ENE	796 496	33 187	811 695	28 748	585	1920	4,01
FEB	443 960	18 498	433 570	15 356	312	1920	7,50
MAR	695 757	28 990	695 102	24 618	501	1920	4,68
ABR	337 329	14 055	326 671	11 570	235	1920	9,96
MAY	572 098	23 837	572 534	20 277	413	1920	5,68
JUN	656 813	27 367	651 792	23 084	470	1920	4,99
JUL	1 338 434	55 768	1 330 436	47 120	959	1920	2,44
AGO	1 168 190	48 675	1 153 125	40 840	831	1920	2,82
SEP	960 779	40 032	960 249	34 009	692	1920	3,39
OCT	454 233	18 926	442 366	15 667	319	1920	7,35
NOV	764 912	31 871	765 368	27 107	551	1920	4,25
TOTAL	9 573 975	398 916	9 520 178	337 173	6 859	23 040	4,10

### 3.1.5 OEE: Eficiencia General de Equipos

**Tabla N° 18:** Data de tiempo promedio de paradas de mantenimiento preventivo y correctivo del 2017

MES	TA (horas)	NRO PARADAS TA	TOC (horas)	NRO PARADAS TOC
ENERO	206.63	30	29.20	2
FEBRERO	129.21	21	29.29	4

MARZO	59.10	16	30.44	3
ABRIL	76.22	20	30.83	4
MAYO	54.34	8	38.03	2
JUNIO	110.33	15	21.42	3
JULIO	122.72	23	31.66	10
AGOSTO	104.69	23	30.79	2
SEPTIEMBRE	20.72	15	31.28	8
OCTUBRE	106.22	20	30.72	6
NOVIEMBRE	125.21	29	29.70	3
DICIEMBRE	201.78	32	37.37	3
Total	1317.19	252	371	50

**Fuente:** Área de producción de una empresa agroindustrial.

Nota: tiempo de avería (TA), tiempo de organizacional o de cambio programado (TOC)

- El tiempo programado de mantenimiento preventivo (TPMP)

El tiempo de producción programado (TPP) resulta:

$TPP = (365 \text{ días /año} * 20 \text{ horas /día}) - 371 \text{ horas al año de mantenimiento}$

TPP = 6929 horas al año 2017 de tiempo de producción programado.

### 3.1.4 Disponibilidad

Cálculo de la Disponibilidad en función a la tasa de paros del año 2017

Disponibilidad:  $D = 1 - POC - PA$

PA: Tasa de paros por averías

POC: Tasa de paros por mantenimiento preventivo de organización y/o cambios

$$D(2018) = 1 - 0.0535431 - 0.190098$$

D(2018)= 0.7563 o 75.63% de disponibilidad de la maquinaria.

### 3.1.4 Rendimiento

Los envases producidas en la maquina Envasadora en el 2017 se calcula teniendo en cuenta el tiempo estándar de la máquina y el tiempo de producción programado en el año.

$$\text{Producción Teórica} = (6929 \times 3600) / 207 = 120504 \text{ envases}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción ejecutada (2017)}}{\text{Producción Teórica}} \text{ Rendimiento} = \frac{111011 \text{ envases}}{120504 \text{ envases}} \times 100 = 92.12\%$$

### 3.1.5 Cálculo de Índice de Calidad

El Índice de calidad para el año 2017 será:

$$\text{Índice de Calidad} = \frac{111011 - 12211}{111011} \times 100 = 89\%$$

### 3.1.6 Cálculo de OEE

#### CÁLCULO DELOEE PARA EL AÑO 2017

$$\text{OEE: Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Índice de Calidad} \text{ OEE} = 75.63\% \times 92.12\% \times 89\% = 62\%$$

Con lo cual determinamos que contamos con una eficiencia global del equipo de un 62%.

#### CÁLCULO DELOEE PARA EL AÑO 2018

$$\text{OEE: Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Índice de Calidad} \text{ OEE} = 84,81\% \times 98,78\% \times 95\% = 79,59\%$$

Con lo cual determinamos que contamos con una eficiencia global del equipo de un 79,6%.

### 3.1.7 DIAGNOSTICO DE SMED

Es una metodología para reducir los tiempos improductivos.

**Tabla N° 19:** Índice de Tiempo Improductivo de Maquina Envasadora para el 2017

MES - 2018	TIEMPO LABORABLE (Hrs)	TIEMPO MUERTO (Hrs)	TIEMPO IMPRODUCTIVO (%)
ENERO	480	206.63	43%
FEBRERO	480	129.21	27%
MARZO	480	59.1	12%
ABRIL	480	76.22	16%
MAYO	480	54.34	11%
JUNIO	480	110.33	23%
JULIO	480	122.72	26%
AGOSTO	480	104.69	22%
SEPTIEMBRE	480	20.72	4%
OCTUBRE	480	106.22	22%
NOVIEMBRE	480	125.21	26%
DICIEMBRE	480	201.78	42%
TOTAL	5760	1 317.17	23%

**Fuente:** Área de producción de una empresa agroindustrial.

El tiempo improductivo para el año 2018 fue de 13%.

### 3.1.8 Resultado de Lean Manufacturing con las 5'S



El lanzamiento del programa estuvo a cargo del Jefe de Producción quien explicó la importancia de la capacitación que se llevaría a cabo. Para poder implementar adecuadamente se realizaron reuniones según el Programa de Implementación de 5S. Los talleres se realizaron en el área de producción siguiendo acuerdos establecidos.

**Tabla N° 20 Consolidado de la aplicación de las 5'S:**

LUGAR	1S	2S	3S	4S	5S
1. Taller de Mantenimiento	90%	90%	85%	88%	88%
2. Recepción de materia prima	95%	95%	90%	93%	93%
3. Zona de utensilios de limpieza (BPM)	89%	89%	89%	89%	89%
4. Zona de envasado	100%	100%	100%	100%	100%
5. Zona de abastecimiento de materia prima	100%	100%	100%	100%	100%
6. Limpieza y Paletizado	77%	77%	73%	76%	76%
7. Almacén de producto terminado	95%	100%	95%	97%	97%
8. Almacén Externo	81%	81%	77%	79%	79%
Promedio	91%	92%	89%	90%	90%

Se observa en la tabla que el promedio de la primera 'S' (clasificar) fue de 91%, mientras que para la segunda 'S' (ordenar) se encuentra en 92%, para la tercera 'S' (limpiar) el promedio fue de 89%, para la cuarta 'S' (estandarizar) alcanzó el 90% y la quinta 'S' (disciplina) llegó al 90%. El promedio general de las 5 'S' fue de 90% lo cual significa que le falta 5% para llegar al 95% de confiabilidad

Acciones Realizadas:

## ANTES



## DESPUÉS



- ✓ Eliminar materiales innecesarios.
- ✓ Sacar de la zona de Limpieza y Paletizado equipos que ya no se usan
- ✓ Definir los flujos de recorrido.

## ANTES



## DESPUÉS



- ✓ Se definió un flujo de atención y consumo para los niveles tanto de segundo uso como los nuevos.
- ✓ Se implementó la mejora en la atención de los niveladores para facilitar el avance en el puesto de trabajo.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

En la tabla N° 4 que el promedio de tiempo de ciclo del proceso de abastecimiento de materiales de trabajo fue en el año 2018 de 62 segundos con relación al año 2017 de 77 segundos en la producción de pimienta piquillo de la empresa agroindustrial, siendo 15 segundos lo que se ha reducido mejorando el proceso de abastecimiento de materiales con la aplicación de técnicas de Lean Manufacturing.

En la tabla N° 5 que el promedio de tiempo de ciclo del proceso de desrabado fue en el año 2018 de 71 segundos con relación al año 2017 de 80 segundos en la producción de pimienta piquillo de la empresa, siendo 9 segundos lo que se ha reducido mejorando en el 2018 con relación al 2017 en el proceso de desrabado.

En la tabla N° 6 que el promedio de tiempo de ciclo del proceso de revisado fue en el año 2018 de 16 segundos con relación al año 2017 de 17 segundos en la producción de pimienta piquillo de la empresa agroindustrial, siendo 1 segundo lo que se ha reducido mejorando en el 2018 con relación al 2017 en el proceso de revisado.

En la tabla N° 7 que el promedio de tiempo de ciclo del proceso de abastecimiento de envases vacíos fue en el año 2018 de 5 segundos con relación al año 2017 de 6 segundos en la producción de pimienta piquillo de la empresa agroindustrial, siendo 1 segundo lo que se ha reducido mejorando en el 2018 con relación al 2017 en el proceso de abastecimiento de envases vacíos.

En la tabla N° 8 el promedio de tiempo de ciclo del proceso de envasado fue en el año 2018 de 62 segundos con relación al año 2017 de 69 segundos en la producción de pimienta

piquillo de la empresa agroindustrial, siendo 7 segundos lo que se ha reducido mejorando en el 2018 con relación al 2017 en el proceso de envasado.

En la tabla N° 9 que el promedio de tiempo de ciclo del proceso de retornar materiales de trabajo fue en el año 2018 de 33 segundos con relación al año 2017 de 39 segundos en la producción de pimiento piquillo de la empresa agroindustrial, siendo 6 segundos lo que se ha reducido mejorando en el 2018 con relación al 2017 en el proceso de retornar materiales de trabajo.

En las tablas N° 12 y 13 se observa que los días de inventario de los productos de pimiento piquillo ubicados en almacén intermedio para su conservación fue de 4 días de inventario para el año 2017 lo cual indica que no está en el valor permitido que es máximo de 3 días de inventarios por ser producto perecedero. Mientras que para el año 2018 el día de inventario se redujo a la mitad, es decir a 2 días de inventario lo cual si está dentro del valor permitido que es máximo 3 días por ser un producto perecedero.

En las tablas N° 14 y 15 se observa que la productividad anual del año 2017 fue de 51.76% y la productividad del 2018 fue de 54.19% habiéndose incrementado la productividad en 4.7% gracias a la aplicación de Lean Manufacturing.

Se observa en la tabla N° 16 y N° 17 que el valor anual del Takt Time del año 2017 fue de 4.42 minutos que equivale a 265 segundos para producir un frasco de 460 ml de pimiento piquillo y así cubrir la demanda del año 2017. Para el año 2018 el valor anual de Takt Time fue de 4.1 minutos que equivale a 246 segundos y así cubrir la demanda del año 2018 lo cual significa un menor tiempo en relación al año 2017.

Según la tabla N° 18 los tiempos de averías disminuyeron en 592.79 horas en el año 2018 en relación al año 2017, el número de paradas correctivas por averías disminuyó en 113 paradas por averías en el 2018 con relación al año 2017

## 4.2 Conclusiones

Se concluye con relación al objetivo específico 1: se diagnosticó las operaciones del área de producción de pimienta piquillo en la empresa en el año 2017, para lo cual se hizo un diagnóstico del tiempo del ciclo en el año 2017 y según la tabla N° 11 se determinó la media para cada proceso. Para el abastecimiento de materiales fue de 77 segundos, el proceso de desrabado fue de 80 segundos, el proceso de revisado fue de 6 segundos, el proceso de abastecimiento de envases vacíos fue de 17 segundos, el proceso de envasado fue de 69 segundos y el proceso de retornar materiales fue de 39 segundos. El tiempo de ciclo de todos los procesos acumulativos fue de 288 segundos mientras que el tiempo de ciclo estándar acumulativo es de 241 segundos siendo la diferencia de 47 segundos que se deben reducir en el año 2018 para llegar al tiempo de ciclo estándar.

También se diagnosticó los días de inventario en el almacén intermedio en el año 2017 resultado 4 días de inventario según la tabla N° 11, siendo el máximo valor permitido de 3 días de inventario ya que los pimientos en condiciones inadecuadas de almacenamiento tienen a deshacerse.

Además se determinó la productividad del 2017, según la tabla N° 14 la productividad anual fue de 51.76% con una pérdida del 48.24% de pimientos que no se procesaron, devueltos de parte de producción.

Se calculó el tiempo disponible en relación a la demanda del año 2017 (Takt Time) que equivale al tiempo disponible en minutos para cubrir la demanda del año 2017 y resultó 4.42 minutos que equivale a 265 segundos el tiempo requerido para producir un frasco de 460 ml y para cubrir la demanda del año 2017.

Se determinó la eficiencia general de equipos (OEE) para el año 2017, el cual se calculó teniendo en cuenta la disponibilidad, el rendimiento y el índice de calidad de los equipos de procesamiento, obteniendo un OEE de 62% en el año 2017.

Se determinó también el % de tiempo Improductivo (SMED) para el proceso, siendo este un 23% en el año 2017.

- Para el objetivo específico 2, se concluye que se aplicó las herramientas de Lean Manufacturing en el área de producción de la agroindustria para producir pimienta piquillo en conserva en el año 2018 y según la tabla N° 10 se calculó el tiempo de ciclo de 249 segundos para producir una frasco de 460 ml pimienta piquillo quedando a 8 segundos para el tiempo estándar establecido en 241 segundos como tiempo de ciclo.

Se aplicó Lean manufacturing para determinar los días de inventario y según la tabla N° 13 se calculó 2 días de rotación de inventario con un índice de rotación de inventario anual en el año 2018 de 241 lo cual significa que la empresa traslado y reemplazó su inventario 241 veces en el año 2018.

Según la tabla N° 15 la productividad anual del año 2018 fue de 54.19% con una pérdida del 45.8% de pimientos no procesados y en la tabla N° 17 el tiempo disponible en minutos para cubrir la demanda del año 2018 (Tak time) fue de 4.1 minutos que equivale a 246 segundos el tiempo para producir un frasco de 460 ml y para cubrir la demanda del año 2018.

La aplicación de 5s minimizó las paradas de los equipos de procesamiento, al igual que la cantidad de envases defectuosos incrementando la eficiencia Global de los Equipos (OEE) a un 79.59% para el año 2018.

Se aplicó las 5 'S' en el 2018 como herramienta Base de Lean Manufacturing para mejorar los procesos, lo cual se refleja en los indicadores del objetivo 2. Se observa en la tabla N° 20 que el promedio de la primera 'S' (clasificar) fue de 91%, mientras que para la segunda 'S' (ordenar) se encuentra en 92%, para la tercera 'S' (limpiar) el promedio fue de 89%, para la cuarta 'S' (estandarizar) alcanzó el 89% y la quinta 'S' (disciplina) llegó al 90%. El promedio general de las 5 'S' fue de 90% lo cual significa que le falta 5% para llegar al 95% de confiabilidad.

Con respecto al tercer objetivo específico se demostró el incremento de la productividad en el año 2018 con respecto al año 2017 según la tabla N° 14 y 15 la productividad anual del año 2017 fue de 51.76% y la productividad del 2018 fue de 54.79% habiéndose incrementado la productividad en 5% gracias a la aplicación de Lean Manufacturing.

Se observa en la tabla N° 10 que el promedio anual de tiempo de ciclo se disminuyó en 39 segundos en el año 2018 con respecto al año 2017, siendo el tiempo de ciclo del 2017 de 288 segundos y el tiempo de ciclo del 2018 de 249 segundos, mejorando significativamente en el 2018 en 39 segundos menos y restándole solo 8 segundos para alcanzar el tiempo de ciclo estándar de 241 segundos.

Los días de inventario del año 2017 fueron de 4 días y del año 2018 fue de 2 días quedando dentro de los días permitidos que son máximo 3 días de inventario por ser producto perecedero.

Según la Tabla N° 16 y 17 el Takt Time se redujo en un 0.32 minutos en el año 2018 respecto al 2017 y según la Tabla N° 5.44 el % de tiempo Improductivo se redujo en un 10%.



Se mejoró el OEE, es decir la eficiencia general de equipos, incrementando un 17.59%, además los tiempos de averías disminuyeron en 592.79 horas en el año 2018 en relación al año 2017, el número de paradas correctivas por averías disminuyó en 113 paradas por averías en el 2018 con relación al año 2017. El número de horas de mantenimiento preventivo disminuyó en 37 horas en el año 2018 en relación al año 2017 y el número de paradas preventivas disminuyó en 5 paradas preventivas en el 2018 con relación al 2017. La disponibilidad aumentó de 75.63% del 2018 a 84.81% en el 2018 siendo el incremento de 9.18%.

## REFERENCIAS

1. Cava Quezada, A. (2016). Bonos de productividad y su influencia en los costos laborales de una empresa agraria de la provincia de Trujillo en el año 2016. Universidad Nacional de Trujillo.
2. Cuatrecasas, Ll. (2010). Lean Management. Barcelona, España: PROFIT editorial.
3. Shigyo Ortiz, C (2016), Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera.
4. Castrejón Gallegos, A. (2016) Implementación de Herramientas de lean Manufacturing en el área de Empaque de un Laboratorio Farmacéutico
5. Namuche Huamanchumo, V. E. Aplicación de Lean Manufacturing para Aumentar la productividad de la materia Prima en el área de producción de una empresa espárraguera para el año 2016.
6. Castro Vásquez, J.I. (2016) Propuesta de Implementación de la Metodología Lean Manufacturing para la mejora del proceso productivo en la línea de envasado Pet de la empresa Ajeper S.A.
7. Gomez García, A. (2010). Control estadístico del proceso bajo la metodología seis sigma aplicado en el proceso de beneficio de bovinos de frigorífico Vijagual S.A. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander.
8. Dávalos Ignacio, G.A. (2015). Aplicación de lean manufacturing en el área de producción y su influencia en la rentabilidad de la empresa producciones nacionales TC EIRL.

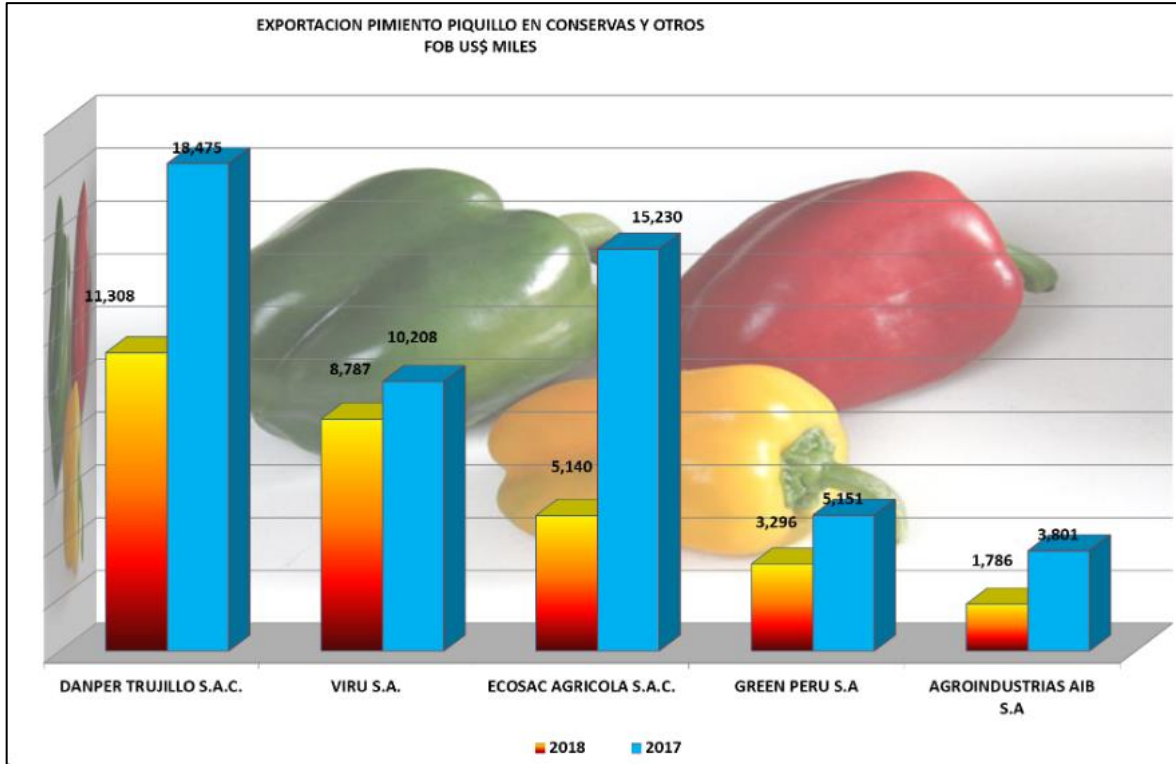
9. Fernandez Tuesta, E.; Guevara Cerquera, L. R. (2015) Aplicación de la metodología lean manufacturing – pull system y su implicancia en el capital de trabajo a través de la reducción de inventarios, en la empresa Soldex S.A"
10. Aranibar Gamarra, M. A. (2016) Aplicación del lean manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera
11. Merlo Campos, J.; Ojeda Velázquez, I. D. (2017) Propuesta de implementación de las herramientas lean manufacturing en la producción de pastas gourmet en la empresa maquila agro industrial Import & Export s.a.c para mejorar su productividad.
12. Gallego Correa, C. A.; Gonzales Chiquito, J. (2010) Propuesta de mejoramiento en el proceso de llenado de aceite a través de la aplicación de herramientas del lean manufacturing en una empresa del sector de alimentos.
13. Soto Canales, B. M.; Vega Rivas, R. B. (2012) Aplicación de herramientas del lean manufacturing para mejorar el proceso productivo de sacos de polipropileno en Norsac S.A.
14. Becerra, W. (2013). Propuesta de Desarrollo de Lean Manufacturing en la reducción de reprocesos en el área de pintado de la empresa Factoría Bruce S.A. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
15. Burbano, J. (2012). Rediseño de un sistema productivo utilizando herramientas de lean manufacturing. caso de estudio sector de mezclas de ingredientes para panadería industrias XYZ. Bogotá: Universidad Icesi.

16. Cardona, J. (2013). Modelo para la implementación de técnicas Lean Manufacturing en empresas editoriales. Manizales: Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales.
17. Cardozo, E. (2013). Implementación de Herramientas Lean para el mejoramiento de la Efectividad Global del Equipo de Perforación SK12– Redrill de la Mina Lagunas Norte, de la minera Barrick Misquichilca S.A. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
18. CHASE, R. B., AQUILANO, N. J., & JACOBS, R. F. (2004). Administración de Producción y Operaciones, Manufactura y servicios. Colombia: McGraw Hill, 8va. Edición.
19. Cromer, A. H. (2003). La Física y la Industria. Barcelona, España: Reverte S.A.
- De la Fuente, D. (2005). Distribución en planta. España: Universidad de Oviedo.
20. Diaz, B. (2001). Disposición de Planta. Lima: Fondo Editorial de Desarrollo.
21. Diaz, B. (2001). Disposición de Planta. Lima: Fondo Editorial de Desarrollo.
22. Gomez, E. (1997). Diseño Básico (Anteproyectos) de Planta Industriales. Valencia: Servi. Publicaciones Universidad Politencia Valencia.
23. Hernández, R. (s.f.). Metodología de la investigación. MacGraw-Hill.
24. Hicks, P. (1999). Ingeniería Industrial y Administración - Una nueva perspectiva, Segunda Edición. México: Grupo Editorial Patria.
25. HIRANO, H. (2001). Manual para la implementación del JIT: una guía completa para la fabricación "Just in. Madrid: TGP Hoshin.247

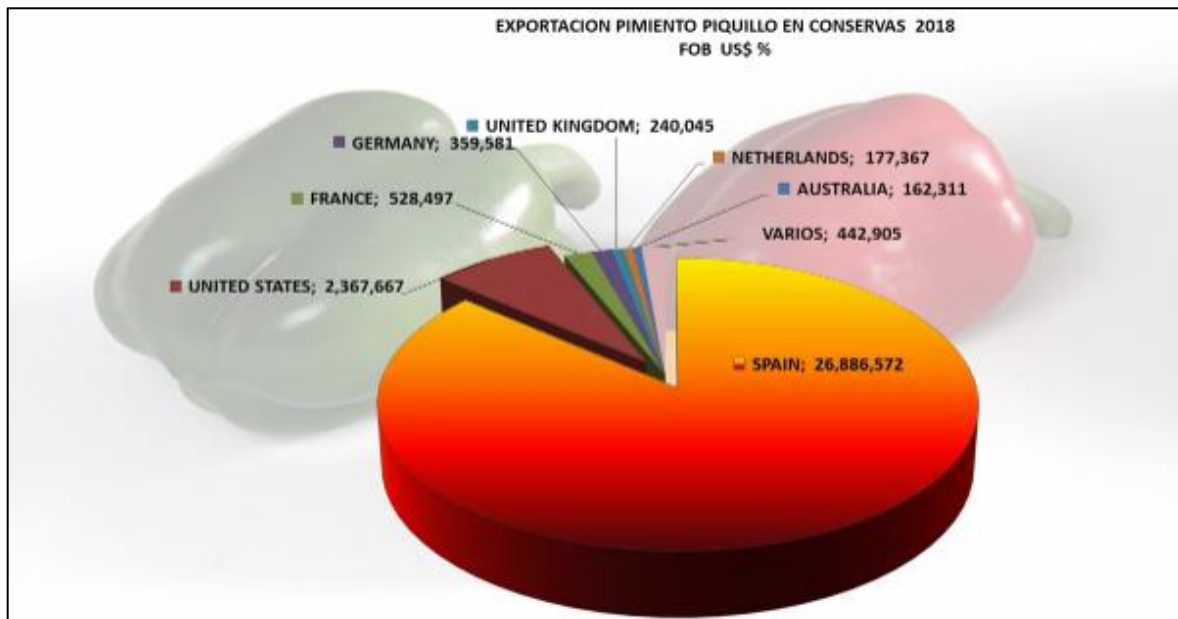
26. Mardini, S. (2013). Propuesta para incrementar la capacidad en una Fábrica Textil utilizando Balance de Línea y Manufactura Esbelta. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas - UPC.
27. NIEBEL, B. (s.f.). Ingeniería Industrial, Métodos, Tiempos y Movimientos.
28. Palomino, M. (2013). Aplicación de herramientas de lean manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
29. SHINGO, S. (2003). Tecnologías de Gerencia Y Producción. ESPAÑA:  
S.A. TGP HOSHIN.
30. Vallhonrat, J. (1991). Localización, distribución en planta y manutención. Barcelona: Marcombo SA.
31. Varela, J. (2012). Acciones estratégicas del Sistema de Mantenimiento. Colombia:  
en:[www.slideshare.net/juanlo24/mantenimientoproceso-roscado](http://www.slideshare.net/juanlo24/mantenimientoproceso-roscado).
32. Víctor Manuel Nava Carbellido, A. R. (2005). ISO 9000:2000: estrategias para implantar la norma de calidad para la mejora continua. Limusa

**ANEXOS**

**Anexo 01: Exportación de pimiento piquillo en conserva (FOB US\$ miles)**



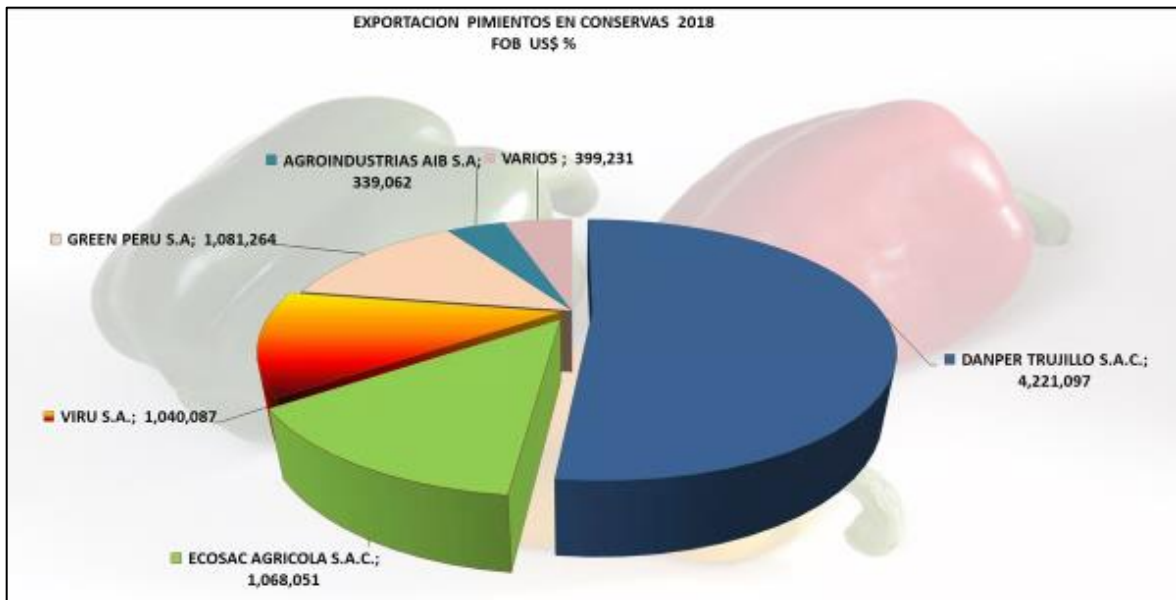
**Anexo 02: Exportaciones de pimiento piquillo en conserva**



### Anexo 03: Exportación de pimienta piquillo en conserva (USD miles)

EXPORTACIONES PIMIENTOS PIQUILLO EN C			10			
MES	2,018			2,017		
	FOB	KILOS	PREC. PROM.	FOB	KILOS	PREC. PROM.
ENERO	1,794,786	861,978	2.08	4,739,471	2,435,098	1.95
FEBRERO	2,502,562	1,162,174	2.15	2,869,301	1,411,372	2.03
MARZO	3,163,518	1,517,392	2.08	1,753,101	846,276	2.07
ABRIL	2,487,538	1,184,295	2.10	3,085,555	1,399,297	2.21
MAYO	2,174,765	1,078,099	2.02	1,909,198	874,510	2.18
JUNIO	2,055,521	1,046,499	1.96	2,722,121	1,315,410	2.07
JULIO	1,950,163	1,017,850	1.92	3,548,429	1,749,163	2.03
AGOSTO	2,407,105	1,242,955	1.94	5,185,134	2,528,157	2.05
SEPTIEMBRE	4,562,094	2,279,892	2.00	6,654,021	3,281,695	2.03
OCTUBRE	8,066,893	4,142,111	1.95	9,195,549	4,373,547	2.10
NOVIEMBRE	-	-		7,240,696	3,617,743	2.00
DICIEMBRE	-	-		4,552,810	2,188,986	2.08
<b>TOTALES</b>	<b>31,164,945</b>	<b>15,533,245</b>	<b>2.01</b>	<b>53,455,386</b>	<b>26,021,254</b>	<b>2.05</b>
<b>PROMEDIO MES</b>	<b>3,116,495</b>	<b>1,553,325</b>		<b>4,454,616</b>	<b>2,168,438</b>	
<b>% CREC, PROMEDIO</b>	<b>-30%</b>	<b>-28%</b>	<b>-2%</b>	<b>7%</b>	<b>8%</b>	<b>-1%</b>

### Anexo 04: Exportación de pimientos piquillo en conserva



### Anexo 05: Filosofía Lean Manufacturing

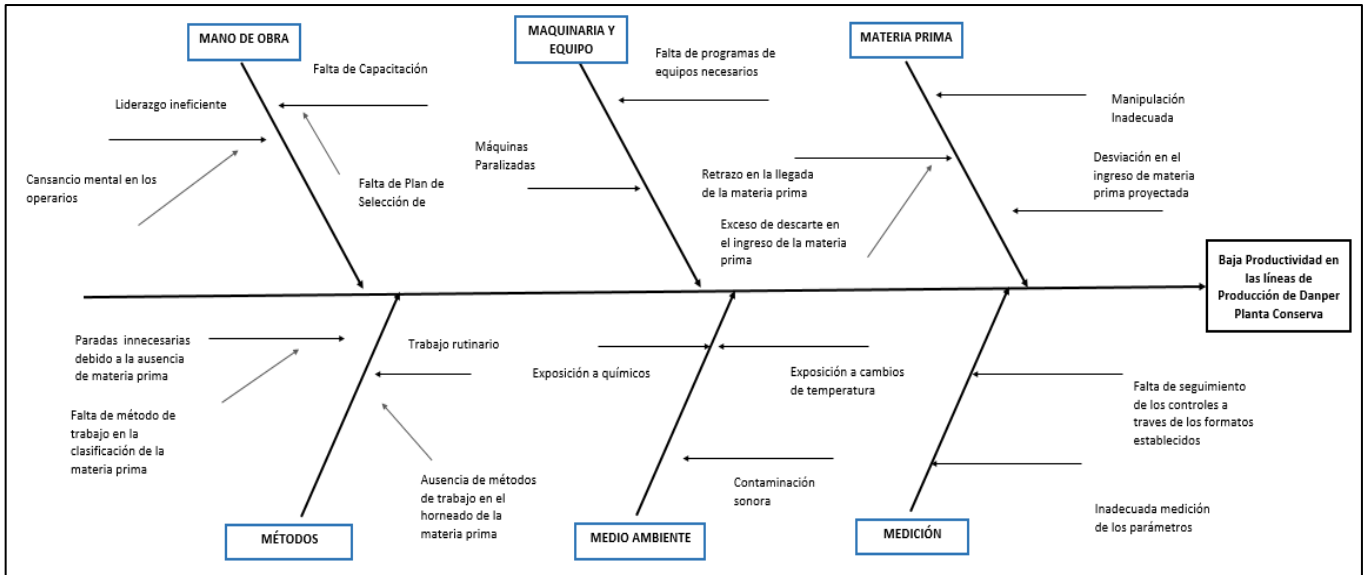


## Anexo 6: Herramientas de Lean Manufacturing

<b>HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING</b>	
<b>5'S</b>	Organizar
	Ordenar
	Limpiar
	Estandarizar
	Disciplinar
<b>KANBAN</b>	Control de niveles de inventario
	Flujo continuo de material
<b>JIT</b>	Producir solo cuando sea necesario
	Producir solo lo necesario
<b>SMED</b>	Disminuir tiempos de cambio
<b>ANDON</b>	Identificación de piezas
	Agilizar tiempo de búsqueda
<b>POKA-YOKE</b>	Prevenir errores
<b>HEIJUNKA</b>	Nivelación de producción
	Nivelación de variedad de trabajo



**Anexo 7: Diagrama de Ishikawa Producción**



**Fuente: Elaboración Propia**