

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LAS  
LÍNEAS DE EMPAQUE DE EMBUTIDOS Y QUESOS APLICANDO  
LA METODOLOGÍA DMAIC”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL  
TÍTULO DE INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**FABIOLA ELIZABETH CASAPAICO PULTAY**

**LIMA - PERÚ**

**2022**








## Document Information

---

<b>Analyzed document</b>	TESIS_E Cristobal _para originalidad 1.pdf (D121062724)
<b>Submitted</b>	2021-12-04T01:28:00.0000000
<b>Submitted by</b>	Walter Francisco Salas Valerio
<b>Submitter email</b>	wfsalas@lamolina.edu.pe
<b>Similarity</b>	3%
<b>Analysis address</b>	wfsalas.unalm@analysis.urkund.com

## Sources included in the report

---

<b>SA</b>	<b>Tesis Cynthia Coca.pdf</b> Document Tesis Cynthia Coca.pdf (D89863967)	 <b>1</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://1library.co/document/q2no8m2q-efecto-aceite-esencial-oregano-origanum-vulgare-conservante-porcellus.html">https://1library.co/document/q2no8m2q-efecto-aceite-esencial-oregano-origanum-vulgare-conservante-porcellus.html</a> Fetched: 2021-02-12T18:26:46.2230000	 <b>12</b>
<b>SA</b>	<b>TESIS FERNANDO POSLIGUA URKUND.docx</b> Document TESIS FERNANDO POSLIGUA URKUND.docx (D98211519)	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>SarangoLeon-CinthiaMilena.pdf</b> Document SarangoLeon-CinthiaMilena.pdf (D116499077)	 <b>4</b>
<b>SA</b>	<b>submission.pdf</b> Document submission.pdf (D110893909)	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>Adriana del Rocío Landázuri Escudero.pdf</b> Document Adriana del Rocío Landázuri Escudero.pdf (D67101254)	 <b>2</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.slideshare.net/poolrojaspatcheco/limite-de-microorganismos">https://www.slideshare.net/poolrojaspatcheco/limite-de-microorganismos</a> Fetched: 2021-12-04T01:30:00.0000000	 <b>1</b>

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**“INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LAS LÍNEAS DE  
EMPAQUE DE EMBUTIDOS Y QUESOS APLICANDO LA METODOLOGÍA  
DMAIC”**

Presentado por:

FABIOLA ELIZABETH CASAPAICO PULTAY

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

---

Dra. Bettit K. Salvá Ruiz

PRESIDENTE

---

Laura Linares García, PhD.

MIEMBRO

---

Dr. Luis A. Condezo Hoyos

MIEMBRO

---

Dr. Milber O. Ureña Peralta

ASESOR

Lima - Perú

2022

*El presente trabajo de suficiencia profesional está dedicado a mis padres Avelino y Emilia, por su apoyo incondicional y por sus sacrificios para educarme y brindarme un mejor futuro. A mi esposo Miguel quien me inspira a seguir superándome cada día. Y a mi Dios todopoderoso que ilumina mi caminar*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor de tesis Milber Ureña, por sus acertados consejos y por su apoyo incondicional, que fueron factores claves para el desarrollo de esta tesis y la metodológica y estadística, gracias por su incondicional apoyo.

A mi esposo Miguel Ángel Fernández por su apoyo constante y por darme ánimos para poder lograr redactar mi tesis, además de su comprensión incondicional en cada una de mis etapas.

A mi amigo Miguel Angel Varas Condori, por su incondicional apoyo y brindado durante la elaboración del presente trabajo.

A la empresa Alimentos peruanos por darme las facilidades y abrimos sus puertas para realizar la investigación y a la Ing. Ángel Puza Quispe por ayudarnos con nuestra encuesta. También a los supervisores de producción Javier Carvajal y Jaime Alpas, trabajadores de la empresa Alimentos Peruanos, quienes nos apoyaron en la realización de nuestras encuestas piloto.

# ÍNDICE GENERAL

## RESUMEN

### *ABSTRACT*

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1. PRODUCTIVIDAD.....	3
2.1.1. FACTORES INTERNOS Y EXTERNOS .....	4
2.1.2. FACTORES DUROS Y BLANDOS .....	5
2.1.3. FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD VS. EL CONTENIDO BÁSICO DEL TRABAJO .....	5
2.2. DMAIC .....	5
2.3. EFICIENCIA GLOBAL DEL EQUIPO (OEE).....	8
2.4. EMBUTIDOS .....	10
2.4.1. CHORIZO .....	10
2.4.2. SALCHICHA .....	10
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	<b>12</b>
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN .....	12
3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS.....	12
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS.....	12
3.3.1. MATERIALES .....	12
3.3.2. EQUIPOS .....	12
3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS .....	13
3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....	14
3.5.1. ETAPA 1: DEFINIR .....	14
3.5.2. ETAPA 2: MEDIR .....	14
3.5.3. ETAPA 3: ANALIZAR.....	15

3.5.4. ETAPA 4: MEJORAR.....	15
3.5.5. ETAPA 5: CONTROLAR.....	15
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>16</b>
4.1. METODOLOGÍA DMAIC - PRIMERA ETAPA: DEFINIR.....	16
4.1.1. ANTECEDENTES .....	16
4.1.2. NUEVO SISTEMA DE MEDICIÓN DEL OEE .....	21
4.2. METODOLOGÍA DMAIC - SEGUNDA ETAPA: MEDIR .....	23
4.2.1. RENDIMIENTO .....	23
4.2.3. DISPONIBILIDAD APROVECHADA.....	25
4.3. METODOLOGÍA DMAIC - TERCERA ETAPA: ANALIZAR.....	26
4.4. METODOLOGÍA DMAIC - CUARTA ETAPA: MEJORAR.....	32
4.4.1. MEJORAS EN EL RENDIMIENTO DE LAS LÍNEAS DE EMPAQUE .....	32
4.4.2. MEJORAS EN LA DISPONIBILIDAD APROVECHADA DE LAS LÍNEAS DE EMPAQUE.....	35
4.5. METODOLOGÍA DMAIC - QUINTA ETAPA: CONTROLAR .....	49
4.5.1. DOCUMENTO DE CONTROL .....	49
4.5.2. PROCESO ESTANDARIZADO .....	52
4.5.3. CAPACITACIÓN .....	53
4.6. EFICIENCIA GLOBAL DEL EQUIPO DESPUÉS DE LAS MEJORAS.....	55
4.6.1. LÍNEA DE CHORIZOS Y SALCHICHAS .....	55
4.6.2. LÍNEA DE QUESOS Y PRODUCTOS MADURADOS .....	55
4.6.3. HORAS EXTRAS .....	57
4.6.4. PRODUCTIVIDAD .....	57
4.7. APLICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES.....	59
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>61</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>62</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Fases y herramientas utilizadas para el desarrollo del DMAIC. ....	7
Tabla 2: Productividad del área de empaqueo de chorizos y salchichas en el 2018.....	17
Tabla 3: Productividad del área de empaqueo de quesos y productos madurados en el 2018. .....	17
Tabla 4: Horas extras de las áreas de empaque en el 2018.....	20
Tabla 5: Alternativa de solución para aumentar el rendimiento de los productos empacados de la línea de chorizos y salchichas. ....	32
Tabla 6: Alternativa de solución para aumentar el rendimiento de los productos empacados de la línea de quesos y productos madurados. ....	33
Tabla 7: Alternativa de solución para los cambios de formato y avance. ....	35
Tabla 8: Alternativa de solución para la reducir los paros por limpieza y cambio de formato.....	36
Tabla 9: Alternativa de solución para la reducir los paros por limpieza. ....	37
Tabla 10: Alternativa de solución para la reducir los paros por refrigerios. ....	39
Tabla 11: Alternativa de solución para aumentar la disponibilidad aprovechada colocando la información del número de paquetes que van por jabs.....	40
Tabla 12: Alternativa de solución para la reducir los paros por actualización del trabajo ..	41
Tabla 13: Alternativa de solución para reducir los paros por capacitación.....	42
Tabla 14: Alternativa de solución para aumentar la disponibilidad aprovechada reduciendo el tiempo de programación de codificadora. ....	45
Tabla 15: Alternativa de solución para aumentar la disponibilidad aprovechada organizando los materiales de trabajo. ....	46
Tabla 16: Alternativa de solución para aumentar la disponibilidad aprovechada organizando el pedido de materiales ....	46
Tabla 17: Alternativa de solución para aumentar la disponibilidad aprovechada y rendimiento.....	47
Tabla 20: Rendimiento y disponibilidad aprovechada de la línea de empaqueo de chorizos y salchichas del 2019.....	56
Tabla 21: Resultados de OEE de la línea de empaqueo de quesos y productos madurados del 2019 .....	56



Tabla 22: Rendimiento y disponibilidad aprovechada de la línea de empaclado de quesos y productos madurados del 2019 .....	57
Tabla 23: Horas extras mensuales en las áreas de estudio. ....	58
Tabla 24: Productividad mensual en las áreas de estudio. ....	58
Tabla 25: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en el desempeño laboral.....	59
Tabla 26: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en la producción de carnes frías y productos lácteos .....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Factores que afectan la productividad.....	4
Figura 2: Esquema de la secuencia de pasos del DMAIC .....	6
Figura 3: Resultados del OEE del área de empaqueo de chorizos y salchichas. ....	18
Figura 4: Medición de la disponibilidad aprovechada de la línea de empaque de chorizos y salchichas.....	19
Figura 5: Resultados de la OEE del área de empaqueo de productos madurados y quesos. 19	
Figura 6: Medición de la disponibilidad aprovechada de la línea de empaque de madurados y quesos. ....	20
Figura 7: Sistema de medición del OEE por turno de trabajo. ....	22
Figura 8: Resultados de la medición de la OEE y sus factores por semana.....	23
Figura 9: Resultados de la medición del OEE mensual.....	23
Figura 10: Resultados de la medición del rendimiento de la línea de chorizos y salchichas. ....	24
Figura 11: Resultados de la medición del rendimiento de la línea de quesos y productos madurados.....	25
Figura 12: Tiempo estimado de los paros no programados mensualmente de línea de chorizos y salchichas. ....	26
Figura 13: Porcentajes de los paros no programados por mes de la línea de chorizos y salchichas.....	26
Figura 14: Tiempo estimado de los paros no programados mensualmente de línea de chorizos y salchichas. ....	27
Figura 15: Porcentajes de los paros no programados por mes de la línea de chorizos y salchichas.....	27
Figura 16: Diagrama de Ishikawa del bajo rendimiento de las líneas de empaque de chorizos y salchichas. ....	28
Figura 17: Diagrama de Ishikawa de la disponibilidad aprovechada de la línea de empaqueo de chorizos y salchichas. ....	29
Figura 18: Análisis de Ishikawa del bajo rendimiento de las líneas de empaque de quesos y productos madurados.....	30

Figura 19: Análisis de Ishikawa de la disponibilidad aprovechada de la línea de empaqueo de quesos y productos madurados. ....	31
Figura 20: Instructivito de la limpieza diaria del área de chorizos y salchichas. ....	49
Figura 21: Seguimiento del indicador OEE de la línea de chorizo y salchichas. ....	50
Figura 22: Seguimiento del indicador OEE de la línea de quesos y productos madurados. ....	50
Figura 23: Seguimiento de los factores del OEE, del rendimiento y disponibilidad aprovechada diariamente. ....	51
Figura 24: Ayuda visual del contenido de paquetes por jabas. ....	51
Figura 25: Cambio de lugar de la hoja de control de la codificadora. ....	52
Figura 26: Colocado de instructivos de armado del equipo. ....	52
Figura 27: Sistema de medición del OEE para las líneas de empaque. ....	53
Figura 28: Capacitación del OEE a los operadores de empaque. ....	54
Figura 29: Capacitación de las operaciones del área de empaque. ....	54
Figura 30: Capacitación de las operaciones del área de empaque. ....	54

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: DIAGRAMAS DE FLUJO DE LAS ÁREAS EN ESTUDIO .....	64
ANEXO 2: DELIMITACIÓN DE LOS PROCESO EL ÁREA DE CHORIZOS Y SALCHICHAS .....	65
ANEXO 3: DELIMITACIÓN DE LOS PROCESO EL ÁREA DE QUESOS MADURADOS Y QUESOS .....	65

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo incrementar la productividad del área de empaçado de una línea de embutidos de chorizos y salchichas, y otra línea quesos y productos madurados, implementando la metodología DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar). En la etapa de definir se analizaron los antecedentes de la disponibilidad aprovechada y la eficiencia global de equipo (OEE) en las áreas de estudio; en la etapa de medir se creó un nuevo sistema de medición para el mejor análisis del OEE para identificar los productos que se estaban procesando con velocidades bajas y para ver el tiempo de parada de máquina por cada turno de trabajo; en la etapa de análisis se utilizó el gráfico de Ishikawa para analizar las posibles causas que podrían estar afectando el rendimiento y causando las paradas de máquina; en la etapa de mejora se implementaron las soluciones propuestas en la etapa de análisis; y en la etapa de control se realizaron capacitaciones que se mantenga el sistema de medición del OEE. Después de la implementación del año 2018 al 2019 se logró la mejora de la productividad de 0.95 a 1.12 y 0.25 a 0.34 en promedio en las áreas de chorizos y salchichas, y quesos y productos madurados, respectivamente; las horas extras también se vieron reducidas del año 2018 al 2019 de 71.17 a 9.42 y 54.75 a 10.33 en promedio en las áreas de chorizos y salchichas, y quesos y productos madurados, respectivamente. El OEE también se incrementó en ambas áreas de estudio, superando los objetivos propuestos por el proyecto.

**Palabras clave:** Productividad, embutidos, productos fermentados, quesos, six sigma.

## **ABSTRACT**

The objective of this research work was to increase the productivity of the packaging area of a line of sausages, and another line of cheeses and matured products, implementing the DMAIC methodology (define, measure, analyze, improve and control). In the definition stage, the background of the availability used and the overall equipment efficiency (OEE) in the study areas were analyzed; In the measurement stage, a new measurement system was created for the best analysis of the OEE to identify the products that were being processed at low speeds and to see the machine downtime for each work shift; in the analysis stage, the Ishikawa graph was used to analyze the possible causes that could be affecting the performance and causing the machine stops; in the improvement stage, the solutions proposed in the analysis stage were implemented; and in the control stage, training was carried out to maintain the OEE measurement system. After the implementation from 2018 to 2019, productivity improvement was achieved from 0.95 to 1.12 and 0.25 to 0.34 on average in the areas of sausages, and cheeses and matured products, respectively; Overtime hours were also reduced from 2018 to 2019 from 71.17 to 9.42 and 54.75 to 10.33 on average in the areas of sausages, and cheeses and matured products, respectively. The OEE also increased in both study areas, exceeding the objectives proposed by the project.

**Keywords:** Productivity, sausages, fermented products, cheeses, six sigma.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el comportamiento del mercado nacional de derivados cárnicos se ha visto afectado por la coyuntura económica del país, reflejándose en un incremento no sostenido de la demanda de dichos productos.

Según Vazquez (2017) en el mercado peruano se consumen 60 mil toneladas de embutidos al año, con un valor de 150 millones de dólares. El consumo per cápita de embutidos es de 2.5 kg por año aproximadamente. Se espera que su consumo siga en aumento para los siguientes años en un 14 por ciento. En el Perú, existen empresas de producción de embutidos que manejan procesos y tecnología que garantizan un producto apto y de calidad para el consumo humano, tal es el caso de las marcas San Fernando, Otto Kunz y Braedt con un 28, 21 y 16 por ciento de posicionamiento, respectivamente.

Los embutidos son productos de salchichonería que, de acuerdo con el tipo de las materias primas utilizadas, su forma de preparación y la tecnología de elaboración se distinguen en distintas clases como crudos, escaldados, ahumados y cocidos. Dentro de los cuales se tienen a los de jamones y jamonadas, definidos como embutidos cocidos elaborados sobre la base de carne de cerdo y vacuno, con el agregado o no de tocino, azúcar, salitre, productos amiláceos, leche en polvo y especias (Saenz, 2004). Su valor nutritivo es superior al de la carne cruda porque al tratarse de un producto desecado tiene mayor riqueza en nutrientes, además, que al consumirse crudo no se alteran sus principios inmediatos.

La empresa en estudio cuenta con una posición relevante en el segmento de carnes frías y quesos en América y Europa, que comercializa a través de marcas sólidas con presencia en 18 países. Esta empresa tiene como sus líneas más importantes, la línea de elaboración de chorizos y salchichas, y la línea de quesos y productos madurados, los cuales cuenta con procesos estandarizados.

Durante los años 2017 y 2018, la capacidad de producción de la empresa no ha tenido una mejora sustancial de sus líneas de empaque, por lo que se evaluó plantear un proyecto que sea sostenible en el tiempo y, además, esté enfocado en el cliente interno. Razón por la cual se propone la utilización de la estrategia de la metodología DMAIC, teniendo como beneficio la validación de los pasos y/o conclusiones con el uso de diferentes herramientas estadísticas.

El objetivo de la presente investigación fue incrementar la capacidad de producción de las líneas de empaque de una planta de embutidos aplicando la metodología DMAIC, además, de incrementar la productividad de las líneas de empackado en una planta de embutidos aplicando la OEE e incrementar la productividad de las líneas de empackado monitoreando los sobretiempos en la implementación DMAIC.



## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. PRODUCTIVIDAD**

La productividad está relacionada con los bienes y servicios producidos en relación con los recursos utilizados para producirlos, es la relación entre la salida de un determinado proceso y la entrada de los recursos empleados (Kiran, 2020a).

Kiran (2020a) identifica cinco factores que impulsan el crecimiento de la productividad:

1. La inversión: La disponibilidad de un mayor capital permite la producción de salidas con mejor calidad.
2. Innovación: Nuevas ideas en nuevas tecnologías, nuevos productos, entre otros, que pueden permitir trabajar de manera más rápida y eficiente para aumentar la productividad.
3. Habilidades: Cantidad y calidad del trabajo de diferentes niveles que complementan el capital físico y son necesarias para aprovechar las inversiones e innovaciones.
4. Empresa: Permite aprovechar nuevas oportunidades de negocio tanto para startups como para empresas existentes mediante nuevas ideas y tecnologías.
5. Competencia: Mejora la productividad al crear incentivos para innovar y garantiza que los recursos se asignen a las empresas más eficientes.

Kiran (2020b), también menciona algunos síntomas relacionados a la baja productividad en una empresa, los cuales se mencionan a continuación:

- Espacio congestionado
- Alto rechazos y devoluciones
- Recursos desperdiciados
- Calidad variable en productos.
- No hay estimaciones de costos precisas
- No hay flujo de trabajo obvio

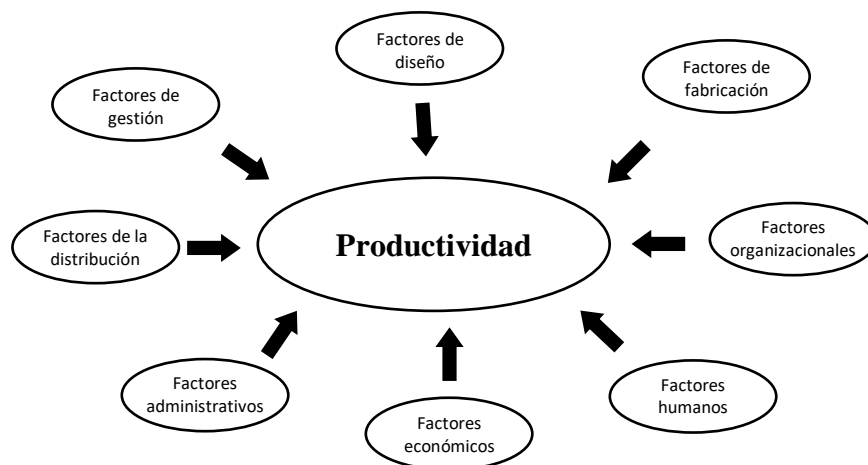
- Altos niveles de inventario
- Alto nivel de horas extra
- Plazos incumplidos
- Tiempo de inactividad excesivo del equipo.
- Inadecuada recuperación de gastos generales
- Objetivos no alcanzados
- Costos de inversión no recuperados
- Niveles de personal inexactos
- Falta de medidas de productividad apropiadas

Entre los factores que afectan la productividad de una empresa, se pueden identificar tres principales: factores internos y externos, factores duros y blandos, y factores que afectan la productividad vs. el contenido básico del trabajo (Kiran, 2020b).

### 2.1.1. FACTORES INTERNOS Y EXTERNOS

Los factores internos son aquellos que puede controlar, como el diseño del lugar de trabajo y las políticas de diseño funcional (Figura 1), así como los siguientes:

- Recursos humanos como empleados, público objetivo y voluntarios.
- Acceso a recursos naturales, patentes, derechos de autor y marcas registradas.
- Procesos actuales como programas de empleados, sistemas de software y jerarquías departamentales.



**Figura 1: Factores que afectan la productividad**

FUENTE: Kiran (2020b)

Los factores externos son todos aquellos que están fuera del control de la empresa y algunos de los factores externos son aquellos que afectan el proceso de mejora de la productividad como:

- Requisito funcional del cliente de un producto,
- Falta de disponibilidad de los materiales óptimos.
- Competencia
- Regulaciones gubernamentales

### **2.1.2. FACTORES DUROS Y BLANDOS**

Los factores duros son los que están bien establecidos y son más difíciles de cambiar, como el diseño del producto, la planta, el equipo y la tecnología; mientras que los factores blandos son los que pueden cambiarse como el personal, organización y sistemas, métodos de trabajo y estilos de gestión. Giran en torno a los seres humanos y, por lo tanto, son flexibles, impredecibles, no fáciles de calcular y no fáciles de comprender. En cierto modo, los factores blandos son más difíciles de manejar que los factores duros (Kiran, 2020b).

### **2.1.3. FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD VS. EL CONTENIDO BÁSICO DEL TRABAJO**

El contenido básico del trabajo es la cantidad de trabajo que se debe realizar para el desempeño de una operación en el momento mínimo e irreducible, a una tasa de trabajo estándar, en la que se puede completar una tarea si todo se lleva a cabo. Es el trabajo mínimo absoluto teóricamente requerido para producir una unidad del producto (Kiran, 2020b).

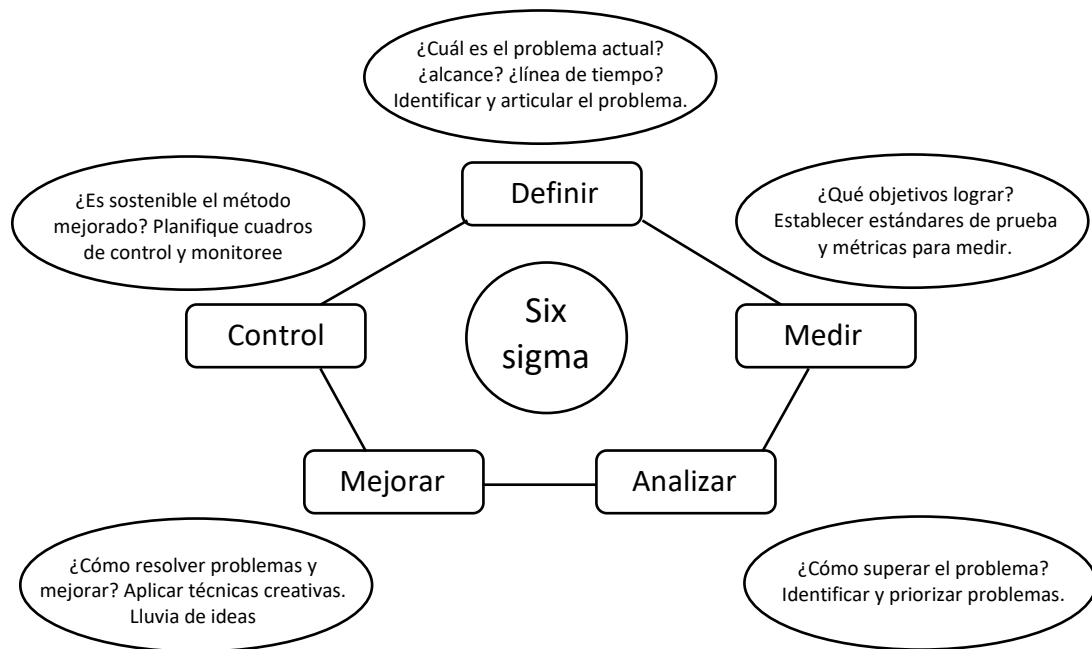
El contenido de trabajo básico se agrega debido a varias imperfecciones en el diseño o el proceso de fabricación u otros factores que pueden estar bajo el control de la gerencia o los operativos (Kiran, 2020b).

## **2.2. DMAIC**

Entre las diferentes herramientas de gestión de la calidad que pueden considerarse como métodos de mejora de la calidad, existen dos principales utilizadas en el concepto Six Sigma:

DMAIC y DMADV. DMAIC es un acrónimo de las palabras Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Control (en inglés Define-Measure-Analyze-Improve-Control). Este método se basa en la mejora del proceso de acuerdo con el ciclo de Deming (Smętkowska & Mrugalska, 2017).

El ciclo DMAIC consta de cinco etapas que están conectadas entre sí y se pueden observar en la Figura 2 y se son explicadas por Jain (2020):



**Figura 2: Esquema de la secuencia de pasos del DMAIC**

**FUENTE:** Kiran (2017)

- **Definir:** El propósito de este paso es identificar claramente el problema, la meta, los recursos potenciales, el alcance del proyecto y el cronograma. Se debe establecer una meta clara dentro de un cierto período de tiempo con los recursos disponibles.
- **Medida:** Este paso establece la línea de base actual como la base para mejora. Esto forma la línea de base, con la cual se comparará la métrica de rendimiento a intervalos definidos.
- **Analizar:** El propósito de este paso es identificar, validar y seleccionar una causa raíz para la eliminación. La causa puede ser multifactorial. Si hay múltiples operadores, puede ser específico del operador.
- **Mejorar:** Una vez que se identifica la causa o causas raíz, las soluciones deben implementarse y probarse. Los equipos deben comenzar con la solución más simple

primero, seguido de procesos más difíciles de implementar. El plan de implementación debe ser acordado por todo el equipo, documentado e implementado cuidadosamente.

- **Controlar:** El control es el paso final dentro del método de mejora DMAIC. En este paso, se deben modificar los procedimientos y se debe cuantificar y celebrar el beneficio de los esfuerzos de mejora de la calidad. Las mejoras deben rastrearse con el tiempo. El hecho de que un proceso se haya mejorado una vez no significa que no se pueda volver a enfocar en futuros ciclos de mejora.

El-Haik (2010) menciona las herramientas utilizadas en cada una de las fases del DMAIC, las cuales se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1: Fases y herramientas utilizadas para el desarrollo del DMAIC**

<b>Fases del DMAIC</b>	<b>Herramientas utilizadas</b>
<b>Definición:</b> Definir los objetivos del proyecto y los resultados del cliente (internos y externos).	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir clientes y requisitos (CTQ)</li> <li>• Desarrollar una declaración de problemas, metas y beneficios</li> <li>• Identificar campeón, propietario del proceso y equipo</li> <li>• Definir recursos</li> <li>• Evaluar el soporte organizacional clave</li> <li>• Desarrollar plan de proyecto e hitos</li> <li>• Desarrollar un mapa de proceso de alto nivel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carta del proyecto</li> <li>• Diagrama de flujo del proceso</li> <li>• Diagrama SIPOC</li> <li>• Análisis de los interesados</li> <li>• Estructura de desglose del trabajo DMAIC</li> <li>• Definiciones CTQ</li> <li>• Voz de la reunión del cliente</li> </ul>
<b>Medición:</b> Medir el proceso para determinar el rendimiento actual; Cuantificar el problema.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir defecto, oportunidad, unidad y métrica</li> <li>• Mapa detallado del proceso de áreas apropiadas</li> <li>• Desarrollar un plan de recopilación de datos</li> <li>• Validar el sistema de medición</li> <li>• Recolectar los datos</li> <li>• Comience a desarrollar la relación <math>Y = f(x)</math></li> <li>• Determinar la capacidad del proceso y la línea de base Sigma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagrama de flujo del proceso</li> <li>• Plan de recopilación de datos / ejemplo</li> <li>• Benchmarking</li> <li>• Análisis del sistema de medición / R&amp;R del sistema de medición</li> <li>• Voz de la reunión del cliente</li> <li>• Cálculo de proceso Sigma</li> </ul>
<b>Análisis:</b> Analizar y determine la causa raíz de los defectos.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir objetivos de rendimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• histograma</li> </ul>

«continuación»

---

<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar los pasos del proceso de valor / sin valor agregado</li><li>• Identificar fuentes de variación</li><li>• Determinar la (s) causa (s) raíz (s)</li><li>• Determinar la relación vital de pocas x, <math>Y = f(x)</math></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diagrama de Pareto</li><li>• Serie temporal / Gráfico de ejecución</li><li>• Gráfico de dispersión</li><li>• Análisis de regresión</li><li>• Causa y efecto / Diagrama de espina de pescado</li><li>• 5 porqués</li><li>• Revisión y análisis de mapas de procesos</li><li>• Análisis estadístico</li><li>• Prueba de hipótesis (continua y discreta)</li><li>• Análisis de datos no normales</li></ul>
--	---

---

**Mejora:** Mejorar el proceso eliminando defectos.

---

<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar diseño de experimentos</li><li>• Desarrollar soluciones potenciales</li><li>• Definir tolerancias operativas del sistema potencial</li><li>• Evaluar los modos de falla de las posibles soluciones</li><li>• Validar la mejora potencial mediante estudios piloto</li><li>• Corregir / reevaluar la solución potencial</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lluvia de ideas</li><li>• Prueba de errores</li><li>• Diseño de experimentos</li><li>• Matriz Pugh</li><li>• Casa de calidad</li><li>• Análisis de modos de falla y efectos (FMEA)</li><li>• Software de simulación</li></ul>
---	---

---

**Control:** Controlar el rendimiento futuro del proceso.

---

<ul style="list-style-type: none"><li>• Definir y validar el sistema de monitoreo y control</li><li>• Desarrollar estándares y procedimientos</li><li>• Implementar control estadístico de procesos</li><li>• Determinar la capacidad del proceso</li><li>• Desarrollar plan de transferencia, traspaso al propietario del proceso</li><li>• Verificar beneficios, ahorro / evitación de costos, crecimiento de ganancias</li><li>• Cerrar proyecto, finalizar documentación</li><li>• Comunicarse con los negocios, celebrar</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cálculo de proceso Sigma</li><li>• Gráficos de control (variable y atributo)</li><li>• Cálculos de ahorro de costos</li><li>• Plan de control</li></ul>
---	---

---

FUENTE: El-Haik (2010)

### 2.3. EFICIENCIA GLOBAL DEL EQUIPO (OEE)

Chikwendu et al. (2020) mencionan que la eficiencia global del equipo (EGE) es una medida del rendimiento y la productividad de las operaciones de producción, que se expresa como un porcentaje, indica el grado en que un proceso de fabricación es realmente productivo y sirve como una medida general e inclusiva de qué tan bien están funcionando las operaciones

de fabricación de una empresa. Asimismo, es una función de calidad, tasa de rendimiento y disponibilidad, que en realidad miden las pérdidas de equipos.

Suryaprakash et al (2020) mencionan que la EGE es el producto de la tasa de disponibilidad, la tasa de rendimiento y la tasa de calidad, donde la tasa de disponibilidad es el tiempo que el equipo realmente está funcionando, en comparación con el tiempo que podría haber estado funcionando; la tasa de rendimiento es la cantidad producida durante el tiempo de funcionamiento, frente a la cantidad potencial producida a la velocidad diseñada del equipo, mientras que la tasa de calidad se define como la relación entre el número de buenos productos producidos y la cantidad total de Productos producidos.

$$EGE = Tasa\ de\ Disponibilidad \times Tasa\ de\ Rendimiento \times Tasa\ de\ Calidad$$

Donde:

$$Tasa\ de\ Disponibilidad = \frac{Tiempo\ de\ carga - Tiempo\ de\ inactividad}{Tiempo\ de\ carga}$$

El tiempo de carga es el tiempo disponible planificado por día o mes para las operaciones de producción, mientras que el tiempo de inactividad se refiere al tiempo total de producción durante el cual el sistema integrado no funciona debido a fallas del equipo o requisitos de configuración/ajuste.

$$Tasa\ de\ Rendimiento = \frac{Cantidad\ procesada \times Ciclo}{Tiempo\ de\ funcionamiento}$$

La cantidad procesada se refiere a la cantidad de productos procesados en un día o mes y el tiempo de funcionamiento es la diferencia entre el tiempo de carga y el tiempo de inactividad.

$$Tasa\ de\ Calidad = \frac{Cantidad\ procesada - Cantidad\ de\ defectos}{Cantidad\ procesada}$$

La cantidad del defecto es el número de productos rechazados debido a la incapacidad del producto para cumplir con el diseño de producción, y por lo tanto requiere ser reelaborado o puede considerarse como chatarra.

## **2.4. EMBUTIDOS**

### **2.4.1. CHORIZO**

El chorizo español se basa en carne de cerdo y ternera con grasa de cerdo agregada, sal, azúcar, agentes de curado y especias como pimiento rojo, pimentón, ajo y orégano y se rellena en tripa natural o artificial. Hay muchos tipos de chorizo según el diámetro, la forma, el tamaño, las características sensoriales y el origen geográfico. En general, se caracteriza por una sección transversal con un color rojo intenso y una distribución desigual de la grasa (Toldrá, 2014).

### **2.4.2. SALCHICHA**

La salchicha se define típicamente como una mezcla de carne picada, combinada con especias y condimentos. La salchicha a menudo se rellena en algún tipo de envoltura y se enlaza, pero también se encuentran disponibles productos de salchicha sueltos. Originalmente, la salchicha se utilizaba como un medio para rescatar el valor de los recortes y cortes de carne de menor valor. Además de agregar valor a la carne, con el tiempo, los embutidos cocidos se han convertido en productos cárnicos convenientes, ya que están "listos para comer" (RTE) y son fáciles de comer en forma de sándwich. Los productos de salchicha cocida también agregan una gran variedad a las opciones de alimentos de los consumidores debido a una variedad infinita de especias y saborizantes que están disponibles al elaborar estos productos (Knipe, 2014).

### **2.4.3. QUESOS**

Es el producto fresco o maduro, sólido o semisólido, obtenido por separación del suero después de la coagulación de la leche natural, de la desnatada total o parcial, de la nata, del suero de mantequilla o de una mezcla de algunos o de todos estos productos por la acción



del cuajo u otros coagulantes apropiados, con o sin hidrólisis previa de la lactosa (del Castillo y Lagarriga, 2004).

#### **2.4.4. PRODUCTOS MADURADOS**

Los embutidos madurados son mezclas cárnicas, que se generan con la ayuda de cultivos iniciadores o bien con microorganismos presentes en la flora asociada. La flora asociada a la elaboración de embutidos es de  $10^3$  a  $10^6$  UFC/g. En el caso de utilizar cultivos iniciadores, es importante seleccionar las mejores cepas de microorganismos, inocular las cepas en altas concentraciones ( $10^7$  a  $10^9$  UFC/g), permitir que las cepas crezcan en condiciones que sean aptas para su desarrollo y que impidan el crecimiento de la flora causante de deterioro. Se clasifican en embutidos secos con humedad de 50 a 75 por ciento y semisecos con humedad de 85 por ciento (Hernández et al., 2003).

## **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

La investigación fue realizada en las áreas de empaqueo de chorizos y salchichas, y de productos madurados y quesos de la empresa Alimentos peruanos durante los años 2017 y 2018.

### **3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS**

Aplicara para los productos de las líneas de salchichas, chorizos, productos madurados y quesos.

### **3.3. MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **3.3.1. MATERIALES**

- Bobinas de polipropileno
- Etiquetas
- Jabas
- Parihuelas
- Coches de contenedor de productos con ruedas

#### **3.3.2. EQUIPOS**

- Empacadora al vacío para salchichas y chorizos (Multivac 1)
- Cortadora de chorizos (Vemag)
- Peladoradora de salchichas (Inotec)
- Tunel de enfriamiento
- Empacadora al vacío para quesos madurados (Tiromat)

- Rebanadora (Weber 420)
- Rebanadora de colas
- Codificadora
- Balanza digital (Acculab Sartorius group, Capacidad: hasta cinco kilogramos).
- Balanza digital (Serie Traveler <sup>TM</sup>, Capacidad: 150g a 5000g, Sensibilidad: 0.01 a 0.05 g)
- Cronómetro digital (Modelo 1052, Control Company, USA)
- Termómetro

### 3.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS

#### 3.4.1. EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPO (OEE)

El cálculo de la OEE fue determinado en función a la disponibilidad, rendimiento y calidad, siguiendo las ecuaciones mencionadas por Kiran (2020a).

El factor de disponibilidad aprovechada fue medido desde el año 2017 en la empresa, y fue calculada según la siguiente ecuación:

$$Tasa\ de\ Disponibilidad = \frac{Tiempo\ de\ carga - Tiempo\ de\ inactividad}{Tiempo\ de\ carga}$$

El factor de rendimiento fue medido desde el año 2017 en la empresa, pero no se ha expresado en el sistema como resultado para el estudio debido a que solo se obtenía el resultado de toda la producción de un turno, y fue calculada según la siguiente ecuación:

$$Rendimiento = \frac{Producción\ real}{Producción\ máxima}$$

El factor de calidad hasta la fecha no ha sido evaluado en la empresa, por lo cual siempre se mantuvo en 100 por ciento para todos los cálculos de todas las líneas.

$$Tasa\ de\ Calidad = \frac{Cantidad\ procesada - Cantidad\ de\ defectos}{Cantidad\ procesada}$$

El OEE fue calculado con la siguiente ecuación:

$$OEE = \% \text{ Disponibilidad } \times \% \text{ Rendimiento } \times \% \text{ Calidad}$$

### **3.5. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

Se aplicó la metodología DMAIC siguiendo las siguientes etapas

#### **3.5.1. ETAPA 1: DEFINIR**

Las actividades que realizaron en este paso fue la identificación de los problemas, definir los requerimientos, establecer y confirmar metas del equipo y validar oportunidades de mejora. Se analizaron los antecedentes, tomando como base los datos de la OEE en las áreas de empackado de chorizos y salchichas, y de productos madurados y quesos de la empresa Alimentos peruanos para aumentar la eficiencia de los equipos y el gasto por las horas extras. En los Anexos 1, 2 y 3 se puede observar el flujo de operaciones y el proceso que se sigue en estas áreas.

Se consideró como como objetivos

- Incrementar la OEE de 48.5 a 55 por ciento en promedio para el año 2019 desde el mes de enero hasta noviembre para la línea de empackado de los chorizos y salchichas.
- Incrementar la OEE de 40.5 a 60 por ciento en promedio para el año 2019 desde el mes de enero hasta noviembre en la línea de empackado de quesos y productos madurados.

Asimismo, se planteó un mejor sistema de análisis del OEE.

#### **3.5.2. ETAPA 2: MEDIR**

En esta etapa se realizó la toma de datos para el cálculo del rendimiento, disponibilidad aprovechada y calidad para el cálculo del OEE. Adicionalmente, se tomó registro de las horas extras trabajados por los operarios en las respectivas áreas de estudio.

### **3.5.3. ETAPA 3: ANALIZAR**

Para esta etapa se utilizó el “Diagrama de Ishikawa” como herramienta de calidad para identificar todas las causas que pueden contribuir al bajo rendimiento del proceso de empaqueo de las líneas en estudio, así como las causas que ocasionan una baja disponibilidad aprovechada en las áreas de empaque.

### **3.5.4. ETAPA 4: MEJORAR**

En esta etapa se plantearon soluciones para los problemas identificados en la etapa anterior por cada área en estudio. Las soluciones fueron planteadas en base a una lluvia de ideas que surgieron en reuniones con los operadores de las respectivas áreas de empaque.

### **3.5.5. ETAPA 5: CONTROLAR**

En esta etapa se validará las soluciones que funcionaron en la etapa previa, para lo cual fue necesario implementar controles que aseguren que el proceso se mantenga en el tiempo.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. METODOLOGÍA DMAIC - PRIMERA ETAPA: DEFINIR**

#### **4.1.1. ANTECEDENTES**

En el 2018, la empresa Alimentos peruanos atravesó diversos problemas en la productividad en el área de empacados de chorizos, salchichas, productos madurados y quesos. Esto trae como problema que no se logre empacar las toneladas programadas en sus dos turnos de trabajo, no satisfaciendo la totalidad de la demanda que se tenía mensualmente. Este problema es originado por paradas constantes de la máquina, a causa de cambios de formato, limpiezas, falla de la máquina empacadora, pruebas de productos, mala operación de los operadores y otras actividades que no se previnieron; incrementando los tiempos de empacado y costos de producción.

#### **a. PRODUCTIVIDAD**

En la Tabla 2 se muestra las toneladas producidas por mes, las horas trabajadas en el área de empacado de chorizos y salchichas, incluyendo horas extras, y la productividad. La productividad promedio fue de 0.95 en el año 2018, el cual es inferior al 1.00 de índice de productividad que tiene como objetivo la empresa.

La Tabla 3 muestra la productividad del área de empacado de productos madurados y quesos obteniendo 0.27 como índice de la productividad, donde en promedio del año 2018 tiene una producción de 110.7 t por mes y 414 h invertidas por mes. El índice de productividad ideal propuesto para el 2019 ha sido de mayor a 0.3.

El propósito de la mejora es aumentar las toneladas producidas por mes de manera eficiente sin tener muchas paradas de máquina, aumentando la velocidad de los productos empacados sin que afecte la calidad del producto, es por esta razón que se monitoreara y analizara el

indicador del OEE, donde se cambie el sistema de análisis para enfocarnos en los productos que requiere trabajar y en también a medir cuales son las mayores causas que originan las paradas de la línea.

**Tabla 2: Productividad del área de empackado de chorizos y salchichas en el 2018**

<b>MES</b>	<b>TONELADAS</b>	<b>HORAS TRABAJADAS</b>	<b>PRODUCTIVIDAD</b>
Enero	408.00	451	0.90
Febrero	417.60	465	0.90
Marzo	450.00	447	1.01
Abril	436.80	452	0.97
Mayo	437.00	459	0.95
Junio	422.40	448	0.94
Julio	453.00	461	0.98
Agosto	451.00	452	1.00
Setiembre	427.20	449	0.95
Octubre	429.00	457	0.94
Noviembre	427.20	463	0.92
Diciembre	435.00	458	0.95
<b>Promedio</b>	<b>432.85</b>	<b>455.17</b>	<b>0.95</b>

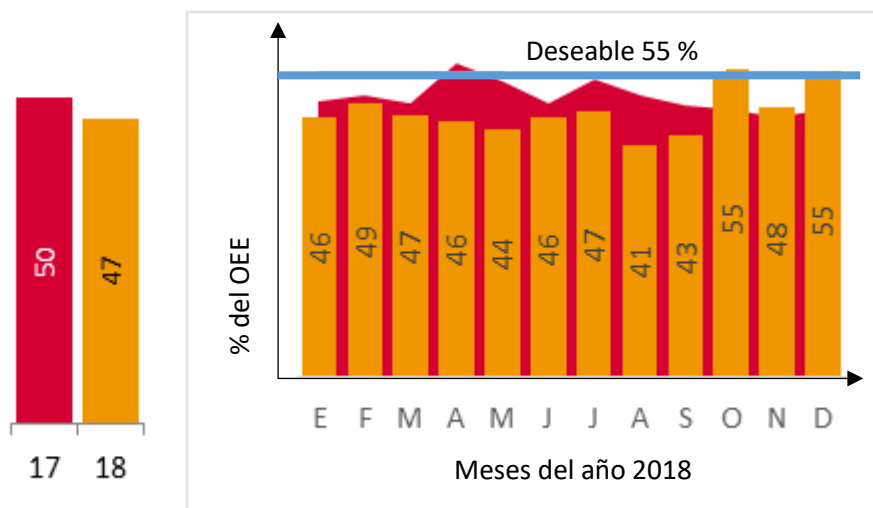
**Tabla 3: Productividad del área de empackado de quesos y productos madurados en el 2018**

<b>MES</b>	<b>TONELADAS</b>	<b>HORAS TRABAJADAS</b>	<b>PRODUCTIVIDAD</b>
Enero	100.8	437	0.23
Febrero	121.5	441	0.28
Marzo	115	435	0.26
Abril	111.8	437	0.26
Mayo	110.7	443	0.25
Junio	109.2	451	0.24
Julio	120.96	418	0.29
Agosto	115.36	431	0.27
Setiembre	108.08	448	0.24
Octubre	111.24	437	0.25
Noviembre	101.14	439	0.23
Diciembre	102.3	448	0.23
<b>Promedio</b>	<b>110.67</b>	<b>438.75</b>	<b>0.25</b>

Desde la misma perspectiva también se analizó la cantidad de horas extras generadas en las áreas de estudio, si el trabajo va por un buen camino estas horas tienen que reducirse, obteniendo con esto, resultados con un mayor índice de productividad.

**b. OEE DE LOS AÑOS 2017 Y 2018**

Se realizó la recopilación y evaluación de los resultados de la OEE del área de empaque de chorizos y salchichas de los dos años anteriores al proyecto (2017-2018), obteniendo un promedio de OEE del 50 y 47 por ciento en los años 2017 y 2018, respectivamente. Los resultados de OEE son inferiores al objetivo trazado de 55 por ciento OEE por la gerencia de la empresa como se observa en la Figura 3.



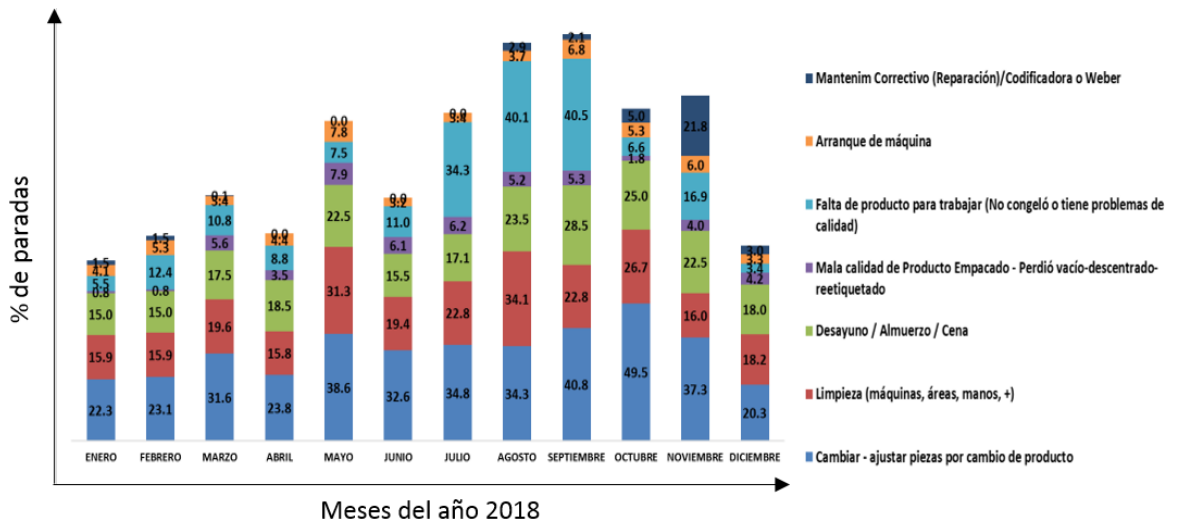
**Figura 3: Resultados del OEE del área de empaque de chorizos y salchichas**

El registro de disponibilidad aprovechada de la OEE de la línea de chorizos y salchichas son datos que diariamente son registradas por el encargado de esta línea, según se den los paros no programados. Estos datos se podían visualizar como se muestra en la Figura 4, siendo un sistema en donde no se podía realizar un análisis por cada turno de trabajo, ni de las velocidades trabajadas debido a que no era un gráfico comprensible.

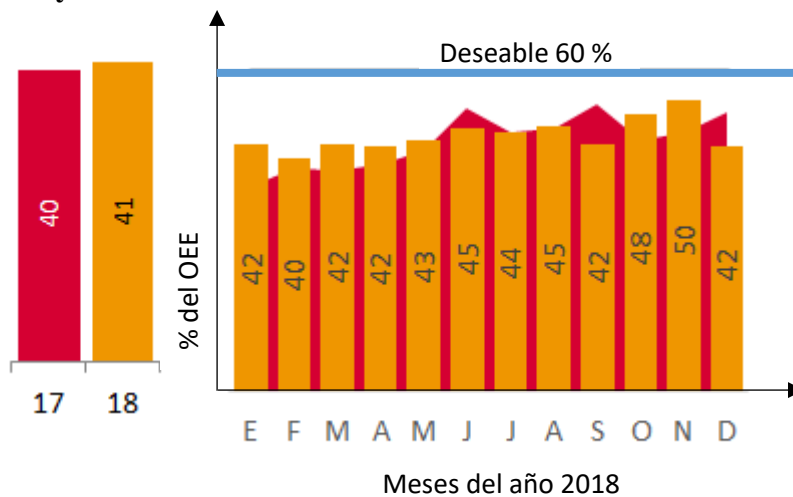
El análisis de la OEE en los años 2017 y 2018 solo estaba enfocado en la pérdida de tiempo (parada de máquina) por mes. En la Figura 2 se aprecia que los mayores porcentajes de pérdidas de disponibilidad aprovechada están en los cambios de formato, avances y las limpiezas.



En el caso del área de empaque de productos madurados y quesos, se obtuvo en promedio un OEE de 40 y 41 por ciento en los años 2017 y 2018, respectivamente. Los resultados de OEE son inferiores al objetivo trazado de 60 por ciento OEE por la gerencia de la empresa como se observa en la Figura 5.



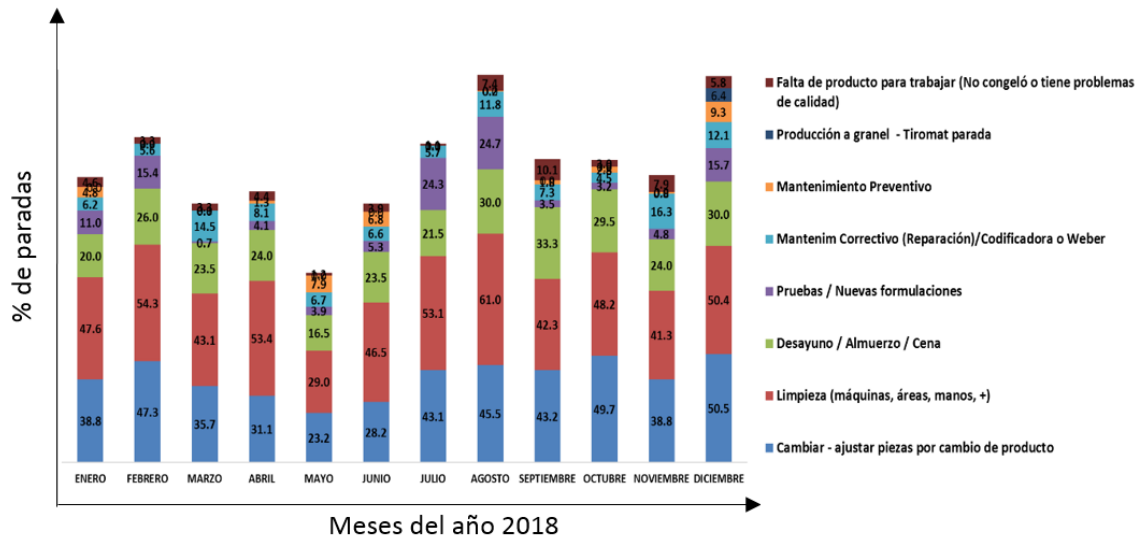
**Figura 4: Medición de la disponibilidad aprovechada de la línea de empaque de chorizos y salchichas**



**Figura 5: Resultados de la OEE del área de empaque de productos madurados y quesos**

Se obtuvo el registro de la disponibilidad aprovechada de la OEE de la línea de empaque de madurados y quesos que es llenada diariamente por el operador líder de la línea en

paralelo a su producción. El registro fue anotado en la cartilla de OEE en cada parada del equipo, con el cual se genera una gráfica como se observa en la Figura 6.



**Figura 6: Medición de la disponibilidad aprovechada de la línea de empaque de madurados y quesos**

Al igual que en el área de chorizos y salchichas, el análisis de la OEE en los años 2017 y 2018 solo enfoca la pérdida por tiempo improductivo, donde las mayores causas por tiempos improductivos son debidas a los cambios y ajustes de piezas, limpiezas, comidas y pruebas (Figura 4).

**c. COMPORTAMIENTO MENSUAL DE HORAS EXTRAS (2018)**

En la Tabla 4 se muestran los datos obtenidos en la recolección de datos de las horas extras generadas por mes en cada área respectiva del estudio en año 2018.

**Tabla 4: Horas extras de las áreas de empaque en el 2018**

Mes	Horas extras	
	Chorizos y salchichas	Productos madurados y quesos
Enero	67	53
Febrero	81	57
Marzo	63	51
Abril	68	53
Mayo	75	59
Junio	64	67

«continuación»

Julio	77	34
Agosto	68	47
Setiembre	65	64
Octubre	73	53
Noviembre	79	55
Diciembre	74	64

---

En el área de chorizos y salchichas se observan un mayor número de horas extras, esto es debido a que los productos empacados en esta línea tienen que ser empacados el mismo día porque corren riesgo de reprocesarse por la pérdida de peso. Caso contrario ocurre en el área de productos madurados y quesos, debido a que se puede dejar el programa inconcluso porque el producto se puede volver a almacenar, salvo que haya una urgencia por entrega de pedido con la cual se generan las horas extras.

#### 4.1.2. NUEVO SISTEMA DE MEDICIÓN DEL OEE

Debido a que no se tenía un buen sistema de análisis del OEE referido a los factores de rendimiento, disponibilidad aprovechada y calidad, se planteó un nuevo sistema con el que se pueden analizar estos factores de una forma más clara y rápida por cada turno de trabajo.

Esta data es registrada en una plantilla como se muestra en la Figura 7, y fue recopilada por el personal de Línea y digitalizada por el notificador. Del sistema se extraen los rendimientos y tiempos improductivos por Turno.

Los resultados del rendimiento están medidos por porcentajes y clasificados por tres colores para un mejor análisis, según como se indica a continuación:

- **Rojo:** Resultados de los rendimientos menores a 50 por ciento.
- **Amarillo:** Resultados de los rendimientos mayores a 50 por ciento y menores a 60 por ciento.
- **Verde:** Resultados de los rendimientos mayores a 60 por ciento.

En cuanto a la disponibilidad aprovechada, el sistema da la información de las paradas no programadas de las líneas de empaque. Además, muestra el tiempo exacto de estas paradas para el análisis diario.

			INTERVALO DE EVALUACIÓN (min)												PROD 1	(kg)	PROD 2	(kg)	OBS
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60					
TURNO NOCHE	21:30	22:00																	0
	22:00	23:00																	
	23:00	00:00																	
	00:00	01:00																	
	01:00	02:00																	
	02:00	03:00																	
	03:00	04:00																	
	04:00	05:00																	
TURNO DÍA	05:00	06:00																	
	06:00	07:00	M	M	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	520	28	107	4271
	07:00	08:00	40	40	40	40	41	41	41	41	41	41	41	41	40	227	41	500	
	08:00	09:00	57	57	57	57	31	31	31	31	31	31	E	E	57	440	31	300	
	09:00	10:00	E	22	22	22	22	57	57	57	57	57	57	57	22	1345			
	10:00	11:00	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T					
	11:00	12:00	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T					
	12:00	13:00	22	22	22	22	22	22	20	20	20	20	20	20	20	729			
TURNO TARDE	13:00	14:00	20	25	25	24	24	24	26	26	26	28	28	N	25	103			
	14:00	15:00	N	N	N	N	N	N	64	30	30	30	30	30	64	65			4591
	15:00	16:00	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	1365			
	16:00	17:00	30	30	67	67	65	65	65	65	63	63	63	63	67	67	65	84	
	17:00	18:00	63	63	63	63	63	61	H	H	H	H	H	H	61	49	55	89	
	18:00	19:00	56	55	55	49	49	49	49	49	E	E	E	E	56	80	9	428	
	19:00	20:00	8	8	8	T	T	9	9	9	9	9	14	14	8	249			
	20:00	21:00	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	1574	2	541	
	21:00	21:30	2	2	2	2	2												

8862

Promedio de EFECTIVIDAD	TURNO		TOTAL
PRODUCTO	DÍA	TARDE	
HOT DOG AMERICANO AHUMADO FUD 1.0 kg	26.0		26.0
CHORIZO ARGENTINO 0.5 kg	49.7	21.1	40.2
CHORIZO FINAS HIERBAS 1.0 kg	42.9		42.9
HOT DOG DE PAVO BALANCE 0.5 kg	43.6		43.6
CHORIZO AHUMADO 1.0 kg	50.4		50.4
CHORIZO AHUMADO 0.5 kg	35.8	67.9	51.8
HOT DOG DE POLLO 0.25 kg	52.2		52.2
CH CRIOLLO PICANTE PRECOCIDO 1.0 kg	52.5		52.5
SALCHICHA DE PECHUGA DE PAVO 0.25 kg	58.2		58.2
CHORIZO DE PAVO 0.5 kg	63.4	51.6	59.5
CHORIZO ALEMÁN 0.5 kg	67.4	51.6	62.1
CHORIZO PARRILLERO PRECOCIDO FUD 0.375 kg	63.5		63.5
HOT DOG GASTRONOMIA 1.0 kg	65.6		65.6



TURNO	NOMBRE	COD	Suma de NIM
DÍA	Cambio de avance - Formato - Film Frente - Film F	E	20
	Mannt Correctivo (Falla de equipo)	T	15
	Falta de producto para trabajar	M	10
Total DÍA			45
DÍA	Refrigerios (Desayuno-Almuerzo-Lonche-Cena)	H	30
	Limpezas diarias / profundas	N	30
	Cambio de avance - Formato - Film Frente - Film F	E	25
Total TARDE			85
Total general			130

Figura 7: Sistema de medición del OEE por turno de trabajo

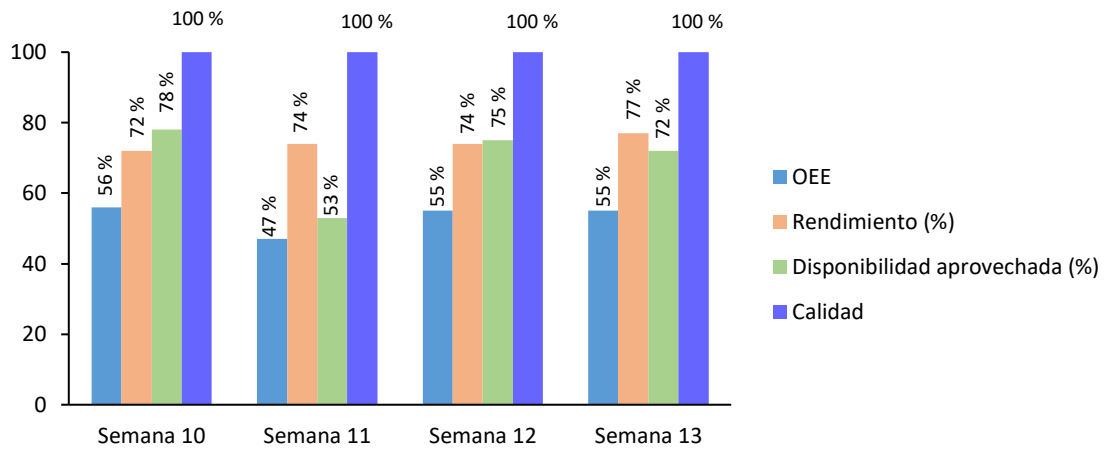
a. MEDIDA DE LA OEE SEMANAL Y MENSUAL

Después de obtener la medida diaria de la OEE, estos resultados son acumulados a otro sistema que brinda la siguiente información para un mejor analizar:

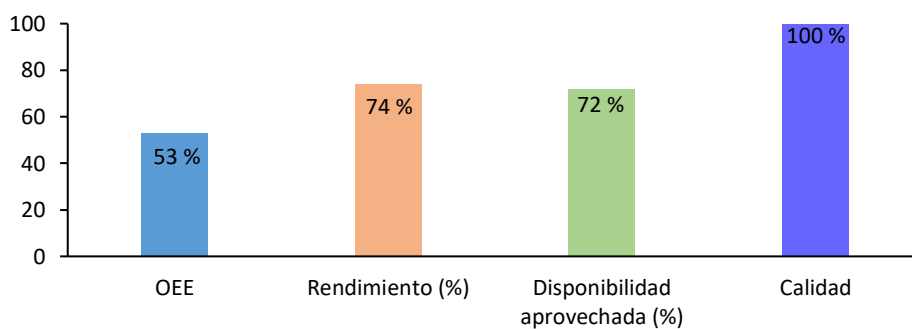
- Promedio de los factores de rendimiento, disponibilidad aprovechada y calidad por semana.
- Promedio de los factores de rendimiento, disponibilidad aprovechada y calidad de forma mensual.
- Promedio de la OEE por semana.
- Promedio de la OEE de forma mensual.

En la Figura 8 se muestra la información que el sistema de medición del OEE brinda, siendo esta el porcentaje de la OEE de forma semanal, así como también la medición de sus factores de rendimiento, disponibilidad aprovechada y calidad.

La Figura 9 muestra el resultado de la OEE por mes y sus factores de rendimiento, disponibilidad aprovechada y calidad. Este es un indicador analizado por la gerencia general y el grupo de operaciones.



**Figura 8: Resultados de la medición de la OEE y sus factores por semana**



**Figura 9: Resultados de la medición del OEE mensual**

## 4.2. METODOLOGÍA DMAIC - SEGUNDA ETAPA: MEDIR

### 4.2.1. RENDIMIENTO

El reporte brindado por el sistema de medición del OEE muestra los resultados del porcentaje de rendimientos de la velocidad nominal alcanzada, por cada producto trabajado semanal y mensualmente. Los resultados fueron clasificados por cada producto trabajado y por el tipo de velocidad alcanzada, según como se indica a continuación:

- **Rojo:** Rendimientos menores a 50 por ciento.
- **Amarillo:** Rendimientos mayores a 50 por ciento y menores a 60 por ciento.
- **Verde:** Rendimientos mayores a 60 por ciento.

#### a. RENDIMIENTO DE LA LÍNEA DE CHORIZOS Y SALCHICHAS

Con el nuevo sistema de medición de la OEE, se logró tomar los tiempos y registrarlos para evaluar los rendimientos de la línea de chorizos y salchichas de cada producto empacado. En la Figura 10 se observa que son 16 los productos con los rendimientos más bajos de empacados en la línea de chorizos y salchichas en el mes de enero de 2019.

Prome		TURNO			Total general
Nº	PRODUCTO	DIA	TARDE	NOCHE	
35	HOT DOG 1.0 KG	15.8%			15.8%
5	HOT DOG 3.0 KG		19.1%		19.1%
69	HOT DOG 0.4 KG	22.5%			22.5%
29	HOT DOG ROJO 1.0 KG		26.1%		26.1%
34	HOT DOG 0.5 KG	28.8%			28.8%
70	HOT DOG 0.2 KG	33.3%			33.3%
37	HOT DOG AMERICANO AHUMADO FUD 1.0 KG		38.2%		38.2%
49	SALCHICHA FRANKFURTER GASTRONOMIA 1.0 KG	41.8%			41.8%
9	HOT DOG DE POLLO 3.0 KG		43.3%		43.3%
36	HOT DOG AMERICANO AHUMADO FUD 0.2 KG	44.4%			44.4%
26	MORCILLA 1.0 KG	45.9%			45.9%
28	CH CRIOLLO PICANTE PRECOCIDO 1.0 KG		47.1%		47.1%
51	SALCHICHA VIENESA 0.50 KG	49.0%			49.0%
23	HOT DOG SALCHIPAPER0 FUD 24UND 0.912 KG	61.7%	24.8%		49.4%
62	CHORIZO FINAS HIERBAS 0.5KG	49.5%			49.5%
54	CHORIZO PARRILLERO FRESCO 5 UNDS	71.1%	38.9%		49.6%
59	CHORIZO AHUMADO 0.5KG		52.9%		52.9%
65	CHORIZO PARRILLERO COCTEL 0.25KG	53.3%			53.3%
61	CHORIZO DE PAVO 0.5KG	107.9%	26.3%		53.5%
42	HOT DOG GASTRONOMIA 1.0 KG	55.4%			55.4%
14	SALCHICHA FRANKFURTER (GASTRONOMIA) 2.0 KG		57.8%		57.8%

**Figura 10: Resultados de la medición del rendimiento de la línea de chorizos y salchichas**

#### b. RENDIMIENTO DE LA LÍNEA DE QUESOS Y PRODUCTOS MADURADOS

Para objeto de estudio se midió los rendimientos de la línea de empaque de quesos y productos madurados con el nuevo sistema de OEE, de manera que se pueda identificar los productos que están debajo del rango de velocidad mínimo permitido. En la Figura 11 se puede observar que en la línea de quesos y productos madurados con bajo rendimiento son nueve productos en el primer mes del 2019.

Promedio de EFECTIVIDAD	
48 Edam MILKUNZ IF pqt*90g (6ljs)	34.0%
34 QUESO GOUDA PROMOCIONAL 0.18 KG	34.8%
50 EDAM IF PQT 0.18 KG MILKUNZ PARA PACK	38.0%
49 EDAM IF PQT 0.18 KG MILKUNZ (9ljs)	42.6%
52 EDAM INTERFOLIADO PQT 0.18 KG MILKUNZ PARA PACK (9ljs*20g c/u)	43.0%
31 QUESO EDAM PROMOCIONAL 90 G	46.7%
32 QUESO MOZZARELLA PROMOCIONAL 0.14 KG	46.9%
27 QUESO EDAM ANCHOR PROMOCIONAL 0.14 KG	48.6%
53 GOUDA INTERFOLIADO PQT 0.18 KG MILKUNZ (9ljs*20g c/u)	49.0%
5 PEPPERONI 0.5 KG	57.6%
6 PEPPERONI GASTRONOMIA 0.5 KG	60.0%
7 SALAME HUNGARO 0.15 KG	64.9%
22 QUESO EDAM REB X 0.5 KG SIGMA FOSE	68.0%
8 SALAME NAPOLITANO 0.15 KG	79.7%
2 CABANOSSI (UND X 0.025 KG)	80.8%
3 PROSCIUTTO 0.1 KG	99.2%

**Figura 11: Resultados de la medición del rendimiento de la línea de quesos y productos madurados**

#### 4.2.3. DISPONIBILIDAD APROVECHADA

La medida de tiempos improductivos es reportada por cada paro no programado en minutos y por cada semana. El acumulado total de estos tiempos improductivos son sumados para realizar la gráfica del porcentaje de paradas.

##### a. LÍNEA DE CHORIZOS Y SALCHICHAS

Se tomó la medición del primer mes del 2019 con el nuevo sistema de la OEE para identificar las paradas de la línea de empaqueo de chorizos y salchichas, y saber el tiempo que tomo cada una de estas causas en minutos, así como el porcentaje que representa del total de paradas. En la Figura 12 se observa el total de paros no programados de la línea de chorizos y salchichas, en el primer mes del año 2019 fue de 6170 min. La Figura 13 muestra que en el mismo mes las tres pérdidas más grades en tiempo fueron las de limpiezas diarias 27 por ciento, refrigerios 24 por ciento y cambios de avances 21 por ciento.

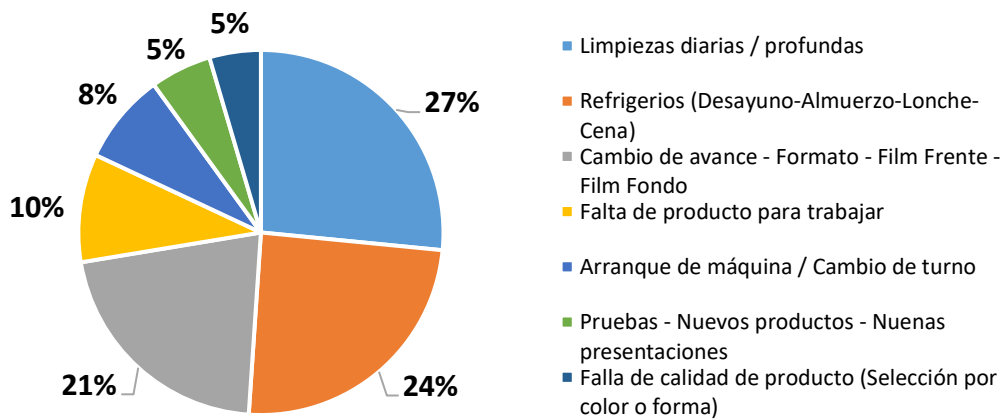
##### b. LÍNEA DE EMPACADO DE QUESOS Y PRODUCTOS MADURADOS

Se midió de la mismo forma los paros no programados de la línea de empaqueo de quesos y productos madurados, con el mismo sistema, de manera que se obtuvo el tiempo total en minutos y el porcentaje de paradas. Como se aprecia en la Figura 14, el total de paros en la

línea de empaques de queso y productos madurados en el mes de enero de 2019 fue de 7000 min. En Figura 15 se muestran las causas más relevantes de los paros, las cuales fueron limpiezas 37 por ciento, cambios de avances 27 por ciento y refrigerios 17 por ciento.

CODIGO	NOMBRE	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	Total general
N	Limpiezas Diarias / Profundas	345	365	310	250	1270
H	Refrigerios (Desayuno-Almuerzo-Lonche-Cena)	300	305	300	270	1175
E	Cambio De Avance - Formato - Film Frente - Film Fondo	290	230	285	225	1030
Q	Terminó Programa Planificado		150		485	635
M	Falta De Producto Para Trabajar	80	295	65	55	495
T	Mantt Correctivo (Falla De Equipo)	60	275	85	70	490
A	Arranque De Maquina / Cambio De Turno	95	85	100	115	395
Y	Pruebas - Nuevos Productos -Nuevas Presentaciones	5	230	25	10	270
W	Falla De Calidad Producto (Selección X Color O Forma)	30	5	120	30	185
C	Errores De Operación Y/O Coordinacion Error De Lt/Fv/Film/Kg			105		105
D	Capacitaciones - Línea De Trabajo (Q/P/S)		75			75
J	Falta de Mat de empaque (tapas, fondos, etiquet)	20		10		30
L	Falta De Recursos (Films-Tapas-Tijeras+)		10			10
B	Ausentismo de personal	5				5
<b>Total general</b>		<b>1230</b>	<b>2025</b>	<b>1405</b>	<b>1510</b>	<b>6170</b>

**Figura 12: Tiempo estimado de los paros no programados mensualmente de línea de chorizos y salchichas**



**Figura 13: Porcentajes de los paros no programados por mes de la línea de chorizos y salchichas**

#### 4.3. METODOLOGÍA DMAIC - TERCERA ETAPA: ANALIZAR

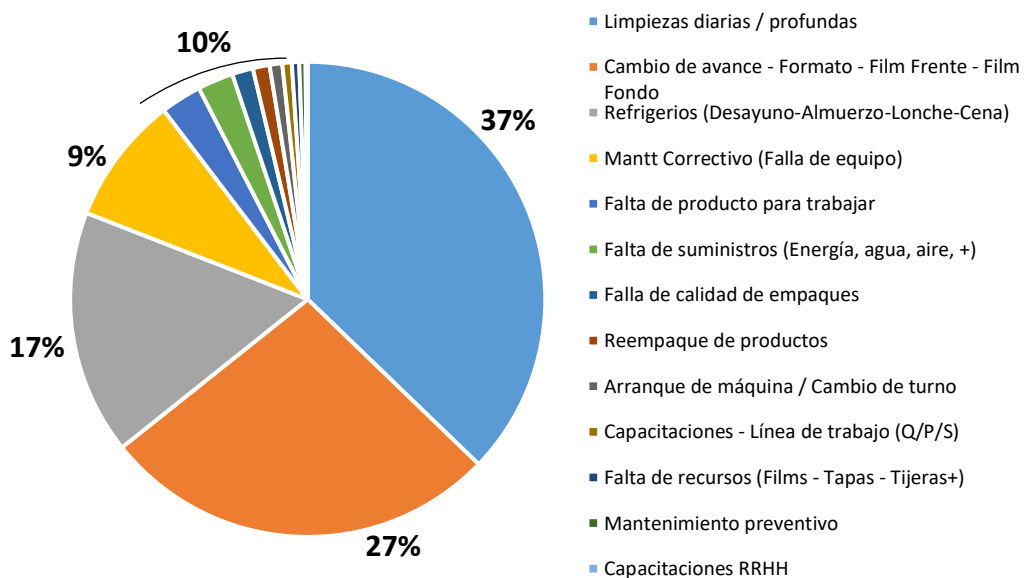
En las Figuras 16 y 17 se muestran el Diagrama de Ishikawa del bajo rendimiento y baja disponibilidad aprovechada de las líneas de empaque de chorizos y salchichas, respectivamente. Con estos diagramas se pudo identificar las posibles causas que ocasionan los bajos rendimientos en las dos áreas, siendo las más resaltantes la falta de capacitación de los operarios en cuanto al conocimiento en el uso de las máquinas, el tipo de material de empaque no era el más adecuado por las medidas y la falta de seguimiento y feedback en cuanto a los resultados que se tenían.



En las Figuras 18 y 19 se muestran el Diagrama de Ishikawa del bajo rendimiento y baja disponibilidad aprovechada de las líneas de empaque de productos madurados y quesos, respectivamente. Se identificó que la falta de una organización de trabajo en las líneas de empaque, falta de materiales de trabajo por lo que las máquinas paran constantemente, y la falta de capacitación en el armado de la máquina.

PARO DE EQUIPOS MENSUAL /MIN						
Suma_NIM	SEM					
COD	NOMBRE	sem 23	sem 24	sem 25	sem 26	Total general
N	Limpiezas Diarias /Profundas	700	615	715	575	2605
E	Cambio De Avance - Formato - Film Frente -Film Fondo	505	605	460	325	1895
H	Refrigerios (Desayuno-Almuerzo-Lonche-Cena)	355	330	240	240	1165
T	Mantt Correctivo (Falla De Equipo)	90	210	190	120	610
M	Falta De Producto Para Trabajar	130	65	0	0	195
K	Falta De Suministros (Energía, Agua, Aire, +)	170	0	0	0	170
U	Falla De Calidad Empaques	100	0	0	0	100
R	Reempaque De Productos	25	20	35	0	80
A	Arranque De Maquina / Cambio De Turno	25	25	5	5	60
D	Capacitaciones - Linea De Trabajo (Q/P/S)	0	0	45	0	45
L	Falta De Recursos (Films-Tapas-Tijeras+)	0	0	20	15	35
P	Mantenimiento Preventivo	30	0	0	0	30
F	Capacitacion RRHH	0	0	10	0	10
<b>Total general</b>		<b>2130</b>	<b>1870</b>	<b>1720</b>	<b>1280</b>	<b>7000</b>

**Figura 14: Tiempo estimado de los paros no programados mensualmente de línea de quesos y productos madurados**



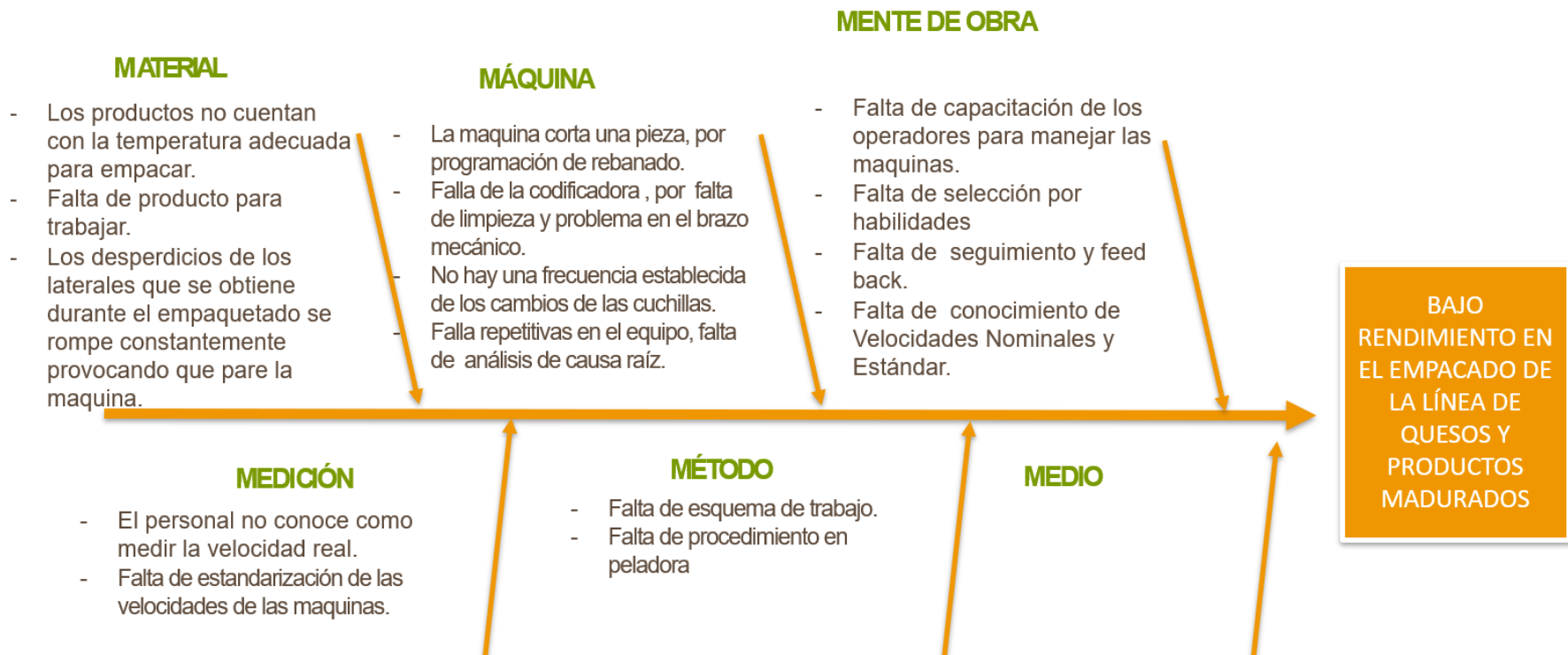
**Figura 15: Porcentajes de los paros no programados por mes de la línea de quesos y productos madurados**



**Figura 16: Diagrama de Ishikawa del bajo rendimiento de las líneas de empaque de chorizos y salchichas**



**Figura 17: Diagrama de Ishikawa de la disponibilidad aprovechada de la línea de empacado de chorizos y salchichas**



**Figura 18: Análisis de Ishikawa del bajo rendimiento de las líneas de empaque de quesos y productos madurados**



**Figura 19: Análisis de Ishikawa de la disponibilidad aprovechada de la línea de empaque de quesos y productos madurados**

#### 4.4. METODOLOGÍA DMAIC - CUARTA ETAPA: MEJORAR

Como cuarto paso se detalla las mejoras realizadas de las líneas de empaque, en cuanto al rendimiento y la disponibilidad aprovechada.

##### 4.4.1. MEJORAS EN EL RENDIMIENTO DE LAS LÍNEAS DE EMPAQUE

En la Tabla 5 se presentan las alternativas de solución para aumentar el rendimiento en el área de empacados de chorizos y salchichas.

**Tabla 5: Alternativa de solución para aumentar el rendimiento de los productos empacados de la línea de chorizos y salchichas**

<b>OPORTUNIDAD DE MEJORA</b>	<b>MEDIDAS IMPLEMENTADAS</b>	<b>RESULTADOS</b>
Bajo rendimiento de los productos de la categoría.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reducción de la temperatura antes de pelar las salchichas (0 °C).</li><li>• Cambio de tapa del producto</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los ciclos de la máquina amentaron en cuatro ciclos por min para el empaque de Hot dog.</li><li>• Los ciclos de la máquina aumentaron en cinco ciclos por min para el empaque de la paquetería del formato 5 x 2.</li></ul>

De acuerdo con los resultados obtenidos en la medición de los rendimientos de producción de empacados de la línea de chorizos y salchichas, se identificó que el 20 por ciento de los tipos de productos empacados en esta línea bajan el 80 por ciento del rendimiento total. Estos productos fueron los hot dog y la paquetería de tres unidades.

##### a. HOT DOG

Esta categoría de productos es empacada en todos los formatos de la Multivac 1, ya que tiene una comercialización de varias presentaciones, representan el 31 por ciento en volumen de productos empacados en esta línea, con un rendimiento de 36 por ciento, encontrándose por muy debajo del porcentaje establecido. Del análisis realizado se encontró que la causa principal por la que se demoraban en empacar estos productos era porque la máquina de peladora de salchichas no pelaba en su totalidad, lo cual originaba que los operados tengan

que estar pelando las salchichas para poder empacarlas. Después de realizar pruebas con los supervisores de planta redujo la temperatura del pelado de las salchichas para que la máquina pueda pelar todo el producto, evitando el pelado manual posterior. El producto pasó de ser empacado de 6 a 10 ciclos por minuto, aumentando su rendimiento a un 71 por ciento.

**b. PAQUETERÍA DE TRES UNIDADES**

Estos productos son empacados en el formato 5 x 2, cuya presentación es la más pequeña de 15 g por paquete. El volumen que representa esta producción es de 28 por ciento y el rendimiento de estos productos era de 37 por ciento en promedio durante todo el año 2018, debido a que se tenía que etiquetar manualmente cada paquete después de su sellado, lo cual generaba que se trabajase a cinco ciclos por minuto. Como primera medida se decidió colocar tres personas más en esta etapa, logrando subir en dos ciclos más la máquina, pero eso requería que cuatro personas estén etiquetando durante aproximadamente tres horas. Para resolver el problema, se tuvo que hacer un nuevo diseño de la operación, cambiar la bobina genérica de la tapa y destinarla para otra paquetería por presentación de tres kilogramos la cual no resultó problema, en párelo se diseñó la tapa con todas las especificaciones que la etiqueta contenía para así no tener que requerir de personal para realizar el etiquetado manual y que solo se codifique el producto colocándole fecha de vencimiento, lote y registro sanitario. En el presente los productos son codificados por la máquina sobre la tapa nueva. El rendimiento de la producción subió a un 77 por ciento trabajando a 10 ciclos por minuto.

En la Tabla 6 se presentan las alternativas de solución para aumentar el rendimiento en el área de empacados de quesos y productos madurados.

**Tabla 6: Alternativa de solución para aumentar el rendimiento de los productos empacados de la línea de quesos y productos madurados**

<b>OPORTUNIDAD DE MEJORA</b>	<b>MEDIDAS IMPLEMENTADAS</b>	<b>RESULTADOS</b>
Bajo rendimiento den los productos de quesos interliber y promocionales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificación de la lámina de Foil.</li> <li>• Cambio de plancha a la perimetral.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La velocidad de la Weber incremento en 280 RPM.</li> </ul>

- Los ciclos de la Tiromat aumentaron en cuatro ciclos por minuto.
- 

### c. QUESOS EMPACADOS CON ITERLIBER

Presentaban un rendimiento de 32 por ciento en promedio durante todo el año 2018 y representan el 38 por ciento del volumen a producir por cada mes, además, eran 12 tipos de productos de diferentes presentaciones que se encontraban dentro de esta categoría. La oportunidad de mejora se encontraba dado para la Weber, debido a que trabajaba con 340 RPM y solo podía cargar una pieza por corte, a diferencia de los demás productos que rebanan cada dos piezas por cargada. Esta situación se daba por las condiciones de la máquina no permitían el corte de dos foil al mismo tiempo.

Los foil iban continuados por cada loncha, haciendo que estas estén separadas, por estas laminas. El trabajo de la Weber era rebanar la pieza y por debajo cortar estas láminas para que salgan juntas, se tomaron de la faja transportadora para ser buchaqueadas.

La rebanadora Weber solo podía cortar una lámina para cada pieza rebanada por:

- Las dimensiones de la lámina; eran 1.5 cm más largas que el queso, 1.7 cm más anchas y tenían un espesor de 0.02 cm.
- El rollo que se colocaba en el soporte era muy grande, pesaban 20 kg y estaban estrechos, ocupando un lugar que apenas les permitía rodar. Esto no permitía el aumento de la velocidad de la máquina.

Debido a los problemas antes mencionados se realizó un nuevo diseño de las dimensiones de la lámina de tal forma que se regule su tamaño para el ingreso de dos rollos en el equipo y, a su vez se disminuyó los kg de la bobina para que puedan girar de manera más rápida y sincronizada con la rebanadora Weber.

- Las dimensiones bajaron de largo en 0.9 cm, ancho 1.1 cm y de espesor en 0.01 cm.
- El peso del rollo se bajó en seis kilogramos menos. Para que pueda caber en el espacio designado.



La mejora resulto tener éxito ya que permitió colocar dos rollos de lámina en el soporte y corrían de forma sincronizada con el equipo Weber a 620 RPM, indicando que la máquina podía cargar dos piezas de quesos a la vez y correr de esta forma. El rendimiento de la producción de los interfoliados pudo incrementarse hasta un 96 por ciento.

#### **d. QUESOS PROMOCIONALES**

Estos quesos son empacados en el formato 3 x 3, cuya velocidad era en promedio de seis ciclos en el año 2018, y representaba en volumen de producción del 34 por ciento de productos empacados en esta línea.

El problema radicaba en las velocidades bajas que se trabaja en la Tiromat debido a que el vacío aumentaba cuando pasaba a mayores ciclos. El vacío del equipo debe tener un rango de 8 a 10 mbar, es por ello que se analizaron las causas que ocasionaban este problema, encontrándose que era por el desgaste del cajón de sellado, su teflón estaba muy rayado, y se cambió el teflón de la plancha. Esto ayudo a que el equipo pueda avanzar a 10 ciclos/min para el empaqueo de estos productos.

#### **4.4.2. MEJORAS EN LA DISPONIBILIDAD APROVECHADA DE LAS LÍNEAS DE EMPAQUE**

La Tabla 7 muestra las alternativas de solución para los cambios de formato y avance.

**Tabla 7: Alternativa de solución para los cambios de formato y avance**

<b>OPORTUNIDAD DE MEJORA</b>	<b>MEDIDAS IMPLEMENTADAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>LÍNEA</b>
Cambios de formato y avance consecutivamente	El plan de producción se ajustó para que los productos ingresen a la cámara de enfriamiento en el orden del empaqueo a trabajar: formato 3 x 2, 2 x 2, 5 x 2 y 2 x 1.	Se disminuyó los tiempos muertos improductivos en 60 min y aproximadamente.	Línea de empaque de chorizos y salchichas.

El área de empackado de chorizos y salchichas diariamente tiene un programa de producción para sus dos turnos operativos, con 4 tipos de formatos 5 x 2 (avance 320), 3 x 3 (avance 320), 3 x 2 (avance 320) y 2 x 1 (avance 400) para el empackado de chorizos y salchichas. El cambio de formatos tiene un tiempo de 25 min y de avance 40 min, realizar estos cambios de formato más de dos veces por cada uno de ellos, para empackar un producto que falte, es un tiempo perdido.

Del paso dos de la etapa de DMAIC, se pudo obtener la información que, por los dos turnos de empackado de productos en esta máquina, el paro en promedio es de dos horas. Esto es debido a los constantes cambios de formato.

Analizando los principales problemas que lo ocasionaban, se trabajó en la secuencia de salida de los productos a la planta de empaque, organizando el programa de planta para que los productos salgan de manera estratégica y no se den constantemente los cambios de formato. Esta mejora implementada pudo reducir en 60 min las paradas por cambio de formato.

La Tabla 8 muestra las alternativas de solución para reducir los paros por limpieza y cambio de formato.

**Tabla 8: Alternativa de solución para la reducir los paros por limpieza y cambio de formato**

<b>OPORTUNIDAD DE MEJORA</b>	<b>MEDIDAS IMPLEMENTADAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>LÍNEA</b>
Demora de los cambios de avance y limpieza diaria.	Se realicen las actividades simultáneo.	Disminuyó el tiempo en de cambio de formato de 30 a 15 min en la línea de chorizos y de empackado de quesos de 110 min madurados 60 min.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea de empaque de chorizos y salchichas.</li> <li>• Línea de empaque de productos madurados y quesos.</li> </ul>

Tiempo estimado de cambios de avance y limpiezas diarias:

- **Línea de empaque de productos madurados y quesos:** Se toma una hora y 50 minutos en sus cambios de formato. Sus limpiezas diarias duran 1.5 horas por cada día de trabajo.
- **Línea de empaque de chorizos y salchichas:** Realiza su cambio de avance toma 30 min y formatos de 15 min. Sus limpiezas diarias duran 40 min por cada turno de trabajo.

Los paros no programados de mayor porcentaje de las dos líneas de empaque, son por los cambios de formato y de limpiezas, esta oportunidad de mejora se tomó para, organizar el trabajo diario, de manera que estas actividades se den en simultáneo para evitar los paros por cambios de formato.

La propuesta consistió en empaquetar todos los productos de un solo formato, antes de la hora de limpieza diaria, de manera que estas dos lleguen a coincidir y se cambie el formato en el tiempo que los demás ejecutan la limpieza del área. Esta mejora ayudo a reducir los tiempos de formato de 30 a 15 min en la línea de empaquetado de chorizos y 60 min en la línea de empaquetado de productos madurados.

La Tabla 9 muestra las alternativas de solución para reducir los paros por limpieza.

**Tabla 9: Alternativa de solución para la reducir los paros por limpieza**

<b>OPORTUNIDAD DE MEJORA</b>	<b>MEDIDAS IMPLEMENTADAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>LÍNEA</b>
Gran cantidad de horas para la disposición de la limpieza.	Se está lavando los cinco coches en el área de peladora mientras realizan la limpieza de toda esa zona.	Se disminuyó la limpieza diaria en 10 minutos.	Línea de empaque de chorizos y salchichas

Las limpiezas diarias de la línea de empaquetado de chorizos y salchichas, del turno mañana duraban 40 minutos, el cual se ejecutaba al finalizar el turno de trabajo (1:50 pm - 2:30 pm).

El área está dividida en dos secciones:

- **Área de acondicionamiento:** Es el área donde se cortan los chorizos precocidos que están colgados en los andamios, estos son cortados por la máquina y caen a una rampa que esta conecta a los coches en el área de empacado. En esta área también se encuentra la peladora de salchichas, la cual pela las salchichas y caen a la rampa que también conecta con los coches que son usados para buchaquear.
- **Área de empacado:** Cuenta de cinco coches, donde son llenados los productos que salen de la rampa cortados y pelados. En esta área también se encuentra la máquina empacadora Multivac 1, la cual cuenta con tres zonas, termo formado, sellado y corte.

La especificación de las limpiezas de las áreas fue:

- **Área de acondicionamiento:** Esta área cuenta con tres equipos, de los cuales, la peladora y cortadora son lavados en el turno mañana. Así mismo, son lavado las paredes, techos y pisos.
- **Área de empacado:** En esta zona se realiza el lavado y desinfectado de la rampa, los cinco coches, máquina Multivac 1, estantes donde se colocan las bobinas y el estante de piezas del equipo. Al igual que cualquier zona se lavan las paredes, techos y pisos.

Para reducir el tiempo de limpieza sin perjudicar la eficiencia de limpieza, se organizó la producción para empacar los chorizos frescos en el horario de 1:00 pm a 2:00 pm. Estos chorizos son productos que no son cortados por ninguna máquina, vienen en jabs con poligrasa, directos la planta de procesos, para ser buchaqueados en el equipo. Ello nos brinda la oportunidad de empezar la limpieza de la zona de pelado a la 1:30 pm, donde además de los lavados que realiza diariamente, se llevan los cinco coches, la rampa y piezas de la máquina, para que estén siendo lavadas y desinfectadas mientras se termina de producir. A las 2:00 pm esta área queda limpia y se procede a realizar el armado de los equipos de esta zona, seguidamente el operador corta los chorizos precocidos, llenando los cinco coches lavados para el arranque del siguiente turno. Estos productos cortados listos para ser buchaqueados, son trasladados a la cámara de enfriamiento.

A las 2:10 pm con ayuda de los operadores de la zona de acondicionamiento, que ya están desocupados, se realiza la limpieza del área de empaque, distribuyéndose estratégicamente la limpieza, terminado a las 2:30 pm.

Este sistema de limpieza ayudó a reducir en 20 min las limpiezas diarias del turno mañana y ahorrar 10 minutos en el arranque de línea del turno tarde. La Tabla 10 muestra las alternativas de solución para reducir los paros por refrigerios.

**Tabla 10: Alternativa de solución para la reducir los paros por refrigerios**

<b>OPORTUNIDAD DE MEJORA</b>	<b>MEDIDAS IMPLEMENTADAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>LÍNEA</b>
Paros de la máquina por los almuerzos diarios.	Se designó que el personal de turno tarde ingrese a la 1:00 pm, para cubrir a los operadores que salen a almorzar.	Se obtuvo 30 min disponibles para trabajar por día.	- Línea de empaque de chorizos y salchichas.  - Línea de empaque de productos madurados y quesos.
Paros de la máquina por el lonche diario.	Se coordinó con las encargadas del área que los productos del formato 2 x 2 se pasen a los horarios de refrigerio, para dividir el grupo en los dos horarios de refrigerio, ya que estos productos pueden empacarse con mitad del personal del grupo.	Se obtuvo 30 min disponibles para trabajar por día.	- Línea de empaque de chorizos y salchichas.

Para ambas líneas de empaque existen dos turnos de trabajos, el de la línea de chorizos y salchichas, turno día y tarde y para la línea de empacado de productos madurados y quesos

tienen turnos día y noche. Cada jornada de trabajo tiene la disposición de irse de refrigerio media hora, el turno mañana empieza a laborar de 6:00 am hasta las 2:30 pm, y su refrigerio es de 1:00 pm a 1:30 pm, el turno tarde ingresa a laborar de 1:00 pm hasta las 9:30 pm, con un refrigerio de 5:00 pm a 5:30 pm. Ello quiere decir que existe un traslape entre esos dos turnos de 1.5 horas. Es ahí donde se tomó la oportunidad de ingresar a los operadores del turno tarde a estas dos líneas empaque por media hora para darle continuidad y se siga produciendo, hasta que los operadores de las líneas del turno mañana regresen de su refrigerio. Esta mejora nos da una ganancia de 30 minutos en la disponibilidad de tiempo.

Con respecto a las paradas por el lonche de los operadores del turno tarde, se ha identificado una oportunidad de mejora, debido a que hay un formato con algunos tipos de productos que se pueden empaquetar con solo cuatro operadores, que vendría hacer la mitad de los ocho operadores que hay en esa línea, es por ello que se coordinó con los operadores para que salgan en dos turnos de refrigerio, de tal forma que se mantenga la continuidad de la operación de la máquina. Esta mejora permitió el ahorro de tiempo de 30 minutos diariamente. La Tabla 11 muestra las alternativas de solución para aumentar la disponibilidad aprovechada colocando la información del número de paquetes por jabas.

**Tabla 11: Alternativa de solución para aumentar la disponibilidad aprovechada colocando la información del número de paquetes que van por jabas**

<b>OPORTUNIDAD DE MEJORA</b>	<b>MEDIDAS IMPLEMENTADAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>LÍNEA</b>
Pérdidas de tiempo porque los nuevos operadores no saben cuántos paquetes se colocan por jaba.	Se colocaron hojas enmicadas con la información de la cantidad producto que van por jaba, registro sanitario y tiempo de vida útil.	La información es más rápida y se evita los tiempos muertos. Hasta el momento no habido equivocaciones en esta línea por mal conteo de paquetería.	- Línea de empaque de chorizos y salchichas.  - Línea de empaque de productos madurados y quesos.

Los operadores al estar en nueva área de trabajo, preguntaban reiteradamente el número paquetes que van por jaba y también se equivocan cuando suponían cuanto correspondía, generándose re trabajos en la línea. Una solución inmediata fue colocar hojas enmicadas en la recepción de estos productos, para evitar estos contratiempos.

La Tabla 12 muestra las alternativas de solución para la reducir los paros por actualización del trabajo.

Eventos de cambio en las líneas de empaque:

**Línea de empackado de chorizos:** Se pueden dar actualizaciones de registros sanitarios por distintos motivos frecuentes (cambio de formulación, vencimiento de registros sanitarios y ley saludable de octógonos), se diseñan nuevos productos en distintas presentaciones, se establecen nuevos procedimientos de limpieza y se incorporaron nuevos productos al catálogo para empackar por maquila.

**Tabla 12: Alternativa de solución para la reducir los paros por actualización del trabajo**

<b>OPORTUNIDAD DE MEJORA</b>	<b>MEDIDAS IMPLEMENTADAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>LÍNEA</b>
Paros de la máquina por la falta de actualización del trabajo de los maquinistas al darse la rotación de los grupos.	Se armó un programa de la distribución personal de los designa dos grupos estables para cada área y roten esos grupos en la misma línea.	El rendimiento de la máquina sube o se mantiene en todo el mes.	- Línea de empaque de chorizos y salchichas. - Línea de empaque de productos madurados y quesos.

**Líneas de empackado de productos madurados y quesos:** Se producen incorporan nuevos productos al catálogo de productos, hay cambios en los registros sanitarios, es la línea que tiene mayor número productos de maquila y su problema mayor en cambios, es que

constantemente hacen modificaciones a la máquina empaquetadora en su sistema, por la antigüedad que tiene, tiene fallas constantes en los equipos Weber y Tiromat.

La rotación del personal es realiza cada mes entre todas las áreas de empaque y los dos turnos de trabajo. Al rotar constantemente el personal de área, combinando diferentes grupos y no seguir un patrón establecido, provocaba que todo un equipo en una nueva área el siguiente mes, tenga constantes fallas en el etiquetado, desconocimiento del tipo de producto a empacar, retrabajos, paradas por la falta de información. Aproximadamente le tomaba al grupo en actualizarse sobre todos los cambios 15 días del mes. Esto se pudo observar claramente en los resultados de los porcentajes de la disponibilidad aprovechada de los primeros 15 de mes, en todas las líneas de empaque, el factor era castigado a comparación de los demás días del mes.

Es por ello que se formaron dos equipos de trabajos para cada línea de empaque, y para los dos turnos de trabajo. Esto ayudo a disminuir los paros por falta de información, equivocaciones en el empackado de productos, reempaques y aumento la capacidad de rapidez de respuesta de problemas presentados por las máquinas. La Tabla 13 muestra las alternativas de solución para reducir los paros por capacitación.

**Tabla 13: Alternativa de solución para reducir los paros por capacitación**

<b>OPORTUNIDAD DE MEJORA</b>	<b>MEDIDAS IMPLEMENTADAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>LÍNEA</b>
Falta de capacitación de los operarios de las máquinas.	Los encargados de las líneas de producción con el ahorro de tiempo que están generando capacitan a sus compañeros de tres en tres.	Los operarios están conociendo más las operaciones que deben realizar para el cambio de formato, manejo de la máquina y como deben solucionar posibles problemas que se presenten en la máquina.	- Línea de empaque de chorizos y salchichas.  - Línea de empaque de productos madurados y quesos.



Cada área de empaque, de cada turno cuenta con ocho personas, dentro de ellos uno es el operador líder, que dirige cada grupo.

Las responsabilidades de los encargados:

- Seguir el plan de producción.
- Formar parte de la línea.
- Empacar los productos de manera que se asegure su calidad y siguiendo un orden estratégico.
- Dar solución a las fallas de pérdida de vacío de los paquetes, para ello realiza todos los ajustes de parámetros a los equipos.
- Corregir problemas de la maquinaria hasta el alcance que se le es permitido.
- Coordinar con el supervisor de producción ante cualquier problema de la línea.
- Velar por el funcionamiento sincronizado de todas las máquinas.
- Realizar los cambios de avances y formatos de las máquinas.
- Dar el reporte de su producción.
- Llenando todos sus formatos de producción.

A diferencia de la planta de procesos, la planta de empaque contaba con un 70 por ciento de operadores nuevos, no capacitados. Las constantes rotaciones a diferentes áreas provocaron que los trabajadores no sepan manejar las máquinas y no tener claro el rol que debe cumplir en cada posición de trabajo.

Problemas que se suscitaban:

- La parada de un equipo del área, provocaba que el encargado saliera de la línea y solucionara el problema, lo cual generaba que se perdiera tiempo de producción y la parada de seis a siete operadores que no podían hacer otra actividad.
- Cuando el encargado se desplazaba a otra área para realizar alguna coordinación, se daba el caso que fallaba alguna de las maquinarias del área y la línea no funcionaba.
- Como el encargado era el único que tenía conocimiento sobre los cambios de formato y de avance, los demás operadores solo eran apoyos para pasar las piezas y entre otras actividades menores.

- En las limpiezas, el encargado diariamente indicaba que debían limpiar a los demás para no averiar la máquina.

Las horas extras se daban diariamente para ambas líneas de empaque, para poder acabar el programa y muchas veces no se acaba del todo; en consecuencia, más de 20 mil soles de horas extras para esas áreas por mes en promedio y un nivel de servicio en anteriores años, menor de 90 por ciento. Las mejoras mencionadas ayudaron a estos indicadores; quiere decir que podía terminar antes del tiempo planificado las toneladas de productos solicitados. Para aprovechar esta ventaja se decidió invertir esos tiempos en capacitaciones. En la línea de empaquetado de chorizos se terminaba el programa de producción, media hora antes de la salida y en la línea de empaquetado de productos ahumados una hora antes.

Una vez que se pudo crear los grupos de trabajo para cada área y tener ese tiempo disponible, se coordinó con los encargados de cada línea, tenían que capacitar a todos los demás miembros de su equipo en:

- Los cambios de formato y avance.
- Manejo de los equipos.
- Limpieza del área y máquinas.
- Problemas frecuentes de las máquinas.
- programación de codificadoras y etiquetadoras.
- Mantenimiento de los equipos.
- Responsabilidades de cada posición de trabajo.
- Tipos de materia prima.

Así mismo, se les capacito por el supervisor de producción en los temas de eficiencia global del equipo (OEE), llenado de formatos, BPM y POES, charlas de liderazgo (víctima o protagonista) y cultura de Sigma.

Las capacitaciones a las áreas en estudio permitieron reducir los tiempos improductivos de cambios de formato, avance y limpieza. Para la línea de empaque de chorizos los cambios de formato se redujeron de 25 minutos a 15 minutos, los de avance disminuyeron de 45 minutos a 30 minutos. Para la línea de empaquetado de producto madurados redujo de una hora y 50

minutos a 45 minutos. Adicionalmente, se añadió un instructivo de cambio de formato en las máquinas de empaque.

La Tabla 14 muestra las alternativas de solución para aumentar la disponibilidad aprovechada reduciendo el tiempo de programación de codificadora.

**Tabla 14: Alternativa de solución para aumentar la disponibilidad aprovechada reduciendo el tiempo de programación de codificadora**

<b>OPORTUNIDAD DE MEJORA</b>	<b>MEDIDAS IMPLEMENTADAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>LÍNEA</b>
Demora en el codificado de los productos y equivocaciones.	Se quitaron los letreros de RS, vida útil y fecha de venciendo de la pared para enmicarlos y colocarlos al lado de la codificadora.	Reducción los tiempos en el programado de la codificadora en un 50 por ciento.	- Línea de empaque de chorizos y salchichas. - Línea de empaque de productos madurados y quesos.

En las dos líneas se tienen una máquina codificadora, que es programada por un operador capacitado y el tiempo de esta programación toma 10 minutos. Otro contratiempo que se presentaba era el error constante de la programación de la codificadora, lo cual originaba reempaque de los productos mal codificados, perdiéndose tiempo y láminas.

Esto era debido a que la ayuda visual, donde se encuentran los datos a digitalizar en el equipo de; fecha de vencimiento, registro sanitario y tiempo de vida útil, estaba pegado al otro lado de la pared de la máquina. Esta condición provocaba la demoraba de la operación, es por ello que a la máquina se le añadió un pequeño soporte para sostener el letrero, de manera que reduzcan el tiempo de movilización de digitación de la hoja a la codificadora y que ya no existan los errores de codificación.

La Tabla 15 muestra las alternativas de solución para aumentar la disponibilidad aprovechada organizando los materiales de trabajo.

**Tabla 15: Alternativa de solución para aumentar la disponibilidad aprovechada organizando los materiales de trabajo**

<b>OPORTUNIDAD DE MEJORA</b>	<b>MEDIDAS IMPLEMENTADAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>LÍNEA</b>
Pérdidas de tiempo por la desaparición constante de los lapiceros, calculadoras, radio, llaves de la máquina, desarmadores y tijeras.	Se entregó un cajón de herramientas con candado.	Está disminuyendo los tiempos muertos improductivos	- Línea de empaque de chorizos y salchichas.
	Se rotulo todo lo que debía haber en la caja y con un perfecto orden.	Existe mejor orden y coordinación entre los equipos.	- Línea de empaque de productos madurados y quesos.

Las herramientas de trabajo como los lapiceros, calculadoras, radio, llaves de la máquina, desarmadores y tijeras, desaparecían constantemente, porque otros operadores de otras áreas lo tomaban y los mismos del área lo dejaban en cualquier lado del área. Esto provocaba retrasos en el arranque del turno y durante el proceso. Es por ello que se compró una caja de herramientas con candado. Esto ayudo a evitar los retrasos mencionados.

La Tabla 16 muestra las alternativas de solución para aumentar la disponibilidad aprovechada organizando el pedido de materiales.

**Tabla 16: Alternativa de solución para aumentar la disponibilidad aprovechada organizando el pedido de materiales**

<b>OPORTUNIDAD DE MEJORA</b>	<b>MEDIDAS IMPLEMENTADAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>LÍNEA</b>
Paradas por el cambio de bobinas de tapa y fondo debido a que tenían que estar buscándolas en el stand estaba desorganizado o	Se rotulo las bobinas que debe haber en él están. Se determinó que el encardo del turno intermedio de empackado	Reducciones de tiempo de cambio de lamina Reducción del tiempo de la verificación para	- Línea de empaque de chorizos y salchichas.

«continuación»

porque no habían hecho bien el pedido de los materiales	de productos madurados y quesos revise semanalmente si alguna bobina ya está en desuso.	hacer el pedido de materiales.	- Línea de empaque de productos madurados y quesos.
---	---	--------------------------------	---

No existía un horario o un turno responsable del pedido de bobinas, lo cual provocaba retrasos en algunos arranques para la producción y cambios de bobina. Se estableció que el encargado del turno mañana se hiciera responsable del pedido de láminas de 1:00 pm a 2:30 pm, teniendo en cuenta el programa del día siguiente, para que solo se solicitara lo necesario.

La Tabla 17 muestra las alternativas de solución para aumentar la disponibilidad aprovechada y rendimiento.

**Tabla 17: Alternativa de solución para aumentar la disponibilidad aprovechada y rendimiento**

<b>OPORTUNIDAD DE MEJORA</b>	<b>MEDIDAS IMPLEMENTADAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>LÍNEA</b>
Falta de seguimiento de los equipos de trabajo	Diariamente en el transcurso de la mañana se colocan los resultados de su OEE y el rendimiento con las cuales trabajaron sus productos.	Los equipos se preocupan por el rendimiento que están teniendo.	- Línea de empaque de chorizos y salchichas. - Línea de empaque de productos madurados y quesos.

El análisis de la eficiencia global del equipo solo era realizado por el supervisor o jefa de producción, los operadores no sabían de forma diaria como están avanzando en la velocidad de producción de cada producto y los paros que más están impactando de una producción anterior. Por esta razón se estableció un espacio en la pared de la aduana de ingreso, para

que puedan realizar el análisis diario de la producción que ejecutan, de manera que puedan seguir mejorando.

La Tabla 18 muestra las alternativas de solución para aumentar el rendimiento mediante la designación de responsabilidades.

**Tabla 18: Alternativa de solución para aumentar el rendimiento mediante la designación de responsabilidades**

<b>OPORTUNIDAD DE MEJORA</b>	<b>MEDIDAS IMPLEMENTADAS</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>LÍNEA</b>
Falta de organización en las actividades de trabajo	Se colocó un cronograma de actividades para que el encargado designe las responsabilidades de su grupo conforme a la posición que se encuentre.	Disminuye los tiempos muertos por la demora de asignación de responsabilidades.	- Línea de empaque de chorizos y salchichas.  - Línea de empaque de productos madurados y quesos.

Una vez que los operadores fueron capacitados, se estableció la designación de responsabilidad para cada puesto de trabajo dentro de su área. De manera que permita agilizar las operaciones de manejo de máquina, programación de codificadores, buchaqueo, recepción, acondicionamiento y llenado de formatos.

De la misma forma se programó la rotación semanal de estos puestos de trabajo, para mejorar el sistema de capacitación de los operadores. En el área se colocó un letrero de los puestos de trabajo y funciones, para que el encargado de línea coloque el nombre de los miembros de su equipo y sepan cada semana en qué posición se les asigna.

Esta oportunidad de mejora permitió amentar en un ciclo el manejo de las máquinas empacadoras y en 500 RPM de la rebanadora Weber de la línea de productos madurados.

## 4.5. METODOLOGÍA DMAIC - QUINTA ETAPA: CONTROLAR

En esta etapa se estandarizó las mejoras realizadas. Los pasos fueron:

- Desarrollar estándares y procedimientos
- Validar beneficios del proyecto
- Cerrar el proyecto

Los entregables finales de esta fase fueron:

- Documento de Control
- Proceso estandarizado
- Capacitaciones
- Proyecto cerrado

### 4.5.1. DOCUMENTO DE CONTROL

Se colocó un instructivo de limpieza en el área de empaque de manera que se realice en 20 minutos eficientemente (Figura 20).

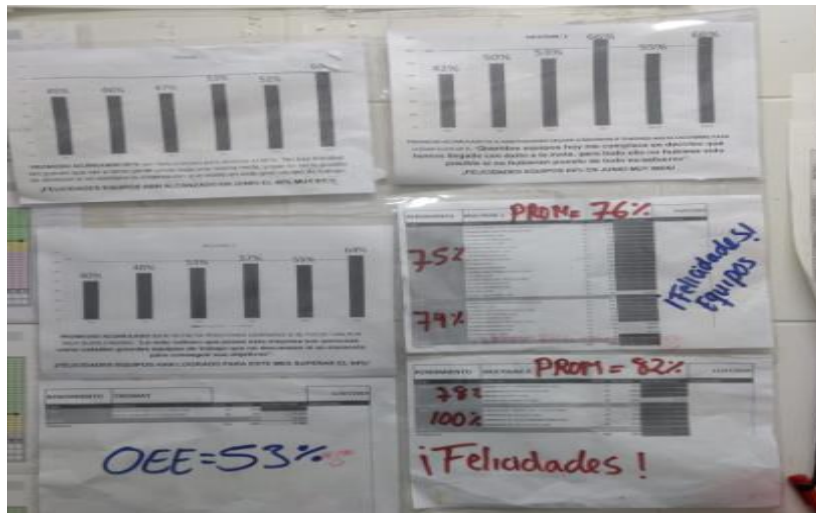


Figura 20: Instructivito de la limpieza diaria del área de chorizos y salchichas





Se colocaron diariamente los resultados del rendimiento y disponibilidad aprovechada de la producción del día anterior, para el análisis de los operadores (Figura 23).



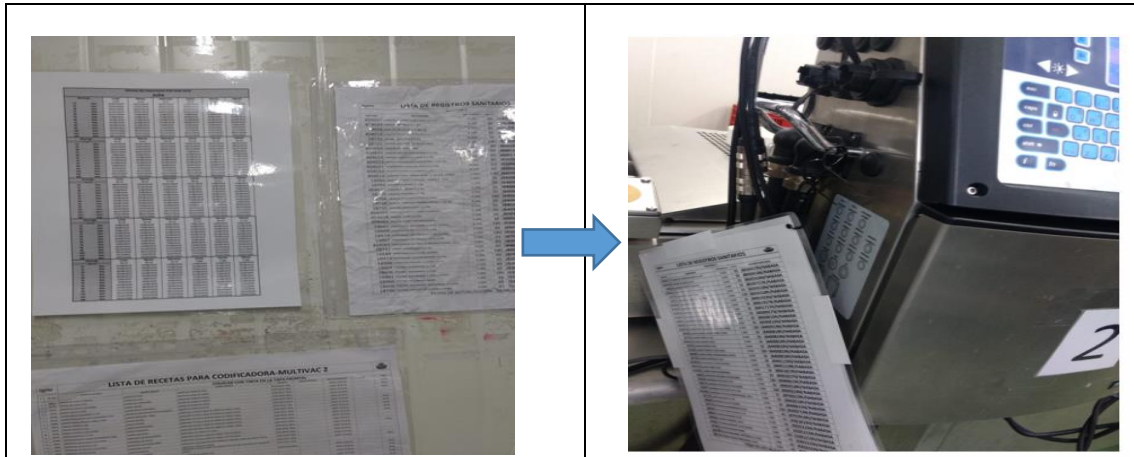
**Figura 23: Seguimiento de los factores del OEE, del rendimiento y disponibilidad aprovechada diariamente**

Se colocó una ayuda visual del contenido de paquetes que van por jaba en las líneas de empaque (Figura 24).

N°	COO SAP	DESCRIPCION	PESO PROMEDIO KG	UNIDADES (x)	UNIDADES POR JABA
61	18577	CABANOSSI (LINO X 0.025 KG)	Pieza		
62	18760	CABANOSSI (AL VACIO - 24 UNID)	0.025		40
63	18761	CABANOSSI SHACK 0.1 KG	0.6		16
65	18762	PEPPERONI 0.5 KG	0.1		80
68	18612	PROSCIUTTO 0.1 KG	0.5		32
70	18772	SALAME HUNGARO 0.15 KG	0.1		60
72	18776	SALAME NAPOLITANO 0.15 KG	0.15		50
73	18778	SALAME NAPOLITANO 1.0 KG (CONG-PJ)	0.15		50
222	18947	QUESO EDAM SANCOR (AL VACIO) 0.2 KG	1		
223	18948	QUESO EDAM SANCOR (AL VACIO) 0.5 KG	0.2		100
229	18941	QUESO EDAM PROMOCIONAL	0.5		50
230	404063	QUESO EDAM PROMOCIONAL 90 G	0.140		90
236	18946	QUESO MOZZARELLA EN REBANADAS SFD 1KG	0.090		90
237	18946	QUESO MOZZARELLA EN REBANADAS SFD 1KG	1.00		24
240	19665	QUESO EDAM REB 0.5KG SFO (CONG)	1.00		24
243	404092	QUESO EDAM BRAEDT 90 G	0.50		50
244	404075	QUESO EDAM BRAEDT 0.5 KG	0.90		140
247	404082	QUESO GOUDA PROMOCIONAL 0.18 KG	0.50		50
250	404022	QUESO MOZZARELLA PROMOCIONAL 0.14 KG	0.18		90
251	404070	QUESO MOZZARELLA SFD 0.14 KG	0.14		90
252	19661	QUESO EDAM REB X 0.5 KG SIGMA FOSE	0.14		90
270	404410	GOUDA PQT 0.5KG 25LJ MILKUNZ	0.50		50
271	404418	WTO GOUDA PQT 0.2KG 10LJ MILKUNZ	0.5		50
273	404408	EDAM PQT 0.5KG 25LJ MILKUNZ	0.2		100
273	832000	Edam MILKUNZ IF pqt*500g (25j)*20g c/u)	0.5		38
274	832020	WTO Edam MILKUNZ IF pqt*500g (20j)*25g c/u)	0.5		38
275	832010	Gouda MILKUNZ IF pqt*500g (25j)*20g c/u)	0.5		38
276	832030	WTO Gouda MILKUNZ IF pqt*500g (20j)*25g c/u)	0.5		38
277	832250	Gouda MILKUNZ IF pqt*180g (8j)*20g c/u)	0.5		38
278	832260	WTO-Gouda MILKUNZ IF pqt*510g (34j)*15g c/u)	0.18		90
279	832180	Edam MILKUNZ IF pqt*90g (6j)*15g c/u)	0.51		38
280	832210	Edam MILKUNZ IF pqt*180g (8j)*20g c/u)	0.09		
281	832200	Mozzarella MILKUNZ IF pqt*180g (8j)*20g c/u)	0.18		90
			0.18		90

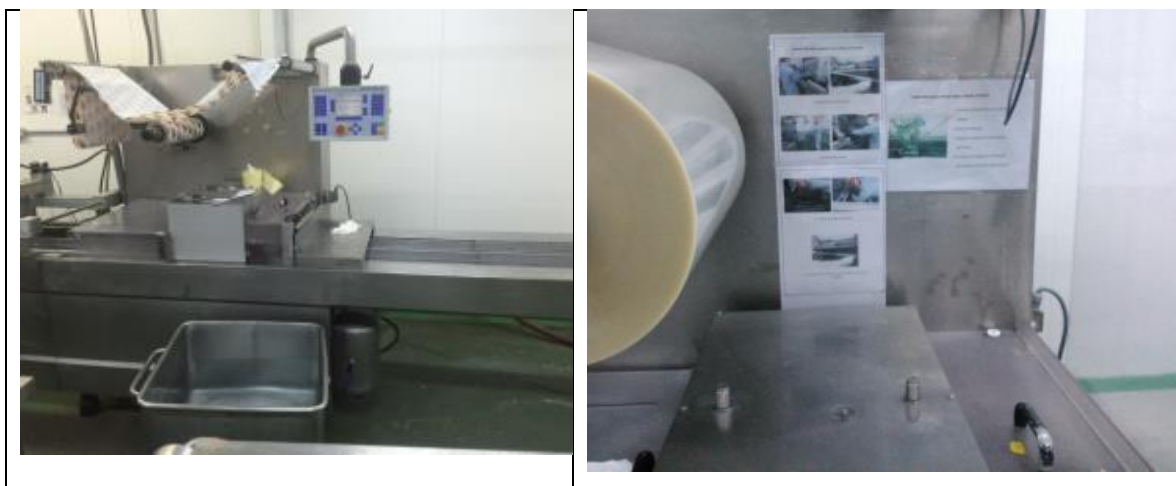
**Figura 24: Ayuda visual del contenido de paquetes por jabas**

Se cambió de lugar la hoja de control de codificación de los productos al costado de la codificadora (Figura 25). Se coordinó con el área de calidad que el cartel de tiempo de vida, registro sanitario y fecha de vencimiento se actualice cada mes y sea colocado en la codificadora para evitar equivocaciones de codificados y ahorrar tiempo de operación.



**Figura 25: Cambio de lugar de la hoja de control de la codificadora**

Se colocaron instructivos de armado de equipo en las áreas de empaque (Figura 26), facilitando así su armado para los nuevos operadores del área.



**Figura 26: Colocado de instructivos de armado del equipo**

#### **4.5.2. PROCESO ESTANDARIZADO**

Se diseñó un proceso estandarizado de la nueva medición de la eficiencia global (OEE), donde se considera seis pasos (Figura 27):

- **Primer paso:** Contar con el formato del OEE de la línea de producción que se va a trabajar.
- **Segundo paso:** Registra en paralelo a la línea de producción, el tiempo de empaqueo de producto con su respectivo peso, también el restiro con letras los paros en las casillas, que se encuentra dividida cada cinco minutos.
- **Tercer paso:** Los datos registrados, se ingresan de manera virtual.
- **Cuarto paso:** Se muestra los resultados del tiempo en minutos de los paros que se presentó en la producción.
- **Quinto paso:** Se obtiene los resultados de rendimiento de todos los productos trabajados, así como su ponderado total.
- **Sexto paso:** Se obtiene el resultado de cada factor involucrado del OEE y el mismo valor, de los turnos digitados. En esta parte se realiza de mejora en base a lo analizado por el sistema.

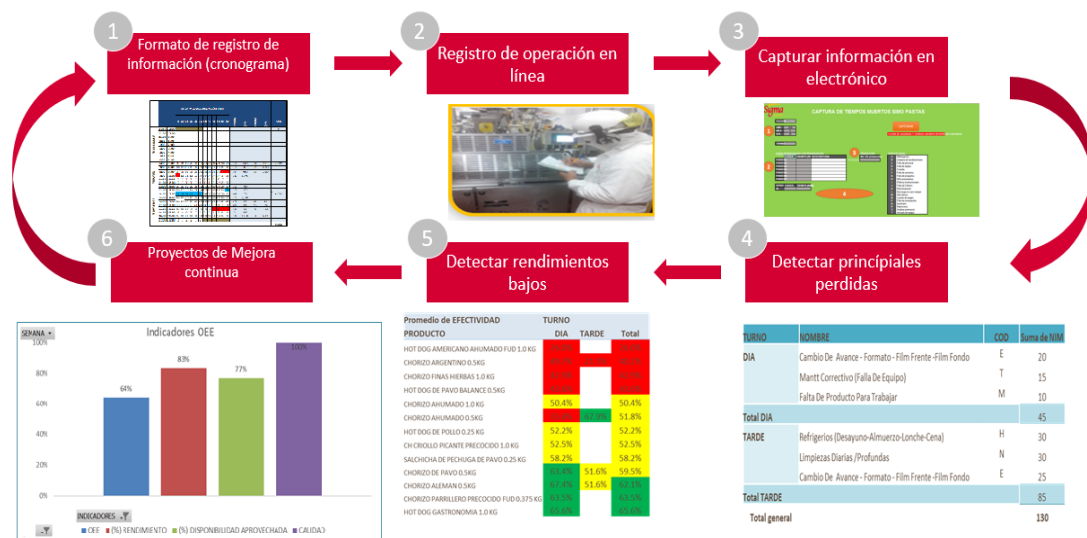


Figura 27: Sistema de medición del OEE para las líneas de empaque

### 4.5.3. CAPACITACIÓN

Se capacitó a los operadores de empaque sobre la definición, importancia y medición del OEE (Figura 28).



**Figura 28: Capacitación del OEE a los operadores de empaque**

Se capacitó a los operadores sobre la velocidad estándar y nominal a la que trabajan los equipos en cada área de empackado (Figura 29).



**Figura 29: Capacitación de las operaciones del área de empaque**

Se capacitó a los operadores sobre el cambio de avance y formato (Figura 30).



**Figura 30: Capacitación de las operaciones del área de empaque**

## 4.6. EFICIENCIA GLOBAL DEL EQUIPO DESPUÉS DE LAS MEJORAS

### 4.6.1. LÍNEA DE CHORIZOS Y SALCHICHAS

En la Tabla 19 se muestra el OEE de la línea de empacado de chorizos y salchichas después de su mejora en el año 2019.

**Tabla 19: OEE de la línea de empacado de chorizos y salchichas del 2019**

<b>MES</b>	<b>OEE (%)</b>
Enero	49
Febrero	52
Marzo	57
Abril	61
Mayo	64
Junio	67
Julio	68
Agosto	68
Setiembre	72
Octubre	74
Noviembre	76
Diciembre	78
<b>Promedio</b>	<b>66</b>

Al finalizar el proyecto en el año 2019 para esta línea, obtuvo un OEE del 66 por ciento con un rendimiento de 77 por ciento y una disponibilidad aprovechada de 84 por ciento (Tabla 20). Lo cual ayudo a incrementar la productividad llegando a 1.27 de índice de productividad. Los paros no programados bajaron de 6170 min para el 2018 a 3918 min en promedio para el año 2019 de manera mensual (Tabla 20), por lo cual la disponibilidad aprovechada se incrementó a un 84 por ciento. Durante los años 2017 y 2018 el número de productos con rendimientos bajos en esta línea eran 14. Terminando el proyecto se logró reducir este número a tan solo cinco productos.

### 4.6.2. LÍNEA DE QUESOS Y PRODUCTOS MADURADOS

En la Tabla 21 se muestra el OEE de la línea de empacado de quesos y productos madurados después de su mejora en el año 2019.

**Tabla 20: Rendimiento y disponibilidad aprovechada de la línea de empacado de chorizos y salchichas del 2019**

<b>MES</b>	<b>RENDIMIENTO (%)</b>	<b>DISPONIBILIDAD APROVECHADA (%)</b>	<b>TIEMPO DE PARADAS (min)</b>
Enero	64	76	5855
Febrero	67	77	4461
Marzo	71	80	4331
Abril	74	82	4115
Mayo	76	84	3952
Junio	79	85	3852
Julio	79	86	3733
Agosto	80	85	3642
Setiembre	82	88	3514
Octubre	83	89	3412
Noviembre	85	89	3132
Diciembre	79	85	3017
<b>Promedio</b>	<b>77</b>	<b>84</b>	<b>3918</b>

**Tabla 21: Resultados de OEE de la línea de empacado de quesos y productos madurados del 2019**

<b>MES</b>	<b>OEE (%)</b>
Enero	47
Febrero	51
Marzo	58
Abril	60
Mayo	62
Junio	66
Julio	67
Agosto	66
Setiembre	71
Octubre	73
Noviembre	74
Diciembre	75
<b>Promedio</b>	<b>64</b>

Los resultados del OEE de empacado de quesos y productos madurados en el año 2019 fue de 64 por ciento, con un rendimiento de 76 por ciento y una disponibilidad aprovechada de 84 por ciento (Tabla 22). Permitiendo que esta línea pueda empacar de 1.8 t por día a 3.5 t de productos por día de producción.

**Tabla 22: Rendimiento y disponibilidad aprovechada de la línea de empaqueo de quesos y productos madurados del 2019**

<b>MES</b>	<b>RENDIMIENTO (%)</b>	<b>DISPONIBILIDAD APROVECHADA (%)</b>	<b>TIEMPO DE PARADAS (min)</b>
Enero	63	74	5769
Febrero	65	78	4356
Marzo	74	78	4568
Abril	72	83	4124
Mayo	75	82	4021
Junio	76	87	3745
Julio	75	89	3678
Agosto	78	85	3567
Setiembre	80	89	3756
Octubre	83	88	3654
Noviembre	83	89	3451
Diciembre	83	90	3157
<b>Promedio</b>	<b>76</b>	<b>84</b>	<b>3987</b>

El número de productos con baja velocidad en promedio del año 2018 fue nuevos tipos, el cual disminuyó a tres productos para el año 2019. Los paros no programados bajaron de 7000 min para el 2018 a 3987 min en promedio para el año 2019, por lo cual la disponibilidad aprovechada se incrementó a un 81 por ciento.

#### **4.6.3. HORAS EXTRAS**

En la Tabla 23, se muestra el promedio de horas extras mensuales del año 2019 con las respectivas áreas de trabajo. Después de la mejora realizada en el estudio, se logró reducir las horas extras de 71.17 a 9.42 y 54.75 a 10.33 en promedio para el año 2018 y 2019 en las áreas de chorizos y salchichas, y quesos y productos madurados, respectivamente.

#### **4.6.4. PRODUCTIVIDAD**

En la Tabla 24, se muestra el promedio de productividad mensual del año 2019 en las respectivas áreas de trabajo. Después de la mejora realizada en el estudio, se logró aumentar la productividad de 0.95 a 1.12 y 0.25 a 0.34 en promedio para el año 2018 y 2019 en las áreas de chorizos y salchichas, y quesos y productos madurados, respectivamente.

**Tabla 23: Horas extras mensuales en las áreas de estudio**

Mes	Área de chorizos y salchichas		Área de quesos y productos madurados	
	Horas extras 2018	Horas extras 2019	Horas extras 2018	Horas extras 2019
Enero	67	19	53	27
Febrero	81	15	57	22
Marzo	63	12	51	11
Abril	68	9	53	15
Mayo	75	4	59	10
Junio	64	8	67	6
Julio	77	7	34	5
Agosto	68	3	47	2
Setiembre	65	17	64	7
Octubre	73	5	53	10
Noviembre	79	8	55	3
Diciembre	74	6	64	6
<b>Promedio</b>	<b>71.17</b>	<b>9.42</b>	<b>54.75</b>	<b>10.33</b>

**Tabla 24: Productividad mensual en las áreas de estudio**

Mes	Área de chorizos y salchichas		Área de quesos y productos madurados	
	Productividad 2018	Productividad 2019	Productividad 2018	Productividad 2019
Enero	0.90	1.00	0.23	0.28
Febrero	0.90	1.07	0.28	0.32
Marzo	1.01	1.16	0.26	0.32
Abril	0.97	1.11	0.26	0.33
Mayo	0.95	1.09	0.25	0.36
Junio	0.94	1.10	0.24	0.33
Julio	0.98	1.17	0.29	0.33
Agosto	1.00	1.19	0.27	0.35
Setiembre	0.95	1.10	0.24	0.35
Octubre	0.94	1.21	0.25	0.36
Noviembre	0.92	1.12	0.23	0.37
Diciembre	0.95	1.15	0.23	0.38
<b>Promedio</b>	<b>0.95</b>	<b>1.12</b>	<b>0.25</b>	<b>0.34</b>



#### 4.7. APLICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS PROFESIONALES

El presente trabajo de suficiencia profesional se encuentra enmarcado dentro de las actividades realizadas por la Bachiller en Ciencias – Industrias Alimentarias, llevada a cabo en la empresa de alimentos en estudio, dedicada a la elaboración de productos de carnes frías y productos lácteos. La carrera de ingeniería de industrias alimentarias me permitió ejercer el cargo de supervisora de producción, realizando funciones de elaboración de proyectos aplicando la metodología KAIZEN y DMAIC.

Como funciones se supervisa las dos plantas de la empresa de procesos y empaque en rotación mensual, toda transformación de la materia prima hasta la obtención del producto final, coordinando las labores del personal del turno, controlando la labor de los encargados de línea y del operario en general. También se vela por el correcto funcionamiento de maquinarias y equipos. De manera diaria se monitorea y analiza los indicadores de control y puntos de control en los procesos. Estas funciones se desempeñaron apropiadamente ya que se ponen en práctica los conocimientos adquiridos durante los años de estudio, tal como se muestra en la Tabla 25.

**Tabla 25: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en el desempeño laboral**

<b>CURSO</b>	<b>CONOCIMIENTO ADQUIRIDO</b>
Ingeniería de la Producción	Indicadores de producción
Tecnología de carnes	Evaluación y control de las carnes al ingreso a planta.
Industrias Cárnicas	Elaboración y formulación de nuevos productos cárnicos
Tecnología de Alimentos I	Conservación de los productos cárnicos
Evaluación sensorial de Alimentos	Pruebas de sustitución de insumos a los productos y realización de panel sensorial.
Envases y Embalajes de Alimentos	Pruebas y estudio de vida en anaquel de los alimentos

De igual manera, se tiene que el presente Trabajo de Suficiencia Profesional, puso en práctica el desarrollo del proceso de producción y empaçado de los jamones, productos madurados y quesos. Los temas de los cursos impartidos durante toda la carrera de Ingeniería de Industrias Alimentarias (Tabla 26) han permitido que se realice la aplicación de herramientas de la calidad en el análisis de los problemas más importantes que ocurren en la empresa, determinando así la causa raíz que los origina y atacar el problema. En la planta de empaque es necesario el control diario del proceso Envases y Embalajes de los alimentos, la cual permite hacer mejoras en el área agregando más tiempo de vida en el producto. El análisis sensorial en la empresa es diario para la liberación de diversos lotes producidos y evaluar las mejoras del caso.

**Tabla 26: Cursos y conocimientos adquiridos y aplicados en la producción de carnes frías y productos lácteos**

<b>CURSO</b>	<b>CONOCIMIENTO ADQUIRIDO</b>
Control de calidad de alimentos	Gráficas de muestreo y para el control.
Tecnología de carnes	Evaluación y control de las carnes al ingreso a planta.
Industrias Cárnicas	Elaboración y formulación de nuevos productos cárnicos
Tecnología de Alimentos I	Conservación de los productos cárnicos
Evaluación sensorial de Alimentos	Pruebas de sustitución de insumos a los productos y realización de panel sensorial.
Envases y Embalajes de Alimentos	Pruebas y estudio de vida en anaquel de los alimentos

Por último, el desarrollo de las competencias durante la carrera, tales como liderar equipos de proyectos de mejora continua, trabajo en equipo, búsqueda y redacción apropiada de informes de producción y sus indicadores, comunicación, empatía y responsabilidad en el trabajo, permitió un correcto desenvolvimiento de la bachiller en el centro laboral, así como en la ejecución exitosa de las labores y actividades encomendadas.

## **V. CONCLUSIONES**

1. La productividad se incrementó de 0.95 a 1.12 y 0.25 a 0.34 en promedio para el año 2018 y 2019 en las áreas de chorizos y salchichas, y quesos y productos madurados, respectivamente.
2. Se incrementó de 48.5 a 64 por ciento el OEE de la línea de empaque de chorizos y salchichas para el año 2019. Superando en un nueve por ciento el objetivo propuesto por el proyecto.
3. Se incrementó de 41 a 76 por ciento el OEE de la línea de empaque de quesos y productos madurados para el año 2019. Superando en un 16 por ciento el objetivo propuesto por el proyecto.
4. Las horas extras se redujeron de 71.17 a 9.42 y 54.75 a 10.33 en promedio para el año 2018 y 2019 en las áreas de chorizos y salchichas, y quesos y productos madurados, respectivamente.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Utilizar otras herramientas de calidad como Pareto y gráficas de control para poder delimitar mejor los problemas a solucionar.
- Implementar un mejor sistema de medición del factor de calidad para poder medir la paquetería que se reempaca durante el proceso.
- Respecto al tema de productividad, se recomienda seguir con las capacitaciones en cuanto al método, importancia, con entrenamientos constantes en la empresa.
- Dar un mayor enfoque al mantenimiento preventivo programando revisiones de la máquina semanalmente y no cuando se malogren durante la producción.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Chikwendu, O. C.; Chima, A. S. & Edith, M. C. (2020). The optimization of overall equipment effectiveness factors in a pharmaceutical company. *Heliyon*, 6(4): 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03796>
- del Castillo Shelly, R. R. & Mestres Lagarriga, J. (2004). El queso. En *Productos lácteos. Tecnología* (141-186). Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya.
- El-Haik, B. (2010). Six Sigma Fundamentals. En El-Haik, B. y Shaout, A. *Software Design for Six Sigma: A Roadmap for Excellence*. Nueva Jersey, Estados Unidos: John Wiley y Sons.
- Hernández, A.; Alfaro, I. & Arrieta, R. (2003). Los embutidos fermentados. En *Microbiología Industrial* (p. 90-107). San José, Costa Rica: EUNED.
- Jain 2020. Quality and Safety. En *Office-Based Endovascular Centers* (p. 95-102). Missouri, Estados Unidos: Elsevier.
- Kiran, D. R. (2017). Sig Sixma. En *Total Quality Management. Key Concepts and Case Studies* (p. 347-361). Oxford, Inglaterra: Butterworth-Heinemann.
- Kiran, D. R. (2020a). The concept of productivity. En *Production Planning and Control. A Comprehensive Approach* (p. 55 - 73). Oxford, Inglaterra: Butterworth-Heinemann.
- Kiran, D. R. (2020b). Factors affecting productivity. En *Work Organization and Methods Engineering for Productivity* (p. 45 - 61). Oxford, Inglaterra: Butterworth-Heinemann.
- Knipe, C. L. (2014). Sausages, types of. En *Encyclopedia of meat sciences* (241-247). London, Estados Unidos: Elsevier
- Toldrá, F. (2014). Mediterranean. En *Encyclopedia of meat sciences* (550-552). London, Estados Unidos: Elsevier

- Saenz, R. (2004). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de embutidos. (Tesina de Pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de: [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/saenz\\_ar/saenz\\_ar.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/saenz_ar/saenz_ar.pdf)
- Smętkowska, M. & Mrugalska, B. (2017). Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of the production process: a case study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 238:590-596. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2018.04.039>
- Vazquez, D. (2017). Perú: Reconfiguración en el mercado de embutidos. *America Retail*, pág. 1. Recuperado de: <https://www.america-retail.com/peru/peru-reconfiguracion-en-el-mercado-de-embutidos/>

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: DIAGRAMAS DE FLUJO DE LAS ÁREAS EN ESTUDIO



## ANEXO 2: DELIMITACIÓN DE LOS PROCESO EL ÁREA DE CHORIZOS Y SALCHICHAS



## ANEXO 3: DELIMITACIÓN DE LOS PROCESO EL ÁREA DE QUESOS MADURADOS Y QUESOS

