



UNIVERSIDAD  
**SAN IGNACIO  
DE LOYOLA**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Carrera de Ingeniería Industrial y Comercial**

# **MEJORA DEL PROCESO DE ENVASADO DE GALONERAS DE YOGURT EN PLANTA INDUSTRIAL DE ATE PARA OPTIMIZACIÓN DE RENDIMIENTOS**

**Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional  
de Ingeniero Industrial y Comercial**

**BRUNO JAIR SANTILLAN MEDINA**

**Asesor:**

**G. Enrique Gregorio Carhuay Pampas**

**Lima – Perú**

**2019**

## DEDICATORIA

A mis padres por ser el motor de mis logros, gracias por todo el apoyo brindado tanto en mis aciertos como en mis errores.

A mis hermanos Jim y Grace que con sus ocurrencias siempre han podido alegrarme en cualquier oportunidad así sea complicada.

A mi abuelita Eva “Mamamama” que desde muy pequeño me enseñó a ser una persona honesta, solidaria y agradecido por lo que tengo.

A todos mis compañeros de estudios que sin su coraje y apoyo no hubiera podido alcanzar mis metas.

A mis compañeros de trabajo que siempre estuvieron presente para apoyarme y enseñarme cosas nuevas

Por último, quisiera compartir con ustedes algunos pensamientos que me han acompañado durante toda vida y marcaron muchas decisiones que eh tomado: i) No hagas lo que no quieres que te hagan, ii) se verdadero sin importar las consecuencias iii) se agradecido siempre por lo que tienes, no mires a los demás, iv) antes de tomar una decisión vuélvela a pensar y decide mejor.

## **AGRADECIMIENTOS**

“Siempre agradecer a mis padres por su inmenso apoyo a lo largo de toda mi vida, sin ellos simplemente no hubiera podido ser el hombre de bien que soy.

A mis hermanos con los cuales aprendí el valor de pensar siempre el otro antes que en uno mismo.

Un agradecimiento especial para mi asesor Enrique Carhuay que me permitió forjar un trabajo mucho más sólido con sus acertados consejos y vasta experiencia.

A los muchachos del laboratorio de la plata que me ayudaron con todos los análisis que puede enviarles, su rapidez y profesionalismo fueron muy importantes.

Gracias a todas las personas que directa o indirectamente me apoyaron en la realización de este trabajo. Un fuerte abrazo para cada uno de ustedes.

## **RESUMEN**

El presente trabajo de suficiencia profesional se basa en la aplicación de la metodología DMAIC o Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar para disminuir las mermas de yogurt originadas en el proceso de envasado de galoneras x 1.8 Lt de la empresa Laive S.A para el periodo Ene-2014 – Set-2014. Se emplearon herramientas estadísticas para la toma de decisiones y aplicar mejoras en los procedimientos, en los equipos y en la capacitación de los operadores de producción. Finalizada la implementación del proyecto se evidencia reducción de mermas en el peso de galoneras en 5.1g trayendo ahorros económicos para la empresa de 400 soles diarios. Adicionalmente, se obtienen otros beneficios como la reducción en horas extras alrededor del 1% y una reducción en el tiempo perdido de mantenimiento de 3 horas.

## **ABSTRACT**

The present study of professional proficiency is based on the application of the DMAIC methodology or Define, Measure, Analyze, Improve and Control to reduce the losses of yogurt originated in the process of packaging of gallons x 1.8 L of the company Laive SA for the period Jan-2014 - Set-2014. Statistical tools were used to make decisions and upgrade the procedures, equipment and training of the production operators. After the implementation of the project, there is evidence of a reduction in the weight of gallons in 5.1g, which permits cost savings for the company of 400 soles per day. Additionally, other benefits are obtained such as the reduction in overtime around 1% and a reduction in the time lost from maintenance of 3 hours.

## INDICE DE CONTENIDO

GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	11
1.1. Nombre o razón social de la empresa.....	11
1.2. Ubicación de la empresa .....	11
1.3. Giro de la empresa .....	11
1.4. Tamaño de la empresa (micro, pequeña, mediana o grande) .....	11
1.5. Breve reseña histórica de la empresa.....	11
1.6. Organigrama de la empresa .....	12
1.7. Misión, Visión y Política .....	13
1.8. Productos y clientes.....	13
1.9. Premios y certificaciones .....	13
1.10. Relación de la empresa con la sociedad .....	13
1.11. Análisis FODA.....	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA QUE FUE ABORDADO .....	17
2.1. Caracterización del área en que se participó .....	17
2.2. Antecedentes y definición del problema:.....	19
2.3. Objetivos: general y específico .....	23
2.4. Justificación .....	26
2.5. Alcances y limitaciones.....	26
MARCO TEÓRICO .....	28
3.1. El marco teórico se construye sobre la base de tres elementos fundamentales: 28	28
3.2. El conocimiento sobre teorías existentes .....	29
3.3. El conocimiento teórico y empírico sobre el tema como el resultado de su experiencia profesional. ....	31
3.4. El conocimiento empírico que haya acumulado, resultado de la observación directa de la situación o problema establecido. ....	38
DESARROLLO DEL PROYECTO.....	40
4.1. Implementación de la metodología DMAIC .....	41
4.1.1. DMAIC - Definir .....	42
4.1.2. DMAIC - Medir .....	47
4.1.3. DMAIC - Analizar .....	51
4.1.4. DMAIC - Mejorar.....	56

4.1.5. DMAIC - Controlar .....	65
ANÁLISIS Y RESULTADOS .....	67
CONCLUSIONES .....	73
RECOMENDACIONES .....	74
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	76
ANEXOS.....	78
9.1. Análisis FODA .....	78
9.2. Ubicación geográfica de la empresa .....	79
9.3. Registro de envasado .....	80

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Organigrama de Laive - Manufactura.....	12
Tabla 2: Datos de envasado antes de la propuesta .....	21
Tabla 3: Matriz de consistencia de la metodología de investigación .....	24
Tabla 4: Objetivos de las etapas del ciclo DMAIC.....	38
Tabla 5: Gantt del proyecto.....	40
Tabla 6: Equipo Sigma Yogurt - Área de trabajo.....	42
Tabla 7: Diagrama SIPOC del proceso .....	44
Tabla 8: Análisis de Varianza.....	51
Tabla 9: Diagrama de Árbol del Proyecto.....	54
Tabla 10: Check list Inicio de producción .....	60
Tabla 11: Check List mantenimiento autónomo semanal de la envasadora .....	61
Tabla 12: Check list Mantenimiento autónomo mensual de la envasadora .....	62
Tabla 13: Matriz de impacto de las modificaciones mecánicas .....	63
Tabla 14: Contenido de la capacitación .....	64
Tabla 15: Datos de envasado luego de la propuesta .....	68
Tabla 16: Resultados obtenidos.....	71

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Equipo Sigma Yogurt .....	41
Ilustración 2: Capabilidad del proyecto antes .....	48
Ilustración 3: Prueba de normalidad de datos .....	49
Ilustración 4: Análisis de oportunidad de mejora.....	49
Ilustración 5: Histograma del proceso antes .....	50
Ilustración 6: Capabilidad del proceso antes .....	50
Ilustración 7 : Jebe con desgaste .....	57
Ilustración 8 : Estado de los engranajes Antes VS después.....	57
Ilustración 9: Manivela de nivel de envasadora.....	58
Ilustración 10: Tablero eléctrico sin y con variador de velocidades .....	59
Ilustración 11: Capacidad del proyecto después.....	69
Ilustración 12: Comparación de datos en el histograma .....	70
Ilustración 13: Grafico de Cajas de las varianzas .....	72

## INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1: Proceso de elaboración del yogurt .....	18
Grafico 2: Ciclo DMAIC.....	34
Grafico 3: Diagrama de flujo del proceso de envasado de yogurt .....	46
Grafico 4: Ishikawa del proyecto .....	52

## **GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **1.1. Nombre o razón social de la empresa**

Laive S.A

### **1.2. Ubicación de la empresa**

La empresa Laive se encuentra ubicada geográficamente en la Avenida Nicolás de Piérola 601, Distrito de Ate; como referencia la planta se encuentra ubicada a la altura del kilómetro 9.5 de la carretera central. (Ver Anexo #10.3)

### **1.3. Giro de la empresa**

Consumo masivo directo con productos alimenticios; principalmente productos lácteos.

### **1.4. Tamaño de la empresa (micro, pequeña, mediana o grande)**

Según el DL 30056, que establece criterios para la conformación de las empresas, Laive SA se denomina Gran Empresa por la cantidad de UIT que factura.

### **1.5. Breve reseña histórica de la empresa**

La marca Laive nace como tal en 1910, en las Alturas de Junín y Huancavelica con la unión de las tres haciendas que dieron paso a la Sociedad Ganadera del Centro, en la cual, una de ellas se llamaba Laive. En sus inicios, la empresa comenzó como una empresa productora de lana, para posteriormente realizar un giro en el negocio y dedicarse a los productos lácteos. La empresa fue pionera en la fabricación de quesos maduros para el mercado local.

Para el año 1960, adquiere un terreno de Ate para la instalación de una planta productora de productos lácteos, el cual posee hasta la actualidad.

En 1980 Laive instala en Arequipa una planta de acopio de leche fresca para producir productos de mayor calidad. Hoy en día, la empresa es la segunda mayor productora de la industria de productos lácteos, pero su oferta se ha extendido a otras líneas como jugos y embutidos. En 1991, adquiere la salchichería Suiza e ingresa al campo de embutidos con derivados cárnicos.

En 1994 se cambia la razón social de la empresa de Sociedad Ganadera del Centro S.A. a Laive S.A, el cual es el nombre que posee actualmente.

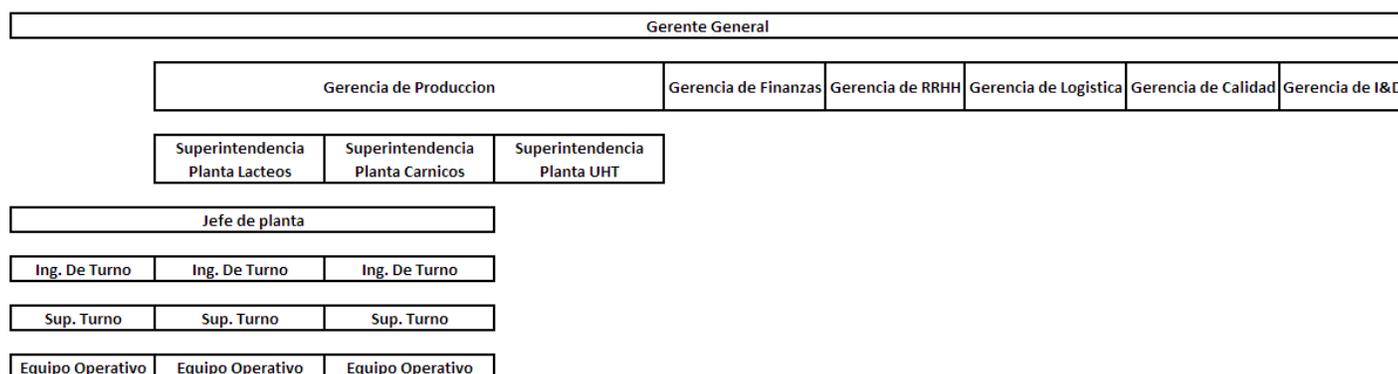
Para 1994, ingresa al sector de leches ultra pasteurizadas (UHT) con la construcción de una planta en el local de Ate.

Laive se ha mantenido por más de cien años gracias a que la empresa ha llevado un manejo financiero conservador y los dueños dieron un paso al costado para profesionalizar la gerencia. La mayor participación de la empresa se encuentra en manos de la familia Palacios (a través del holding Valor Agro). Con un porcentaje similar lo posee la empresa chilena Santa Carolina, que ingresó a Laive en 1995 a través de un aumento de capital. El resto está en manos de terceros, ya que cotiza en la Bolsa de Valores de Lima.

### 1.6. Organigrama de la empresa

A continuación, se detalla el organigrama de la empresa; Se hace especial énfasis en la parte manufacturera de la empresa ya que es aquí donde se centra el trabajo. El organigrama de la empresa se estructura de acuerdo a la naturaleza de la organización, el cual divide su estructura organizacional de acuerdo a las distintas gerencias de la empresa.

**Tabla 1: Organigrama de Laive - Manufactura**



**Fuente: La empresa  
Elaboración propia**

La empresa se conforma por una gerencia de producción que tiene a su cargo las 3 plantas dentro de la organización, cada planta posee una superintendencia que dirige las funciones y vela por el cumplimiento del programa de producción, posteriormente existe un jefe de planta que dirige las coordinaciones y luego el ingeniero de turno (puesto que

ocupó durante el desarrollo del proyecto) para las coordinaciones diarias y por turno de trabajo.

### **1.7. Misión, Visión y Política**

La Misión de la empresa es: “Contribuir a mejorar la calidad de vida de nuestros consumidores ofreciendo alimentos saludables y nutritivos.”

La Visión de la empresa es: “Ser la empresa peruana referente de alimentos saludables y nutritivos.”

### **1.8. Productos y clientes**

La empresa organiza sus productos de acuerdo a 3 principales sectores; leches y bebidas pasteurizadas, derivados lácteos y embutidos.

Dentro de la cartera de clientes la empresa principalmente comercializa gran cantidad de sus productos “(>70%) con grandes mayoristas a nivel nacional, otra parte va dirigida a los minoristas y retails”, según información de su página web.

### **1.9. Premios y certificaciones**

#### **Premios**

La empresa ha sido nominada a los Premios Effie en la categoría como: Gran Marca Clásica y Gran Marca Moderna.

#### **Certificaciones**

El desempeño de la empresa Laive S.A. por mantener la calidad y eficiencia en la gestión de sus productos no deja de rendir frutos, pues ha logrado la apreciada Certificación ISO 9001:2000 otorgada por la empresa certificadora Certificados del Perú (CERPER) en mérito a cumplir satisfactoriamente con los requisitos de la norma.

### **1.10. Relación de la empresa con la sociedad**

El principal rol de la empresa con la comunidad es “La alimentación, y la preocupación por el entorno social; La empresa guarda las mejores relaciones con los vecinos, comisarías y municipalidades a fin de aportarles y ayudarlos en obras de bien social sobre todo las relacionadas con niños. La empresa trabaja con “Fundades”, Operación Sonrisa, Niño Sano, Ayacucho, Teletón, Mercado de Pulgas; entre otras.”

Respecto al medio ambiente la empresa busca: “Velar por el medio ambiente es una constante de la empresa. Los insumos frescos, naturales y no contaminantes son esenciales en nuestros procesos, que en muchos casos son artesanales, pero siempre manteniendo los altos estándares de calidad, ayudando a cumplir mejor con el cuidado de nuestro medio ambiente.”

### **1.11. Análisis FODA**

A continuación, se realiza un FODA a la empresa.

#### **Fortalezas**

Empresa con más de 100 años en el mercado peruano, reconocida como una de las 2 mejores empresas en el rubro de lácteos.

Innovación constante de su cartera de productos.

Gran compromiso de la gerencia general.

Posee infraestructura acorde para sus procesos dentro de sus instalaciones.

Cuenta con personal calificado para el correcto desempeño de sus actividades.

Posee capital de trabajo para futuras inversiones.

Posee una rentabilidad sostenida a lo largo de los años.

Equipo multifuncional.

Fomenta la participación de sus trabajadores para proponer nuevas ideas.

#### **Oportunidades**

Oportunidad de crecimiento en el mercado, posee un 25% del market share.

Crecimiento en nuevos mercados, empresa dinámica.

Posibilidad de adquisición de otras empresas.

Crecimiento en exportaciones de productos.

La innovación como base de su crecimiento.

Ahorro en costos de producción mediante la automatización de líneas.

### **Debilidades**

Sindicato de trabajadores bastante fuerte.

Estructura organizacional muy amplia.

Posibilidad de huelgas internas por parte del propio personal.

Deficiencias en seguridad industrial.

Dentro de su cartera de producto, algunos productos son estacionales.

Personal operativo con poca capacitación.

Rotación del personal elevada.

Trabajar con proveedores no capacitados.

Materia prima con variaciones y compromisos de compra.

Falta de proveedores en el sector.

Materia prima posee poco tiempo de vida.

Falta de espacio en sus almacenes

### **Amenazas**

Competencia fuerte del mercado.

Sensibilidad en los cambios del consumidor.

Sensibilidad a los problemas que afronta el sector.

Sensibilidad a las exigencias de los ganaderos de leche y sus reclamos.

Incremento del precio en materias primas importadas.

Entrada de nuevos competidores.

Modificación de las legislaciones vigentes para la producción de sus productos.

Auditorias más severas por parte de los entes reguladores.

Multas por parte de los entes reguladores del sector.

Basados en sus fortalezas, se puede apreciar que la empresa resalta la importancia por seguir innovando constantemente sus procesos y productos, mediante la activa participación de la gerencia. Precisamente, el presente informe se apalanca en estos 2 pilares de la empresa para su desarrollo.

Uno de los factores importantes en el desarrollo del trabajo fue la disposición de la infraestructura de la planta la cual nos permitió poder realizar modificaciones en algunas áreas para mejorar los procesos.

A lo largo del presente proyecto pudimos apreciar la multifuncionalidad de los colaboradores los cuales con su amplia experiencia y ganas de aportar fueron de vitales para la materialización del proyecto. La participación activa de los miembros del equipo en la solución del problema en temas fuera de su especialidad fue de suma importancia ya que dan unos enfoques distintos de cómo resolverlo.

Todos estos factores, arriba expuestos, sirvieron para impulsar el proyecto puesto que este está enfocado en mejorar las condiciones actuales del proceso de envasado de galoneras de la empresa.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA QUE FUE ABORDADO**

### **2.1. Caracterización del área en que se participó**

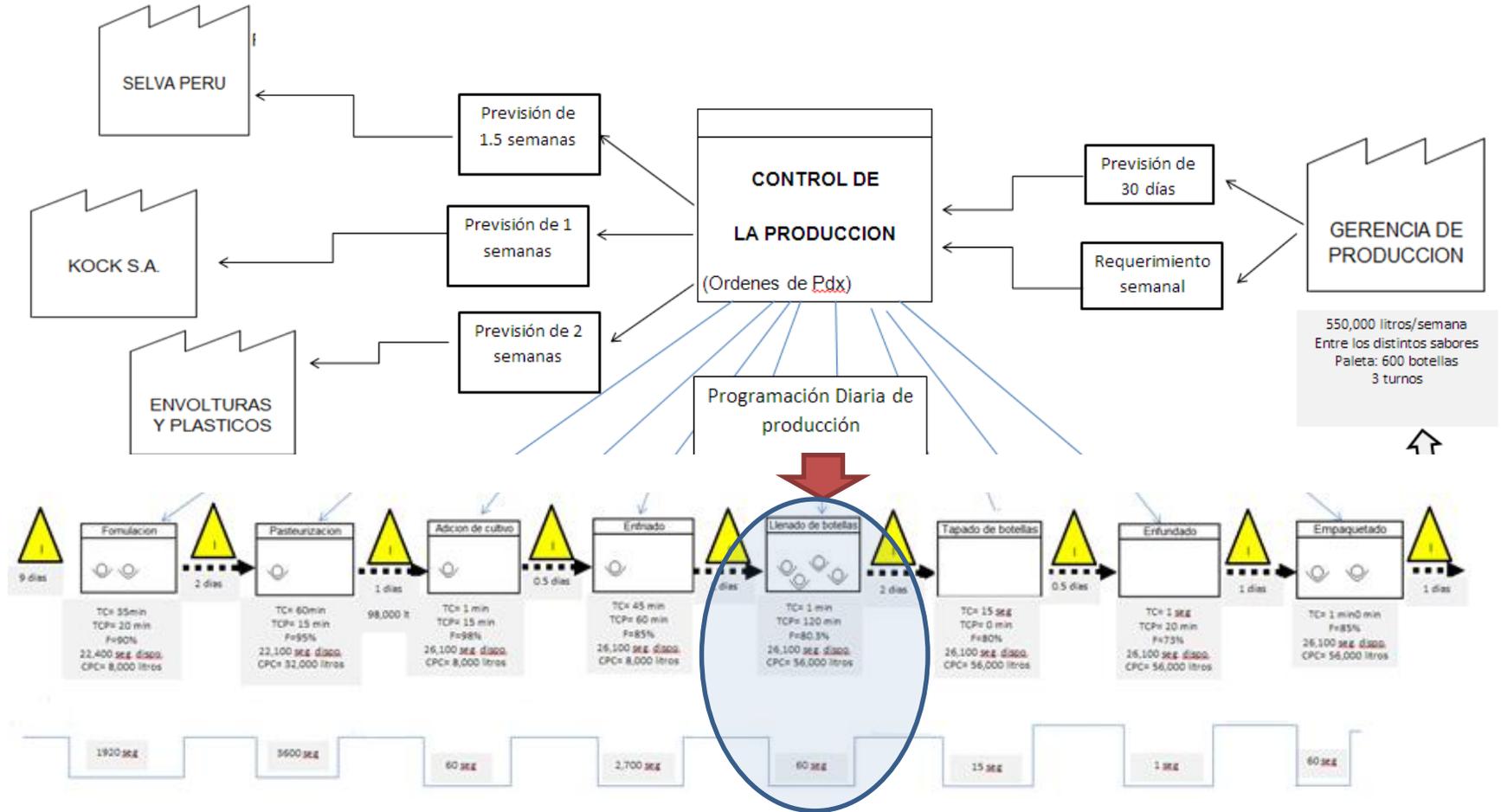
El área en la cual se desarrolla el proyecto es el área de Manufactura de la empresa, específicamente, la planta de derivados lácteos, en la cual nos enfocamos en la línea de envasado de galoneras x 1.8lt de yogurt.

Asimismo, las características que presenta la línea de envasado son las siguientes: la línea posee una capacidad efectiva diaria de 64,000 lt/día o 32,000 unidades/día, la producción nominal es 72,000 Lt/día; Trabajan alrededor de 6 operarios (maquinistas – ayudantes); Trabajo de 3 turnos por 8 horas por 6 días a la semana con 45 min de refrigerio de lunes a sábado, con lo cual se busca cumplir con el requerimiento semanal enviado por el área de planificación.

El área de planificación de la producción envía un programa semanal y mensual de los requerimientos de ventas a la jefatura de la planta con el cual se programa la producción diaria por línea de envasado. El área de planificación mide la eficacia del plan del proyectado vs el real producido por cada línea de envasado como un indicador de cumplimiento.

A continuación se elabora el proceso de elaboración del yogurt de la empresa y las áreas involucradas para poder cumplir con el programa de producción.

**Grafico 1: Proceso de elaboración del yogurt**



Fuente: La empresa

Elaboración propia

El proceso de elaboración del yogurt y posterior envasado tiene diversas etapas que se complementan entre sí. El proyecto se centra en la etapa de envasado de yogurt para galoneras x1.8 lt. En los capítulos posteriores se detalla cada una de estas etapas.

## **2.2. Antecedentes y definición del problema:**

Durante los meses pico de demanda, que van desde marzo hasta noviembre, el cumplimiento del programa de producción es de suma importancia para no caer en quiebres de stocks para el negocio. Contar con una menor cantidad de producto para la venta genera pérdidas económicas y pérdida de clientes ante la competencia. El área de manufactura tiene que responder y encontrarse a la altura del requerimiento de ventas.

A lo largo de varias semanas, durante los meses pico, se evidencia que la línea de envasado de galoneras x1.8 lt no está cumpliendo con el programa semanal y en repetidas oportunidades se incurre en sobre tiempo los fines de semana para poder completar dicho programa. Es más, en oportunidades se tiende a trabajar hasta 2 turnos en sobre tiempo lo cual representa un costo adicional para la planta.

Se analizan los reportes de producción que posee la línea y se encuentran pérdidas de tiempo por mantenimiento, paradas constantes por calibración de la envasadora, rotura de pernos y cambio de rodamientos, entre otras. Estas fallas en mantenimiento generan una pérdida de 5 horas en promedio a lo largo de todas las semanas.

Por otro lado, se revisa los formatos de control de pesos para las galoneras lo cuales presentaban otro tipo de problemas; En muchos casos los operadores no llenaban los registros en el tiempo correcto, llenan datos erróneos o simplemente no lo hacen. Todo esto hace que información recopilada no sea confiable y no sirva como base para la toma de decisiones.

Respecto a la parte productiva, como se mencionó anteriormente, la capacidad efectiva diaria planificada para la línea de galoneras es de **64,000 lt/día** de lunes a sábado, con el cual, el área de planificación nos envía el programa semanal de requerimientos. No obstante, la línea tenía una capacidad real que varía entre 62,000 lt/día y 63,000 lt/día aproximadamente; Al término de la semana la línea deja de producir, 12,000 lt de producto o 3% de la producción, cuyo volumen es recuperado mediante el sobre tiempo los días domingo. Por último, con el rendimiento actual de la línea los lotes de producción

se encuentran alrededor del 97%, dentro de los estándares de la empresa **pero** puede ser mejorado.

Una forma de determinar la eficiencia productiva de una línea de producción es mediante el cálculo de la Eficiencia General de los Equipos u OEE (por sus siglas en ingles); A continuación se presentan los cálculos obtenidos con los datos encontrados.

Disponibilidad = Tiempo de operación (TO) / Tiempo planificado de operación (TPO)

Disponibilidad =  $(168 \text{ h} - 24 \text{ h} - 5\text{h}) / (168 \text{ h} - 24 \text{ h}) * 100\%$

Disponibilidad = **96.5%**

Rendimiento = Tiempo de ciclo ideal/ (Tiempo de Operación / N° Total Unidades)

Rendimiento =  $(1/72,000 \text{ lt/día}) / (1 \text{ día} / 62000 \text{ Lt/ día}) * 100\%$

Rendimiento = **88.8%**

Calidad = **97%**

OEE= Rendimiento \* Disponibilidad \* Calidad

OEE = 84% - Valor aceptable

Según el cálculo del OEE, sí bien nos arroja un valor "Aceptable" se observa oportunidades de mejora en la línea de producción.

Asimismo, se decidió realizar un muestro sobre los pesos de las galoneras para evidenciar la situación actual de la línea de producción, cabe mencionar que el **límite superior e inferior** para el envasado de galoneras Laive es de 2007g y 1980g respectivamente. Se pudo apreciar que el peso promedio de las galoneras se encuentra alrededor de 2000.5g el cual se ubica cerca al límite superior y en muchos el peso de las galoneras se encontraba por encima del mismo. Trabajar en este rango de pesos evidencia un exceso de pesos durante la producción y por consiguiente menor productividad.

**Tabla 2: Datos de envasado antes de la propuesta**

<b>Turno</b>	<b>Maquinista</b>	<b>Lote</b>	<b>FP</b>	<b>Viscosidad</b>	<b>Pesos</b>
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	2006
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	1999
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	2006
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	1998
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	1995
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	1998
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	2006
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	1998
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	1997
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	1990
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	2007
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	2006
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	2005
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	1999
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	2002
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	2010
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	2002
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	1997
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	1998
Amanecida	Raul	Lote 6	05/03/2014	26	2001
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	1995
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	1999
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	2001
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	2001
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	2001
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	1997
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	1995
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	1999
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	1998
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	2008
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	1999
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	1995
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	1999
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	1999
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	1985
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	1998

Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	1998
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	1999
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	2010
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	1998
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	2005
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	1998
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	1999
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	1999
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	2010
Amanecida	Raul	Lote 5	05/03/2014	23	2004
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	1998
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	1999
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	1998
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	1999
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	1996
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	2005
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	1997
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	2006
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	1999
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	1995
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	2001
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	1997
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	1998
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	1999
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	2001
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	2009
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	1998
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	1995
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	1999
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	1997
Amanecida	Raul	Lote 4	05/03/2014	31	2001
Tarde	Gerardo	Lote 1	04/03/2014	28	2006
Tarde	Gerardo	Lote 1	04/03/2014	28	2006
Tarde	Gerardo	Lote 1	04/03/2014	28	1998
Tarde	Gerardo	Lote 1	04/03/2014	28	2005
Tarde	Gerardo	Lote 1	04/03/2014	28	2006
Tarde	Gerardo	Lote 1	04/03/2014	28	1998
Tarde	Gerardo	Lote 1	04/03/2014	28	2003
Tarde	Gerardo	Lote 1	04/03/2014	28	2003
Tarde	Gerardo	Lote 1	04/03/2014	28	1997
Tarde	Gerardo	Lote 1	04/03/2014	28	2005

**Fuente: La empresa**

**Elaboración propia**

Por este motivo, el peso actual de las galoneras se traduce en oportunidades de mejora para la línea de envasado y la posibilidad de obtener mayores volúmenes de producción dentro de una misma jornada, dejando de incurrir en horas extras los fines de semana.

### **2.3. Objetivos: general y específico**

El objetivo principal del trabajo de investigación es “mejorar el proceso de envasado de galoneras de yogurt en planta industrial de Ate para optimización de rendimientos mediante la aplicación de la metodología DMAIC”, en este aspecto se busca mejorar los indicadores de productividad de la línea de envasado como son:

El OEE,

Rendimiento de cada lote,

Reducción de horas perdidas por mantenimiento,

Porcentaje de horas extras y

La variabilidad de los pesos de las galoneras.

Los objetivos específicos del proyecto son 4:

Determinar en qué medida se reducen las mermas mediante la aplicación de las 5's en el proceso de envasado.

Determinar en qué medida se redujeran las mermas mediante las capacitaciones implementadas al personal.

Determinar en qué medida se redujeran las mermas mediante las modificaciones realizadas a la envasadora.

Determinar en qué medida se redujeran las mermas mediante las modificaciones realizadas en las formulaciones del producto.

Todos estos objetivos se encuentran en la matriz de consistencia que se elabora para el proyecto.

**Tabla 3: Matriz de consistencia de la metodología de investigación**



**MATRIZ DE CONSISTENCIA DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

**Tema de Investigación:** Mejora de Procesos en el envasado yogurt en Galoneras x1.8 Lt  
**Título de la Investigación:** Aplicación: metodología DMAIC para la optimización del proceso de envasado de galoneras de yogurt  
**Línea de Investigación:** Operaciones, Procesos y Mejora Continua.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES																			
<p><b>Problema General</b>            ¿En qué medida se reducen las mermas de producto de una empresa de fabricación de yogurt mediante la aplicación de la metodología DMAIC en el proceso de envasado de galoneras?</p> <p><b>Problemas Específicos</b>            ¿En qué medida se redujeran las mermas mediante la aplicación de 5'S?            ¿En qué medida se redujeran las mermas mediante las capacitaciones implementadas al personal?            ¿En qué medida se redujeran las mermas mediante las modificaciones realizadas a la envasadora?            ¿En qué medida se redujeran las mermas mediante las modificaciones realizadas en la formulación de los yogures?</p>	<p><b>Objetivo General</b>            Determinar en qué medida se reducen las mermas de producto de una empresa de fabricación de yogurt mediante la aplicación de la metodología DMAIC en el proceso de envasado de galoneras.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b>            Determinar en qué medida se redujeran las mermas mediante la aplicación 5'S.            Determinar en qué medida se redujeran las mermas mediante las capacitaciones implementadas al personal.            Determinar en qué medida se redujeran las mermas mediante las modificaciones realizadas a la envasadora            Determinar en qué medida se redujeran las mermas mediante las modificaciones realizadas en las formulaciones del producto</p>	<p><b>Hipótesis General</b>            Las mermas de producto se redujeran en una empresa de fabricación de yogurt mediante la aplicación de la metodología DMAIC en el proceso de envasado de galoneras. Con ahorros económicos para la empresa.</p> <p><b>Hipótesis Específicas</b>            Las mermas se redujeran aplicando 5'S            Las mermas se redujeran capacitaciones implementadas al personal.            Las mermas se redujeran aplicando modificaciones realizadas a la envasadora            La nueva formulación ayudará a reducir las mermas de los productos.</p>	<p><b>Variable (s) de Estudio:</b>  <b>Variable "A" Independiente :</b>            DMAIC  <b>Variables "B" dependientes:</b> Mejora de Procesos en la Línea de proceso de envasado de yogurt para la empresa</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variables de Estudio</th> <th>Dimensiones</th> <th>Indicadores de desempeño</th> <th>Puntaje de Item</th> <th>Escala de Medición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <b>VARIABLE "A"</b>            - Implementación de Registros y Controles en el proceso.            - Implementación de capacitaciones para el personal         </td> <td>Relación con el grado de consecución de los objetivos de cada proyecto de mejora</td> <td>- N° de planes ejecutados/Total de planes programados (%)</td> <td>Cuantit.</td> <td>Ordinal</td> </tr> <tr> <td> <b>VARIABLES "B"</b>            - Nivel de merma            - Nivel de Capacitación del personal            - Nivel de confiabilidad de las maquinas         </td> <td>El nivel de trabajo realizado por el colaborador de la empresa</td> <td>-Producción/Capacidad Total de Producción (%)            -Porcentaje de capacitación por parte de los colaboradores (%)            -Porcentaje del OEE de las maquinas (%)</td> <td>Cuantit.</td> <td>Ordinal</td> </tr> </tbody> </table>					Variables de Estudio	Dimensiones	Indicadores de desempeño	Puntaje de Item	Escala de Medición	<b>VARIABLE "A"</b> - Implementación de Registros y Controles en el proceso. - Implementación de capacitaciones para el personal	Relación con el grado de consecución de los objetivos de cada proyecto de mejora	- N° de planes ejecutados/Total de planes programados (%)	Cuantit.	Ordinal	<b>VARIABLES "B"</b> - Nivel de merma - Nivel de Capacitación del personal - Nivel de confiabilidad de las maquinas	El nivel de trabajo realizado por el colaborador de la empresa	-Producción/Capacidad Total de Producción (%) -Porcentaje de capacitación por parte de los colaboradores (%) -Porcentaje del OEE de las maquinas (%)	Cuantit.	Ordinal
Variables de Estudio	Dimensiones	Indicadores de desempeño	Puntaje de Item	Escala de Medición																		
<b>VARIABLE "A"</b> - Implementación de Registros y Controles en el proceso. - Implementación de capacitaciones para el personal	Relación con el grado de consecución de los objetivos de cada proyecto de mejora	- N° de planes ejecutados/Total de planes programados (%)	Cuantit.	Ordinal																		
<b>VARIABLES "B"</b> - Nivel de merma - Nivel de Capacitación del personal - Nivel de confiabilidad de las maquinas	El nivel de trabajo realizado por el colaborador de la empresa	-Producción/Capacidad Total de Producción (%) -Porcentaje de capacitación por parte de los colaboradores (%) -Porcentaje del OEE de las maquinas (%)	Cuantit.	Ordinal																		

MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO
<p><b>1. Tipo de Investigación</b></p> <p>El presente informe de investigación es de tipo Aplicada-Cuantitativa-Experimental.</p> <p><b>2. Nivel de la Investigación</b></p> <p>El presente informe de suficiencia profesional presenta una solución al problema mediante un nivel de investigación Descriptivo, Correlacional y Evolutivo</p> <p><b>3. Diseño de la Investigación</b></p> <p>La investigación se basa en el método o experimental.</p>	<p><b>1. Población</b></p> <p>Toda la producción de galoneras x 1.8 LT producidas por la empresa Laive dentro de sus instalaciones por periodo de duración del proyecto.</p> <p><b>2. Muestra</b></p> <p>Se tomaran una base de datos representativa de todos los turnos de trabajo y operadores, así como aspectos fisicoquímicos de los productos para poder tener mayor detalle en los datos obtenidos.</p>	<p><b>1. Técnica (s)</b></p> <p>Se realiza una Muestreo Estratificado de los datos para los 3 grupos de trabajo durante los 3 turnos de trabajo. Primera parte consta de 3 semanas de recopilación de data.</p> <p>Posteriormente se realiza el mismo análisis luego de las implementaciones realizadas.</p> <p><b>2. Instrumento</b></p> <p>Grafica de pesos llenada por los colaboradores de la línea de envasado. Método de recopilación de datos es seleccionar 5 muestras cada 30 min para anotar los pesos y obtener un promedio.</p>	<p><b>Método de análisis de datos</b></p> <p>Se utilizará la metodología DMAIC para el análisis de los datos obtenidos de las pruebas de independencia, para asegurar la relación entre variables cuantitativas.</p> <p>Se utilizará el software <u>Minitab</u> para el análisis de los datos y planteamiento de propuestas.</p>

## **2.4. Justificación**

El proyecto fue planteado para poder mejorar el proceso de envasado de yogurt para galoneras x 1.8 lt. En este aspecto, se busca reducir las mermas y controlar el proceso de envasado ya que es de suma importancia para la empresa. Se busca, también, obtener beneficios económicos mediante las modificaciones realizadas en el área de envasado.

## **2.5. Alcances y limitaciones**

### **Alcances**

El presente informe de suficiencia profesional se realizó en una empresa industrial ubicada en el distrito de Ate, específicamente en la planta de producción de derivados lácteos para la línea de envasado de galoneras x 1.8 lt de yogurt. La información y los datos obtenidos, corresponde al periodo de febrero-2014 a setiembre-2014; En donde se trabajó conjuntamente con el equipo de mantenimiento, calidad y producción para poder buscar la solución del problema planteado.

Para fines del presente se tomó como costo de manufactura 2.5 soles que fue el costo promedio redondeado para este periodo de pruebas. Este costo de manufactura será empleado para obtener los beneficios económicos del proyecto.

### **Limitaciones**

El desarrollo del presente informe se realizó solo dentro de las instalaciones de la empresa industrial de Ate, ubicada en la Avenida Nicolás – Ate.

No considera otra línea de producción de yogurt de la empresa que no sea la presentación de galoneras x1.8 Lt.

No considera otra presentación en galoneras x1.8Lt, la producción de galoneras tipo Sbelt quedan fuera.

La calidad de lecha fresca suministrada por los proveedores no se toma como un factor relevante.

No contempla otro método de trabajo que no sea la metodología DMAIC.

No considera modificaciones adicionales en la línea de envasado que pudieran alterar las condiciones presentadas para la obtención de resultados.

No considera datos fuera de las fechas estipuladas.

No considera un desacelero de la demanda de yogures para los próximos años.

No contempla la manipulación de la leche como forma intencional para mejorar su calidad.

No considera desastres naturales que pudiesen alterar las condiciones ambientales de la región.

No considera cambios en la legislación nacional que pudieran afectar el comportamiento del mercado.

No considera cambios macroeconómicos drásticos.

No considera cambios variaciones en el costo de manufactura del producto.

No considera problemas en otras máquinas que pudieran complicar en envasado de las galoneras.

Las demás maquinas empleadas para el envasado de yogurt, etiquetadora, codificadora y empaquetadora, no son cuellos de botella para el proceso.

No busca solucionar los problemas de las máquinas que acompañan a la envasadora.

El desarrollo del presente informe analiza los resultados de las operaciones de envasado de galoneras en el lapso propuesto, periodo que se estudió la situación inicial encontrado y la evaluación de las opciones de mejoras y la respectiva implementación de la mejora.

No se considera el costo de los involucrados en el proyecto por encontrarse dentro de su horario de trabajo.

## MARCO TEÓRICO

### 3.1. El marco teórico se construye sobre la base de tres elementos fundamentales:

**Método** El presente informe tiene como finalidad mejorar el proceso de envasado de yogurt para galoneras de 1.8 lt bajo la metodología DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

El método es no experimental, ya que no se realizarán pruebas de laboratorio. La aplicación de la teoría se realiza en un periodo de tiempo, y después de haber intervenido en el proceso se midieron las consecuencias de las acciones tomadas

El presente informe investiga la problemática actual de la industria y los avances que se han hecho hasta la publicación del informe para plantear posibles mejoras entre los procesos buscando la mejora de cada uno de ellos

#### **Tipo de Investigación:**

Es de tipo Aplicada-Cuantitativa debido a que está enfocada a dar solución a problemas de la industria haciendo uso de variables y datos obtenidos mediante la investigación y proponiendo la variación de variables independientes para obtener mejores resultados en la producción de la línea de yogurt. Otros autores como Selltiz et al (1965) y Babbie (1979), identifican tres tipos de investigación: exploratoria, descriptiva y explicativa. Así como Dankhe (1986) propone otros cuatro tipos de investigaciones: exploratorios, descriptivos, correlacionales y experimentales.

Aplicada por que es una problemática de la industria que hasta la presentación del informe no ha podido ser solucionada y se encuentra mermando competitividad a la empresa.

Cuantitativa debido a que se tomaran resultados del mercado cuantificables para ser analizados mediante el uso de herramientas estadísticas.

#### **Nivel de investigación**

La presente investigación se clasifica como cuantitativa, bivariada, correlacional y de paradigma positivista; El paradigma del informe profesional es positivista., puesto que al

llevar la metodología **DMAIC** se verifica la teoría mediante sus resultados; El enfoque es cuantitativo, ya que las variables que se estudiarán tienen carácter cuantitativo.

El presente informe de suficiencia profesional presenta una solución al problema mediante un nivel de investigación Descriptivo, Correlacional y Evolutivo.

Descriptivo: porque en un primer lugar se busca observar el comportamiento de la línea de envasado de galoneras x1.8 lt e identificar la problemática e interpretarlas.

Explicativo: porque se centra en la investigación del mercado productivo de yogurt para el periodo propuesto. Describiendo las variables de interacción para esta muestra.

Correlacional: porque el informe se encuentra enfocado en la interacción de las variables independientes y su impacto respecto a las dependientes para el envasado de yogurt en la línea de envasado.

Evolutivo: porque tiene como finalidad dar solución a la problemática del exceso de peso en la línea de envasado de yogurt para la empresa Laive S.A. mediante el uso de técnicas estadísticas mejorando los procesos.

### **3.2. El conocimiento sobre teorías existentes**

La investigación de J. E. Guerrero y Leavengood de la Universidad de Oregon State y J.A. Silva-Guzmán de la Universidad de Guadalajara (2017), "Aplicación de Lean Six Sigma en la industria de muebles de madera: Caso de estudio para una pequeña compañía" evidencia las dificultades que llega enfrentar las pequeñas compañías para poder aplicar esta metodología dentro de sus instalaciones y más aún poder alcanzar los niveles altos de lean six sigma principalmente por la falta de apoyo económico y compromiso de la alta dirección.

La investigación de Jácome Guzmán Enver Aldemar de la Universidad Técnica del Norte de Ecuador del año 2015 realiza un estudio bastante detallado sobre la "El control de los procesos mediante la metodología DMAIC de Lean Six sigma para la fabricación de Quesos frescos y el impacto de la baja calidad de sus métodos actuales". En esta investigación explica los pasos a seguir para su aplicación correspondiente. Sin embargo, los resultados obtenidos a lo largo de su trabajo no son los esperados ya que presenta productos con un 58.4% fuera de especificación lo cual dificulta su trabajo.

La investigación de Adrian Oswaldo Vásquez Venegas (2015), “Propuesta de aplicación de la metodología six sigma para el proceso de envasado de la leche en funda. Caso: Lácteos San Antonio, Sucursal Cuenca” de Cuenca – Ecuador detalla la importancia y la necesidad de satisfacer al cliente interno del proceso para obtener buenos resultados; se debe medir adecuadamente el proceso para obtener información confiable que nos permita tomar decisiones. Para este caso en particular, al autor menciona que parte de su problemática era el desconocimiento de los operadores acerca de la maquinaria utilizada lo cual limitaba su desempeño. A lo largo de su investigación el autor muestra cómo se fueron consiguiendo los resultados de esta metodología.

La investigación de Gabriel de Carvalho a, Eliane da Silva Christo and Kelly Alonso Costa (2014) “Aplicación de la metodología Six Sigma en la mejora de los procesos de producción industrial”, del Departamento de Departamento de Ingeniería de la Producción de la Universidad Federal de Fluminense de Volta Redonda, Brasil presenta un caso de estudio exitoso de la de dicha metodología en la fabricación automotriz proporcionando una reducción de 50% de defectos y reducción en los costos. La investigación evidencia la importancia de la toma de decisiones por parte de la gerencia para poder llevar a cabo las modificaciones propuestas luego del análisis realizado. Es importante destacar el control en el tiempo del proceso para asegurar los resultados a largo plazo.

La investigación realizada por Thanisarin Chatrattanawuth (2014) sobre “La reducción de defectos aplicando el concepto DMAIC: En el estudio de caso de la producción de panadería” de la Universidad de Bangkok, Tailandia demuestra la importancia de limitar las prioridades a trabajar mediante la metodología DMAIC con el uso de la graficas de Pareto al momento de obtener los resultados. De esta manera se podrá focalizar los esfuerzos con mayores beneficios para la compañía.

La investigación de Esteban Pérez-López y Minor García-Cerdas (2014) Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en “El envasado de licores en Fanal de Cacique, el guaro de Costa Rica confirma la eficiencia del método DMAIC en la mejorar de la productividad mediante la reducción de paradas no planificadas” (OEE o Eficiencia General de Equipos), mejora de procesos y disminución de defectos en la línea de producción. El informe detalla la importancia de conocer las capacidades de la línea producción para saber si es capaz de alcanzar los requerimientos planteados. Planes de

mantenimiento y capacitación del personal son, según los autores, factores cruciales para obtener buenos resultados.

La investigación de Ploytip Jirasukprasert de la Universidad de Warwick, Coventry, Reino Unido (2013) presenta un caso de estudio exitoso sobre “La aplicación de la metodología DMAIC – Lean Six Sigma para la manufactura de guantes de jebe”. El informe detalla la importancia de analizar las causas raíz de los problemas y en base a datos recopilados avanzar hacia la etapa de mejora del proceso, hace referencia al antes y después de la aplicación de la metodología. El proyecto realizado no llegó a los niveles de 6 sigmas, pero se pudieron obtener resultados positivos mediante este proyecto piloto.

La investigación de Anupama Prashar (2013), “Adaptación de DMAIC – Six Sigma para la reducción del costo de baja calidad” del IILM School of Higher Education, Gurgaon, India detalla la aplicación de la metodología aplicada a la fabricación de refrigeradoras ha demostrado que es posible disminuir los costos por baja calidad que muchas veces no son considerados en los análisis financieros. El estudio pudo reducir un 9% de pérdidas a casi 0% aplicando la metodología en sus procesos y capacitaciones al personal involucrado.

La investigación de Victoria Diago Orozco y Valeria Mercado Jaramillo (2013) “Reducción de desperdicios en el proceso de envasado del yogurt purepak de 210 g en la maquina nimco en una empresa de lácteos”, mediante la aplicación de la metodología seis sigma de la Universidad de la Costa, Barranquilla pudo detallar oportunidades de mejora gracias al uso de la metodología Six Sigma en sus procesos de análisis. Los Autores concuerdan que es vital el apoyo de la Alta Gerencia para poder llevar a cabo dichos compromisos y poder ejecutarlos.

### **3.3. El conocimiento teórico y empírico sobre el tema como el resultado de su experiencia profesional.**

Fundamentos sobre la metodología DMAIC – Lean Six Sigma proviene, en términos de calidad “se utiliza para poder medir la variación en un proceso” (Omachonu and Ross, 2004).

Según México (2011), “Lean busca sobre todo eliminar desperdicios en los procesos y modificarlos para hacerlos más eficientes, rápidos y proactivos a la hora de entregar una

respuesta a los clientes, trabajando principalmente con el tiempo transcurrido total (Lead time)". Six sigma se centra en la mejora de los procesos como son la eficiencia, niveles de servicio y calidad, Bailey (2001).

Según Dennis (2002), "los defectos de un proceso dan como resultado un re trabajo que consume mayor cantidad de materiales, tiempo y energía para las organizaciones". Asimismo, Slack (2010) menciona que "los defectos de calidad incrementan los costos de servicio, inspección, garantía, reproceso y desecho como, así como el tiempo de procesamiento y el inventario que pueda tener una organización".

Jugulum y Samuel (2008) afirman que "entregar productos sin defectos es importante no solo porque genera ganancias, sino que también ayuda a aumentar la competitividad empresarial a través de la satisfacción de los clientes".

Se inició con la empresa Motorola en la década de los 80's y desde su exitosa implementación ha ganado gran acogida entre las organizaciones; por ejemplo "la gran mayoría de las empresas de la Fortune 500 la han implementado para mejorar su desempeño" (Goh, 2002).

De acuerdo a Garza-Reyes (2010), "uno de los enfoques distintivos y esenciales de Six Sigma para proceso y mejora de la calidad es definir, medir, analizar, mejorar, controlar (DMAIC)".

Kumar (2008) afirman que, aunque "Six Sigma es utilizada normalmente en la reducción de defectos (es decir, aplicaciones industriales), también se puede aplicar en procesos comerciales y para desarrollar nuevos modelos comerciales". Según esto último, Garza-Reyes (2010) "implementaron la filosofía Six Sigma, y algunos de sus principios, para mejorar (reduciendo los errores) el proceso comercial empleado por una PYME para definir y producir las especificaciones y la documentación para su cliente productos".

Banuelas (2005) afirman que otros beneficios tales como:

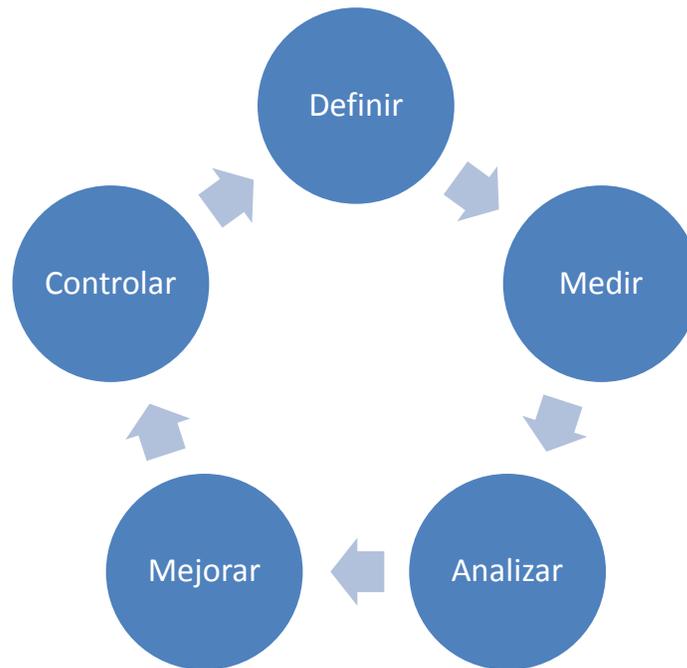
- Aumenta los conocimientos del proceso

- Activa participación de los empleados en el proyecto, sentido de pertenencia

- Se utiliza conocimientos estadísticos para facilitar la toma de decisiones

La metodología DMAIC, “es utilizada para mejorar procesos existentes y se ha demostrado tener un gran éxito en la mejora de los tiempos de ciclo, reducción de costos, la eliminación de defectos, aumentar la satisfacción del cliente y aumentar significativamente la rentabilidad en cada industria y muchas organizaciones en todo el mundo” (Tong, 2004).

La metodología DMAIC posee una estructura amplia que permite enriquecer la estructura del proyecto. “El análisis utiliza herramientas y métodos ordenadamente y en forma combinada” (Goyarrola Arriola, 2008). La metodología “ha demostrado el éxito de DMAIC en diversas empresas sin importar su área” (Howwes, 2017).

**Grafico 2: Ciclo DMAIC****Elaboración Propia****Definir**

“El objetivo es definir el alcance y el límite del proyecto identificando los requisitos del cliente y los objetivos del proyecto”, (Gijo 2011). Para poder realizar un buen análisis de los límites y objetivos es necesario que el equipo sea de diversas áreas de trabajo para tener diferentes puntos de vista sobre la problemática a tratar. De acuerdo con Pande (2000), “escuchar a los clientes es fundamental para que una empresa tenga éxito”.

Se debe tener un líder para poder encaminar correctamente el proyecto, el cual debe tener conocimientos sobre la metodología y del proceso.

Según Pyzdek (2003:238), “esta etapa se deben definir los puntos de partidas correspondientes al proyecto de mejora. Uno de estos puntos más importantes es el objetivo del proyecto. Se debe tener en cuenta que los objetivos más importantes son aquellos que provienen desde el punto de vista del cliente”.

Esta etapa se utiliza diversas herramientas para poder comprender el propósito del trabajo:

Diagrama SIPOC

Diagrama de Flujo

Voz del cliente

Al término de esta etapa se debe conocer los objetivos del proyecto, los plazos establecidos y los entregables que serán parte del informe final. (Ver Anexo #10.4)

### **Medir**

“Establecer métricas confiables para poder monitorear el progreso del proyecto”, (Pyzdek 2003). “La definición y selección de métricas efectivas para aclarar los principales defectos que debían reducirse (Omachonu y Ross, 2004)”. Es importante conocer la situación “actual” para luego de la implementación se haga una buena comparación.

“La medición es un paso vital, puesto que involucra la recolección de datos del sistema para evaluar el rendimiento del proceso lo cual permite suministrar información para las siguientes etapas” Yang (2003).

Para la recolección de datos iniciales se pueden emplear las siguientes herramientas:

Estudio Repetibilidad y Reproducibilidad o R&R

Estadística descriptiva

Análisis de la data histórica

Según Montgomery (2005) “existen 3 condiciones que deben cumplirse para que los cálculos del índice sean relevantes” estas son:

La variable sigue una distribución normal

El proceso está bajo control estadístico

La media está centrada entre el Límite Superior y el Límite Inferior.

La capacidad del proceso “se puede definir como el intervalo de la variación que incluirá casi todos los productos que se obtengan mediante el proceso” (Bertrand 1990). Según Brooker (2001) “existen dos índices muy utilizados hoy en día para medir la capacidad de

los procesos, Cp y Cpk. En ambos casos, se asume que la data que se utiliza para realizar la medición sigue una distribución normal". En donde:

**Cp:** "Índice de capacidad del proceso es una medida de cuantificación que determina si un proceso produce elementos dentro de la tolerancia respectiva.

"El Cp es el valor resultando de la diferencia entre el Límite de Especificación Inferior (LEI), y el Límite de Especificación Superior (LEP), dividido por un 1 Sigma de las desviaciones. El proceso se considera como dentro de las especificaciones si el índice Cp  $\geq 1,33$ ".

**Cpk:** "Índice de capacidad real se usa cuando el promedio del proceso no se encuentra centrado entre los límites de especificaciones. Este índice compara la mínima distancia entre la media y los valores máximos y mínimos de las especificaciones sobre tres veces la desviación estándar."

Según Arturo Ruiz-Falco Rojas profesor de la Universidad Pontificia Comillas en su libro de Control de Procesos, Madrid (2006) "el Cpk es un índice de Capacidad y se utiliza para comprobar la calidad de un proceso, admitiendo algunos límites en las especificaciones, y siempre conjuntamente con el Cp".

## **Analizar**

Se debe "analizar el sistema con el fin de identificar maneras de reducir las brechas entre los resultados actuales y los objetivos proyectados", (Garza-Reyes, 2010). Se debe realizar un análisis de los datos en esta fase, seguido de una investigación para determinar y comprender la causa raíz del problema (defectos) (Breyfogle, 2001). Posteriormente, "se identifican y priorizan las oportunidades de mejora" (Omachonu y Ross, 2004).

En esta fase se utilizan diversas técnicas para poder analizar los datos:

Mapeo de procesos

Lluvia de ideas

Diagramas de causa y efecto o Ishikawa

Diagrama de Pareto

Prueba de hipótesis

Gráficos de control de procesos estadísticos (SPC)

Simulación

Etc.

### **Mejora**

Según (Omachonu y Ross, 2004), después de que las causas raíces han sido determinadas, la etapa de mejora del DMAIC apunta a identificar soluciones para reducirlas y abordarlas. “Uno de los enfoques de mayor conocimiento para reducir los costos por baja calidad (COPQ O Costo Por Baja Calidad) es un enfoque basado en proyectos basado en la metodología Six Sigma DMAIC” (Kumar y Sosnoski, 2009). Asimismo, “Se debe ser creativo en encontrar nuevas formas de hacer las cosas mejor, a bajo costo y rápido” (Pyzdek, 2003)

Igualmente podemos utilizar herramientas que nos permitan mejorar el proceso:

Estandarización de proyectos

Poka Yoke

5'S

Diseño de experimentos

### **Controlar**

En esta etapa es poder vital tener medidas de control que nos permitan mantener los resultados en el tiempo. Para esto, se debe institucionalizar la mejora a través de programas de incentivo, políticas, procedimientos y sistemas de gestión (Pyzdek, 2003).

Da la misma manera podemos emplear otro tipo de herramientas para esta etapa:

Check list de las funciones

Lista de verificación

Gráficos de control de los procesos

**Tabla 4: Objetivos de las etapas del ciclo DMAIC**

DEFINIR	MEDIR	ANALIZAR
Define los objetivos del proyecto	Mide el desempeño actual del proceso	Analiza y determina la "causa raíz"
Define los requerimientos críticos del cliente	Determina el "QUE" medir	Entiende la razón para la variación
Documenta el proceso	desarrolla y valida el sistema de medición	Identifica oportunidades de mejora
Construye el equipo		Desarrolla y prueba las hipótesis
MEJORAR	CONTROL	
Desarrolla y cuantifica las soluciones potenciales	Implementa la solución	
Optimiza el proceso	Garantiza que la mejora se mantenga	
Evalúa la solución final	Identifica posibles nuevos problemas	
Verifica la solución final	Estandariza	

**Fuente: Elaboración propia**

El aporte de cada una de estas etapas, implementadas de forma correcta, genera beneficios para la compañía pues hace que sus procesos maduren y sean más robustos y auto gestionables.

### **3.4. El conocimiento empírico que haya acumulado, resultado de la observación directa de la situación o problema establecido.**

Este proyecto surge como iniciativa de mi persona para poder mejorar el rendimiento de una de nuestras líneas de producción, específicamente la de galoneras x1.8Lt en el año 2014, Asimismo, el proyecto fue presentado a la gerencia de planta para su implementación dando una respuesta afirmativa.

Este proyecto me permitió obtener el grado de Black Belt en Lean Six Sigma por su correcta implementación y puesta en marcha.

Este proyecto me dio la oportunidad de aprender mucho más sobre la metodología DMAIC y los problemas y aciertos que pude tener me permitió crecer profesionalmente en mi carrera.

Los conocimientos adquiridos durante mi formación académica en la universidad me ayudaron para tener un análisis más detallado de los datos, así como ser analítico y cuestionar varias de las formas en las cuales se encontraba trabajando la línea de

producción. Cursos como metodología de investigación que empezaba a formarnos como ingenieros sirvió para aportar ideas en las reuniones con el equipo de mantenimiento.

El curso de suficiencia profesional nos dio pautas a seguir para la correcta presentación del informe en forma y fondo lo cual me resulto bastante importante.

Principalmente, mi formación se basa en la parte manufacturera de las empresas, llevo trabajando en este rubro por más de 6 años con grandes satisfacciones. Poder reunirme con diversos colegas de otras áreas me da nuevos aportes para seguir creciendo dentro de este parte.

Todo esto aporte significativamente para poder presentar una propuesta que trajera beneficios para la compañía.

## DESARROLLO DEL PROYECTO

El objetivo principal del trabajo de investigación es el de “Mejorar el proceso de envasado de galoneras de yogurt en planta industrial de Ate para optimización de rendimientos”. Este objetivo es totalmente aprobado por la gerencia de producción la cual ve esta iniciativa como una forma de obtener mayores beneficios y se alinea con los objetivos planteados por la misma. El proyecto tiene como finalidad poder estandarizar los pesos de las galoneras de 1.8 lt al mínimo posible en el área de envasado, reducir el sobretiempo y obtener mayores beneficios económicos. En este capítulo se aplicará la metodología DMAIC a este proceso crítico para la empresa.

La metodología DMAIC posee diversas etapas para poder abordar una problemática. Es por este motivo, que es importante iniciar el proyecto con un cronograma de actividades que marquen la pauta para la culminación de cada una de estas fases.

En un primer lugar se requiere que el proyecto tenga la aprobación de la gerencia para poder materializarse, es por esto que se presenta el proyecto a la gerencia de la planta como una iniciativa para la mejora del proceso de envasado de galoneras a la jefatura de la planta. Posteriormente, Con la aprobación de la jefatura de la planta, es importante contar con el equipo adecuado que nos ayudará a implementar la metodología. Y por último, se desarrolla toda la metodología del proyecto. Las fechas establecidas para todo el proyecto van desde la quincena de febrero-2014 a finales de setiembre-2014.

**Tabla 5: Gantt del proyecto**

Etapas	Feb-14	Mar-14	Abr-14	May-14	Jun-14	Jul-14	Ago-14	Set-14
Presentación del proyecto	■							
Formación de equipos de trabajo		■						
Implementación de DMAIC		■						
Definir		■						
Medir			■					
Analizar				■				
Mejorar					■			
Controlar						■		
Cierre del proyecto								■

**Fuente: Elaboración propia**

#### 4.1. Implementación de la metodología DMAIC

De acuerdo con el diagrama Gantt del proyecto, la primera parte es la presentación del proyecto a la jefatura de la planta, en donde se detalla el objetivo principal que abordará.

Al ser una iniciativa que se relaciona con los propósitos de la empresa la jefatura aprobó el proyecto y se pudo continuar con la ejecución del mismo.

Superada la etapa inicial de aprobación se busca obtener un equipo lo suficientemente robusto para poder llevar a cabo el proyecto; En este sentido, se creó un equipo multidisciplinario conformado por distintas áreas de la empresa para poder alcanzar los objetivos planteados. El grupo está conformado por personal de producción, calidad y mantenimiento.

#### Ilustración 1: Equipo Sigma Yogurt



Fuente: Elaboración propia

(De izquierda a derecha: Renzo T, Julio I, Bruno S, Matilde, Wildredo E, Robert Perez Helder T.)

A continuación se detalla al área que representa cada uno de los involucrados y en las cuales se enfocaran para el desarrollo del proyecto.

**Tabla 6: Equipo Sigma Yogurt - Área de trabajo**

Lider	Bruno Santillán	Ing. De Turno
Equipo Sigma Yogurt	Renzo Takamoto	Ing. De Turno
	Julio Ibarra	Analista de calidad
	Helder Tuesta	Analista de calidad
	Wilfredo Escriba	Sup. De producción
	Robert Perez	Sup. De Mantenimiento
	Matilde (la Vaca)	-

**Fuente: Elaboración propia**

Antes de iniciar con el desarrollo del proyecto, se explicó detalladamente el problema y la metodología que se iba a utilizar para poder alcanzar el objetivo. Como se mencionó anteriormente, el compromiso de cada involucrado es importante para el éxito del proyecto.

Se implementaron las reuniones efectivas, pequeñas reuniones cortas en tiempo para dar alcances sobre lo avanzado. Asimismo, se establece una reunión semanal para que el equipo exponga sus avances respecto al proyecto y cuáles eran los siguientes pasos que íbamos a realizar. Compartir experiencias facilita al aprendizaje del equipo.

Fijada la forma de trabajo del equipo, entramos a las etapas de la metodología DMAIC en proyecto, cada etapa es importante para poder avanzar a la siguiente.

#### **4.1.1. DMAIC - Definir**

Este capítulo se describe el proceso de elaboración de yogurt y se identifica la voz del cliente del mismo. Se busca evidenciar los problemas más frecuentes en la elaboración de yogurt que son de alta importancia para el cliente. Finalmente se identifica el problema principal del proceso y los problemas específicos.

Se analiza la cadena de valor de la empresa para tener mayor detalle de tus actividades involucradas para la fabricación del yogurt, esto nos permite identificar cuáles son las áreas de trabajo en las cuales deberíamos centrarnos. En este sentido, se emplea el **diagrama SIPOC** ya que este nos permite apreciar todas las áreas involucradas en la

elaboración del producto. Este diagrama identificamos que el área de manufactura es el responsable de todas las mejoras a realizar.

Dentro la elaboración del yogurt contamos con distintas áreas que se complementan entre sí y cada una posee proveedores que se encargan de soportar el proceso.

La primera etapa es la recepción de la leche fresca, la cual proviene de los diferentes acopios situados a lo largo de Lima y Arequipa, cabe mencionar que al tener diferentes proveedores la calidad de leche de cada acopio puede variar. Para poder almacenar la leche es necesario que pase por un proceso de terminizado, en el cual la leche es calentada a una temperatura de 53°C y luego enfriada hasta máximo 9°C en los tanques recepción, esto permite que la leche tendrá un tiempo de vida mayor en el almacenamiento.

Luego viene la etapa de reconstitución donde la leche se mezcla con los insumos secos (azúcar, vitaminas, leche en polvo, etc) según la fórmula de cada producto. Este área su vez entrega la mezcla de leche al área de pasteurización la cual nos permite eliminar todo tipo de bacteria presente la cual lleva la leche a una temperatura de 90°C por espacio de 15seg, este proceso, también, enfría la leche a una temperatura de 38°C la cual es la temperatura óptima para el cultivo del yogurt con ayuda de una bacteria “buena” en los tanques de fermentación.

El proceso de fermentación puede durar entre 3 a 6 horas dependiendo del cultivo empleado, pasado este tiempo se realiza un análisis de los parámetros de pH (corte se realiza a pH = 4.8) para realizar el corte de la fermentación o enfriado del yogurt mediante un intercambiador de placas con agua helada.

El yogurt ya enfriado a 20°C es enviado a la línea de envasado para su embotellado y posterior despacho. Es en esta etapa de envasado donde se centra el proyecto.

Tabla 7: Diagrama SIPOC del proceso

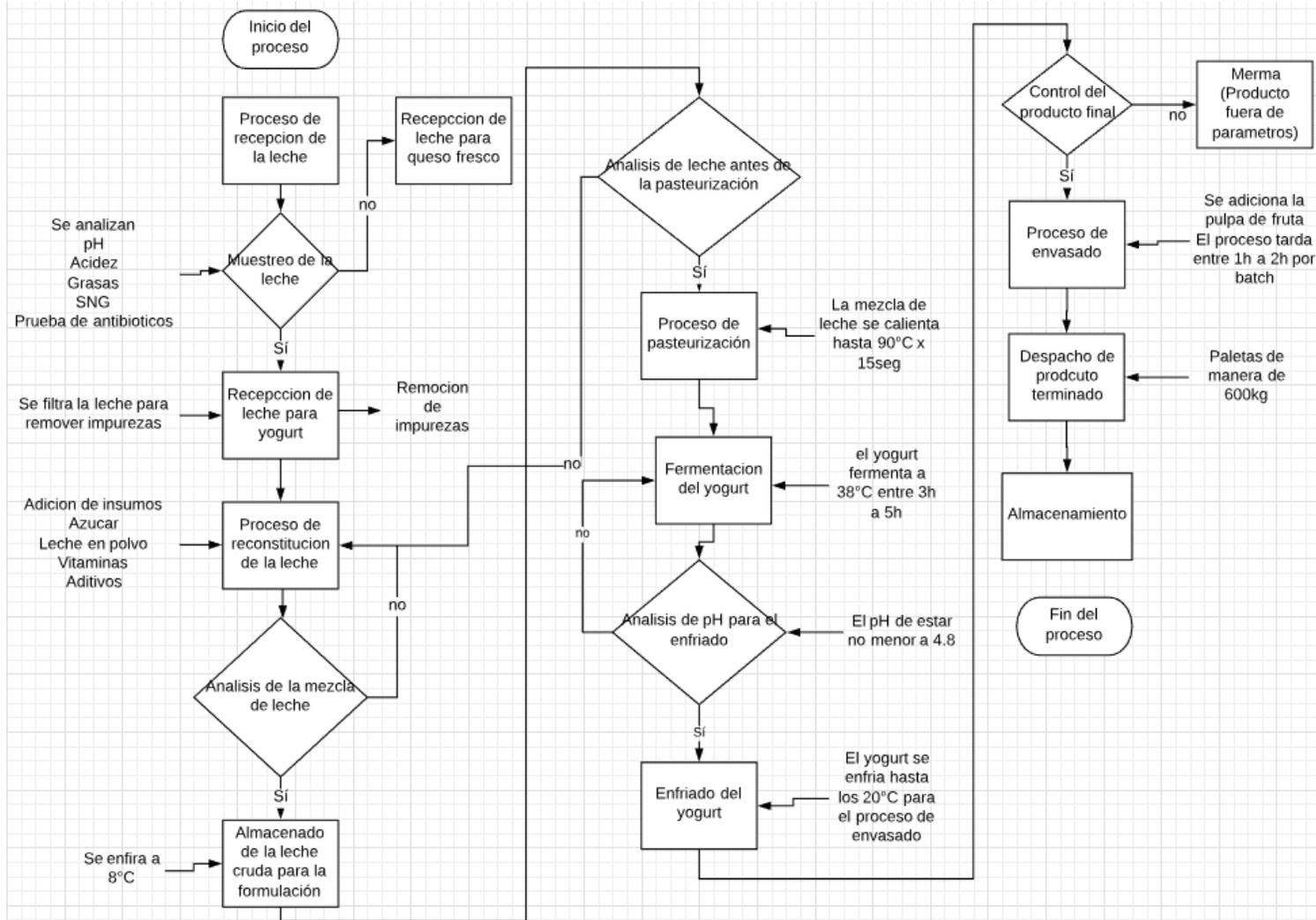
SIPOC														
Proveedores		Materias Primas		Procesos		Salidas	Clientes							
1	Agro-Bado	1	Pulpas	Punto de partida:		1 Insumos necesarios para la elaboración industrial de yogurt. Cada uno de los proveedores entrega insumos para cada parte específica de la producción	1	Área de envasado de yogurt						
		2	Trozos de fruta	Recepción de la Leche Fresca procedente de los diferentes acopios										
		3	Semillas											
2	Montana	1	Estabilizantes	Operación o Actividad			1 Insumos necesarios para la elaboración industrial de yogurt. Cada uno de los proveedores entrega insumos para cada parte específica de la producción		Área de Dosimetría					
		2	Esencias											
		3	Colorantes	1	Descarga de la cisterna									
3	Chr-Hansen	1	Cultivo de yogurt	2	Termizado de la leche			1 Insumos necesarios para la elaboración industrial de yogurt. Cada uno de los proveedores entrega insumos para cada parte específica de la producción	1	Área de Fermentación				
4	Acopio San Felipe - Huacho	1	Leche Fresca	3	Reconstitución de la Leche				1 Insumos necesarios para la elaboración industrial de yogurt. Cada uno de los proveedores entrega insumos para cada parte específica de la producción	1	Área de reconstitución			
				4	Calentamiento de la leche									
5	Sol de Oro	1	Azúcar	5	Primera Homogenización					1 Insumos necesarios para la elaboración industrial de yogurt. Cada uno de los proveedores entrega insumos para cada parte específica de la producción	1	Área de reconstitución		
6	Colum	1	Suero en polvo	6	Pasteurización	1 Insumos necesarios para la elaboración industrial de yogurt. Cada uno de los proveedores entrega insumos para cada parte específica de la producción					1	Área de reconstitución		
7	Leche en polvo	1	Dairy America	7	Segunda Homogenización						1 Insumos necesarios para la elaboración industrial de yogurt. Cada uno de los proveedores entrega insumos para cada parte específica de la producción	1	Área de reconstitución	
8	Envases y tapas	1	Koch	8	Siembra de la mezcla de leche							1 Insumos necesarios para la elaboración industrial de yogurt. Cada uno de los proveedores entrega insumos para cada parte específica de la producción	1	Área de envasado de yogurt
9	Etiquetas de envases	1	Envases y Envolturas S.A.	9	Enfriado		1 Insumos necesarios para la elaboración industrial de yogurt. Cada uno de los proveedores entrega insumos para cada parte específica de la producción						1	Área de envasado de yogurt
				10	Envasado									
				Final:										
				Entrega de PT al almacén de frío										

Fuente: Elaboración propia

Establecida el área de trabajo en la cual se centra el proyecto, se decide realizar un diagrama de flujo del proceso de producción de yogurt para identificar cual es la etapa en la cual se tiene los principales problemas. Se considera esta etapa por ser el área de trabajo del equipo Sigma. El proceso de envasado es el cuello de botella de la elaboración del yogurt, específicamente la envasadora.

La capacidad de producción del área de formulación y fermentación es de 20,000 lt/hora de producto entregado, el área de Enfriado tiene una capacidad de 12,000 lt/hora; En cambio la producción de la envasadora es de 4,000 lt/hora de producto entregado por lo cual se considera como el cuello de botella del proceso.

**Grafico 3: Diagrama de flujo del proceso de envasado de yogurt**



Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.2. DMAIC - Medir**

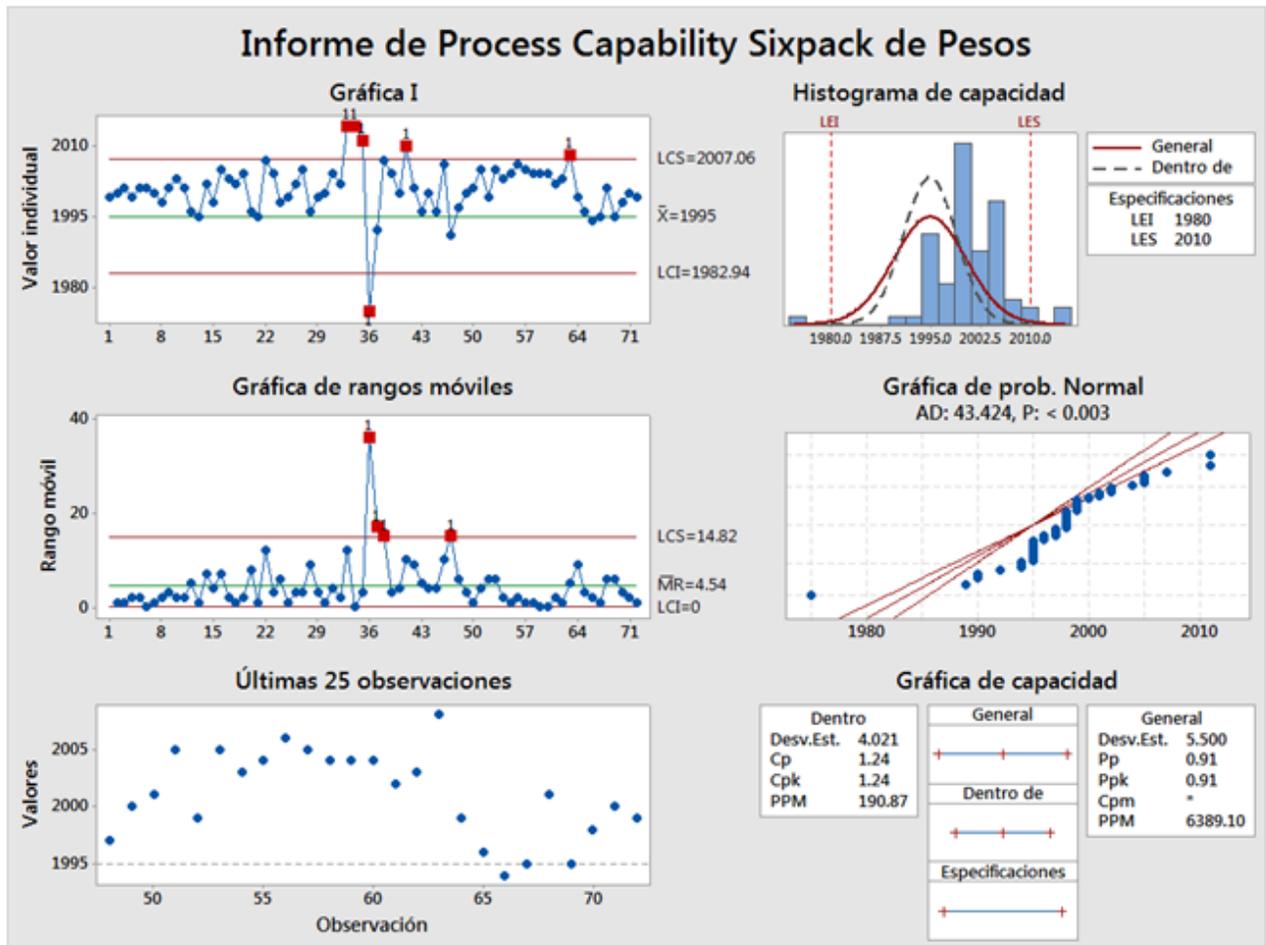
Este capítulo tiene como finalidad medir las variables críticas que son de alto interés por el cliente. Es indispensable entender las relaciones causales entre el desempeño del proceso y el valor para el cliente. En este aspecto, se considera el rendimiento de la línea de envasado de yogurt mediante la variable de control de los pesos de las galoneras.

Es importante detallar que el muestreo de las galoneras estará a cargo del área de producción el cual pesará las unidades de acuerdo a un formato elaborado para este fin. El personal del área de envasado toma la muestra de la línea de producción y apunta los datos para poder recopilar la información.

Es necesario poder recaudar datos apropiados y proceder con el análisis respectivo para lo cual es importante realizar una prueba de normalidad, la cual nos permitirá comprobar si los datos obtenidos son fiables. Como se detalló en la problemática del proyecto la falta de datos confiables presentaban un problema considerable. Es por este motivo, que se divide los grupos de trabajo y se realiza una recopilación de los datos durante un periodo de 3 semanas para que todos se encuentren dentro de la supervisión de la planta en el primer turno.

Luego de haber obtenido los datos estos fueron ingresados al software Minitab, para la para su analices correspondiente. A continuación se presentan la información entregada con los datos obtenidos.

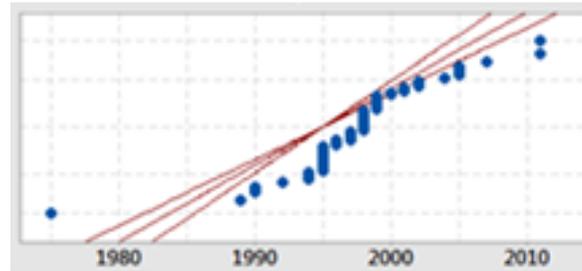
## Ilustración 2: Capacidad del proyecto antes



**Fuente: Elaboración propia**

De acuerdo a información obtenida mediante la corrida de los datos, en primer lugar, se analiza los datos cumplen con la normalidad para corroborar que los datos son fiables, posteriormente, se verifica si existe posibilidad de mejora del proceso.

### Ilustración 3: Prueba de normalidad de datos

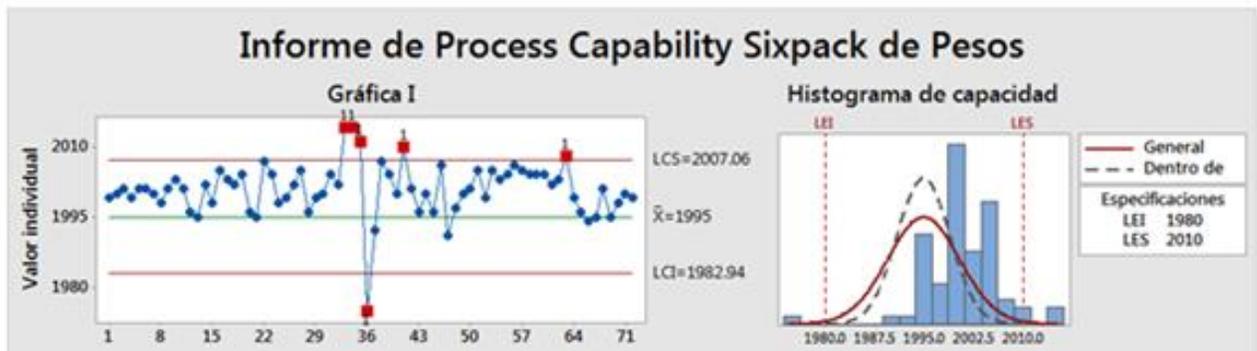


**Fuente: Elaboración propia**

Según el software utilizado, los datos pegados o sobre la línea central evidencia que se cumple con la prueba de normalidad y por lo cual se puede decir que son fiables para tomarlos como referencia para las mejoras.

Seguidamente, se debe medir la capacidad del proceso para ver si existe posibilidad de mejora dentro del mismo. Según la graficas obtenidas podemos apreciar que existen valores por encima del límite superior y que la tendencia de los datos apunta a que la mayoría de los datos se encuentra centrada al máximo permitido.

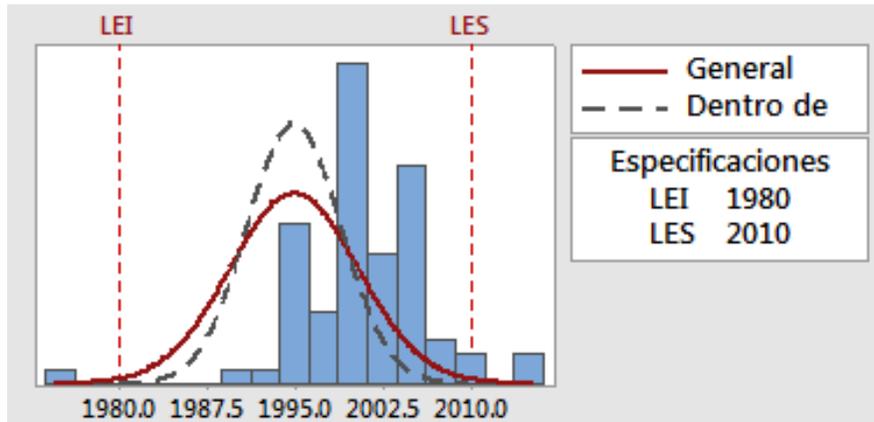
### Ilustración 4: Análisis de oportunidad de mejora



**Fuente: Elaboración propia**

Proceso sesgado a la derecha, originando menor rendimiento. Existe la oportunidad de centrar el proceso dentro de los límites de especificación con lo cual estaríamos mejorando el proceso de envasado. Con estos datos podemos evidenciar que existe un promedio de pesos por encima del peso central.

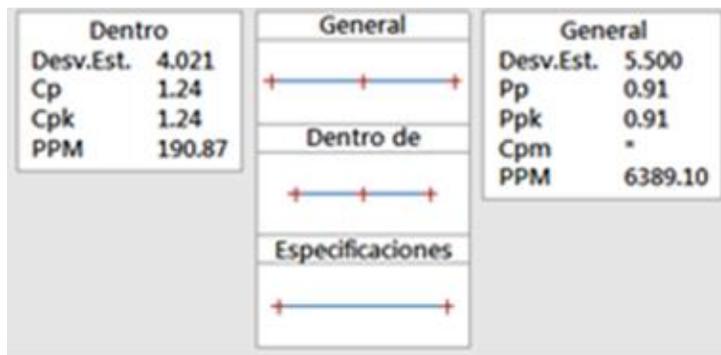
**Ilustración 5: Histograma del proceso antes**



**Fuente: Elaboración propia**

Para finalizar, analiza los valores de Cpk y Cp según los datos suministrados.

**Ilustración 6: Capacidad del proceso antes**



**Fuente: Elaboración propia**

Cp del proyecto = 1.24, como se mencionó anteriormente, los valores por debajo de 1.33 se consideran fuera de las especificaciones por lo cual se puede decir que el proceso puede ser mejorado; Asimismo, el Cpk del análisis fue 1.24 lo cual refuerza lo primero.

Por otro lado, se realizó el Estudio R&R del sistema de medición al sistema de medición. El propósito del estudio R&R es cuantificar las fuentes de variación en el sistema de medición.

En la tabla ANOVA se analizan los p-value de los factores. Para poder interpretar el significado de estos p-value se debe plantear la siguiente hipótesis:

Ho = El factor no influyen en la variable de respuesta

H1= no se cumple Ho (El factor sí influye)

Si p-value sea mayor a 0.05 la variable no influye en el proceso.

Se analizan los datos con las diferentes variables a analizar con modelos estadísticos para ver cuál presenta mayor implicancia.

**Tabla 8: Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Turno	1	140.00	140.002	4.76	0.033
Maquinista	1	47.36	47.355	1.61	0.209
Velocidad	1	4.64	4.640	0.16	0.693
Viscosidad	1	0.01	0.012	0.00	0.984
Error	67	1971.79	29.430		
Falta de ajuste	1	12.04	12.042	0.41	0.526
Error puro	66	1959.75	29.693		
Total	71	2148.00			

**Fuente: Elaboración propia**

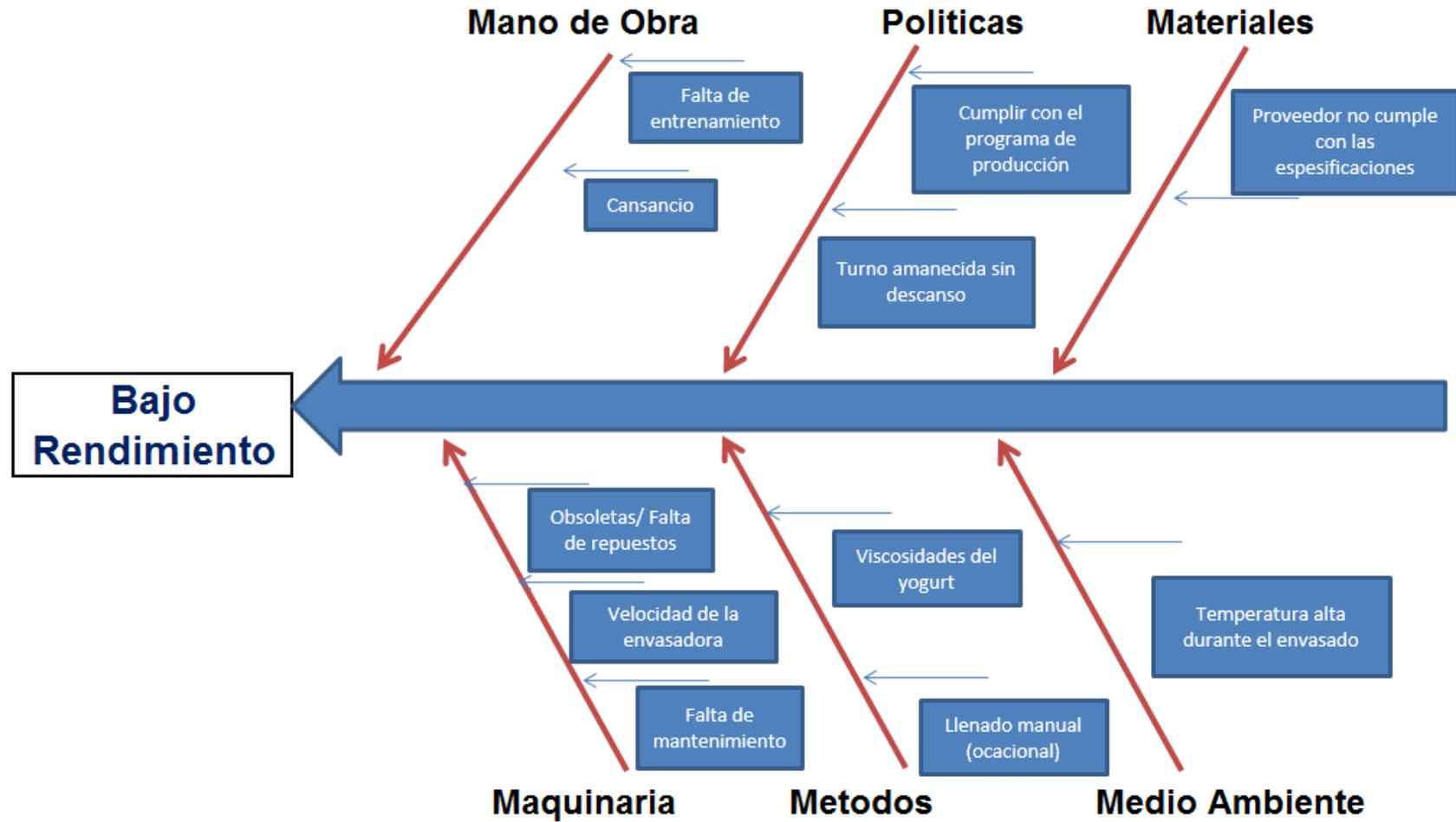
Mediante este ANOVA podemos apreciar que 3 principales variables a mejorar son: Turno de trabajo, Maquinista y Velocidad de la envasadora. Estas 3 variables serán consideradas en la etapa de mejora del proceso para poder controlarlas.

#### **4.1.3. DMAIC - Analizar**

Etapa en la cual se analizan los datos obtenidos para plantear ideas de mejora para el proceso. Es aquí donde se vuelve a hacer referencia al gráfico de Ishikawa y al Diagrama de Árbol de proceso.

Cada uno de estos nos permitirá conocer las fuentes de distorsión de proceso y las consecuencias que generan para el proceso de envasado de yogurt.

Grafico 4: Ishikawa del proyecto



Fuente: Elaboración propia

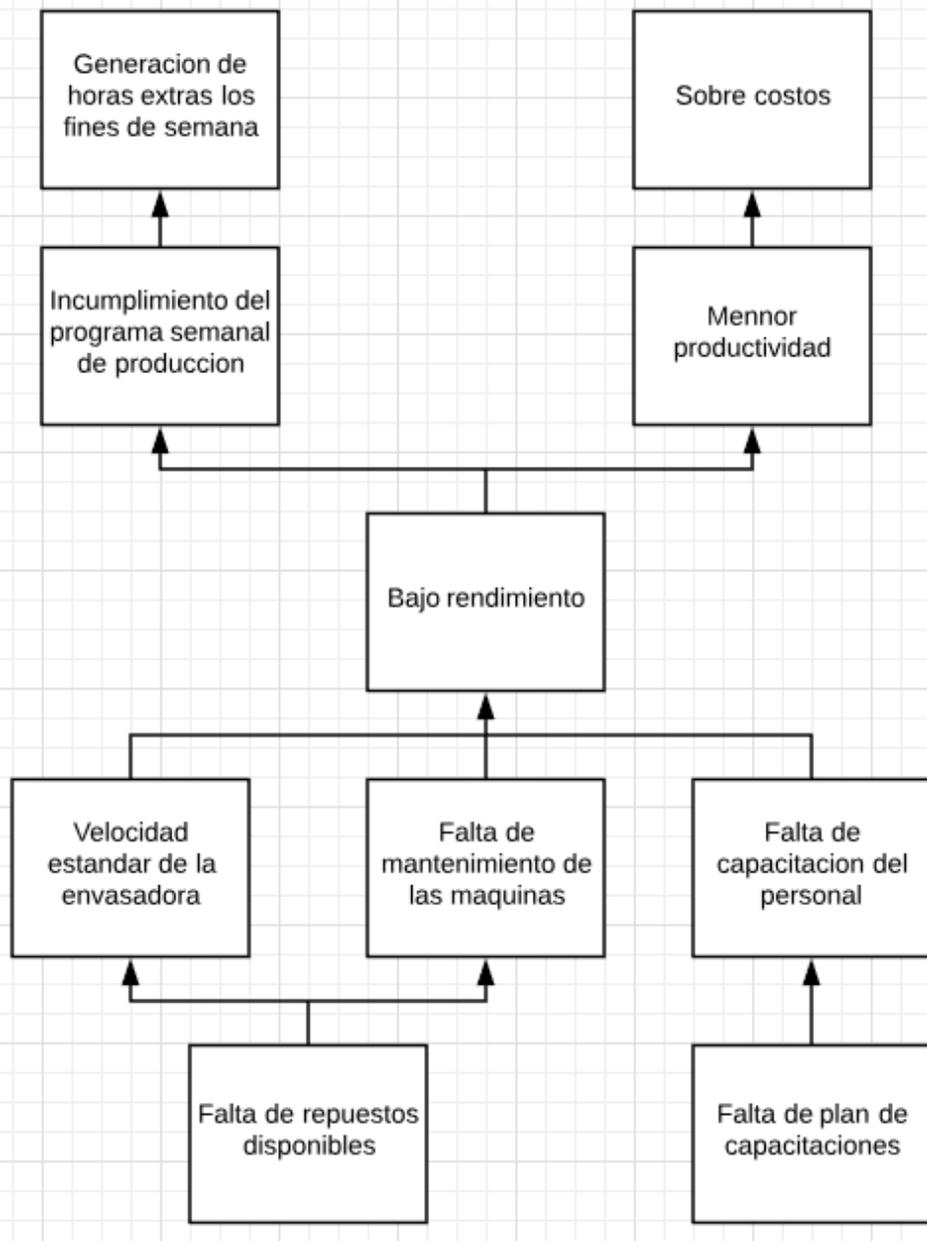
Mediante el análisis del diagrama Ishikawa el equipo realizó una lluvia de ideas para colocar todas las posibles causas de los bajos rendimientos en la línea de envasado. Posteriormente, se decide atacar 3 principales fuentes de distorsión de los pesos para el equipo: Maquinaria, Mano de obra y Métodos de fabricación en la línea de envasado por ser las de principal impacto y porque son factores controlables por el área de producción.

Como se mencionó en la sección de antecedentes, la línea presentaba pérdidas de tiempo por mantenimiento y deficiencias en la parte operativa del proceso.

Otros factores que se salieron de la lluvia de ideas fueron: la presión por cumplir con el plan de ventas por parte de la gerencia hace que no se pueda intervenir la línea de envasado durante la jornada normal de trabajo; La temperatura ambiente y por consiguiente la temperatura del producto son importantes pero si se consideran tiempos estándares de producción de 1.5 horas no debería inferir para el análisis; Por último, las materias primas empleadas para el proceso de envasado no son controlables por el área de producción por lo cual se deriva dicha verificación al equipo de calidad y por consiguiente tampoco se considera dentro de las problemáticas a trabajar.

Por otro lado, se elabora el diagrama de árbol para ver la implicancia que tiene el bajo rendimiento en la línea de envasado, esto trae como consecuencia el incumplimiento del programa semanal de producción y por ende también la generación de horas extras para poder cubrir lo pendiente. Asimismo, se genera una menor productividad de la línea de envasado en la producción de las galoneras y como resultado un mayor impacto en los costos. Con la ayuda de este gráfico podemos ver rápidamente la importancia que representa el proyecto para la empresa.

**Tabla 9: Diagrama de Árbol del Proyecto**



**Fuente: Elaboración propia**

Encontrados los factores de distorsión a abordar por el equipo para dar solución al problema planteado, se realiza un análisis de mayor profundidad con el apoyo de las áreas específicas de cada miembro del proyecto para poder buscar las posibles causas del problema y soluciones.

## **Equipo de mantenimiento**

Con el apoyo del supervisor de mantenimiento se comenzó a realizar un análisis minucioso del estado de la envasadora en donde se pudo observar estados sub-estándar tanto en la parte mecánica, como lo son los engranajes que se encontraban oxidados y falta de lubricación, respecto a la parte eléctrica o de instrumentación se evidencia la carencia de mecanismos que permitieran realizar un envasado con mayor facilidad, principalmente por la falta de un variador de velocidades para la envasadora.

La envasadora trabaja con jebes de plástico que sirven para regular el llenado de las envasadoras pero estos presentaban un desgaste considerable y tampoco se contaba con repuestos en el almacén para realizar el cambio en el momento oportuno.

El envasado, al ser un sistema mecánico, depende mucho del estado de las piezas, chupones presentan un desgaste considerable y hacen que la boquilla de la envasada posea mayor juego lo que se traduce en mayor dosificación de producto dentro de las galoneras.

Para poder regular la altura de envasadora es necesario mover el perno central para arriba o para abajo dependiendo de la necesidad del operador para poder calibrar los pesos, este proceso es riesgoso y no higiénico, además de ser lento ya que el operador debe ingresar para poder realizar la modificación.

## **Mano de obra y método de fabricación**

Se analiza la forma de envasar del maquinista de la línea, se pudo observar que no seguían un procedimiento adecuado ya que la forma de envasar fue enseñada empíricamente a cada uno. Asimismo, el llenado de los formatos no era el apropiado por la falta de conocimiento de la importancia que estos representan para la compañía. Parte del personal poseía una experiencia cercana a los 35 años de servicio en el envasado de yogurt, pero con conocimientos muy básicos de la operación.

También, se pudo apreciar que los turnos de amanecida presentaban un mayor cansancio y eran donde se presentaban la mayor cantidad de unidades con alto peso por la fatiga del turno.

Poder plantear ideas para poder revertir esta situación presenta un reto para el equipo ya que la primera premisa que debería resolverse es la de cambiar la forma de trabajar los operadores y que estos crean en la propuesta de trabajo.

### **Características del producto**

Se desea verificar si la viscosidad del producto tenía un nivel de implicancia para el sobrepeso de las galoneras, sin embargo, en un primer análisis realizado al producto resulto que la viscosidad de las yogures era similar con ligeras variaciones que no alteraban al proceso de envasado. Existen otros factores que influyen en la variabilidad de la viscosidad en los lotes de producto como: la mezcla de la leche al momento de la formulación, temperatura de pasteurización y pH de corte, velocidad de la bomba al momento de enfriarlo y temperatura de envasado.

Al ser distintos elementos separados del foco de la investigación se procedió a descartarlos.

#### **4.1.4. DMAIC - Mejorar**

En esta etapa del proyecto, el equipo tomo diferentes prioridades en base a su conocimiento en cada área y fue programando acciones para poder solucionar los problemas encontrados en la línea de trabajo. Se establecieron tiempos y delegados para cada una de tareas propuestas. (Ver Tabla #5 y #6)

### **Equipo de mantenimiento**

La primera etapa del trabajo fue llevar la línea de envasado a un nivel óptimo de trabajo para luego poder realizar las modificaciones planteadas por el equipo. En este sentido, se cambiaron los chupones y jebes necesarios para la calibración de pesos por encontrarse desgastados. Asimismo, se coordinó con logística de entrada la compra de un stock permanente de repuestos para futuros cambios.

**Ilustración 7 : Jebe con desgaste**

**Fuente: La empresa**

**Elaboración propia**

Los engranajes de la envasadora presentaban mucho desgaste y mala lubricación de las piezas. Aquí se coordinó con el equipo de mantenimiento realizar una mejora de su estado lo cual permitiría mejorar el desplazamiento de la envasadora evitando posibles atoros en el proceso o fallas inesperadas. Un mínimo atoro en la línea de envasado hace que la galoneras permanezca mayor tiempo del necesario y reciba mayor cantidad de producto por eso la importancia que las piezas mecánicas se encuentran en el mejor estado posible.

**Ilustración 8 : Estado de los engranajes Antes VS después**

**Fuente: La empresa**

**Elaboración propia**

Con la condiciones “cero” para el proceso de envasado se comienza con la implementaciones de las mejoras planteaas por el equipo. Este levantamiento de las observaciones tardo alrededor de 3 semanas.

Se modificó la manivela utilizada para regular el nivel de la envasadora la cual permite regular de manera más eficiente el peso. Esta modificación fue una de las más difíciles en temas mecánicos por la complejidad de adaptar una manivela a la envasadora, se tuvieron que modificar varias piezas para poder realizar el cambio correspondiente. Las modificaciones deben ser prácticas a fin de evitar nuevas complicaciones para poder regular la altura de la máquina. La implementación de esta manivela estaba dirigida, también, a solucionar un problema de seguridad para la operación.

#### **Ilustración 9: Manivela de nivel de envasadora**



**Fuente: La empresa**

**Elaboración propia**

Adicionalmente, una de las modificaciones más importantes en la línea de envasado fue la instalación de un variador de velocidades en el tablero eléctrico de la línea para poder controlar la velocidad de llenado de las galoneras. Esto era muy necesario ya que el producto difiera en viscosidades y el tiempo de llenado no es igual para todos los casos. Un producto con menor viscosidad llenara más rápido las galoneras que uno con viscosidad más elevada.

**Ilustración 10: Tablero eléctrico sin y con variador de velocidades**

ANTES



DESPUES

**Fuente: La empresa****Elaboración propia**

Por otro lado, en conjunto con los operadores de la línea se implementaron los check-list de arranque de línea y formatos de mantenimiento autónomo que sería realizado por el propio personal de la planta con el soporte de mantenimiento. (Ver Anexos #10.6, #10.7, #10.8)

Los formatos tiene una frecuencia, diaria, semanal y mensual, cada uno enfocado en verificar una parte específica de la máquina.

**Tabla 10: Check list Inicio de producción**

SEMANA	
LINEA	FEDERAL

Responsable .....

Fecha .....

N°	MAQUINA	MANTENIMIENTO	A	B	C	OBSERVACIONES
1	Abastecedora de botellas	Limpieza de tolva alimentador de envases				
		Limpieza de tolva de recepción de envases				
		Limpieza de tunel y ordenadora				
		Verificación de Fluorescente				
		Verificación de envases (libres de agentes extraños)				
2	Envasadora	Verificar operatividad de Ozono y Flujo Laminar				
		Limpieza de techo, libre de condensado.				
		Limpieza de acumulador de gotas				
		Lavado y desinfección de chupon				
		Desinfección de dosificadores				
		Limpieza de la tolva de abastecimiento de yogurt				
		Limpieza y desinfección de las varillas de controladores de nivel (verificación del funcionamiento)				
		Limpieza superficial de faja principal				
3	Tapadora	Limpieza de tolva alimentador de tapas				
		Limpieza de tolva de recepción de tapas				
		Verificación de operatividad de chucks				
		Limpieza de Chucks (Chup)				
		Limpieza del sensor interno de tobogan alimentador de tapas				
4	Detector de nivel de botella	Purga				
		Selección de producto				
5	Etiquetadora (Dase Sing)	Verificación de la correcta posición del balin				
		Verificación de las cuchillas de corte				
6	Fechadora	Anulación del defecto de tapa				
		Limpieza de los recuperadores de tinta				
		Limpieza de sensor				
		Posición del sensor				
7	Horno	Verificación de la velocidad del motor				
		Purga				
8	Empacadora	Cambiar configuración de parametros por producto				
		Limpieza de resistencia				
		Limpieza de Sensores				
		Verificación de la presión de aire del sistema				
		Verificación del nivel de aceite				
		Verificación de la velocidad de cadena				
		Verificación de la presión del brazo que empuja las botellas				

LEYENDA

A	Realizado
B	Pendiente
C	Observación

**Fuente: La empresa**

**Tabla 11: Check List mantenimiento autónomo semanal de la envasadora**

SEMANA	
LINEA	FEDERAL

Responsable ..... Técnico responsable:

Fecha .....

N°	MAQUINA	MANTENIMIENTO	A	B	C	OBSERVACIONES
1	Ordenadora	Limpieza de piezas del formato				
		Lubricación del sistema				
2	Envasadora	Lubricación de las guías de botella				
		Lubricación de rodamientos de los				
		Verificación del estado de chupones				
		Lubricación de engranajes y cadena				
		Limpieza de electrodos de nivel				
		Limpieza profunda de faja principal				
3	Tapadora	Lubricación del sistema				
4	Etiquetadora	Lubricación de resortes del sensor de				
		Limpieza de sensores y reflectores				
		Lubricación de piñones				
5	Empacadora	Lubricación de cadenas(6 puntos de				
		Limpieza del horno de la empacadora				
		Verificación de las planchas de nylon				
6	Horno	Limpieza				

**OBSERVACIONES ADICIONALES**

.....

.....

.....

.....

**LEYENDA**

<b>A</b>	Realizado
<b>B</b>	Pendiente
<b>C</b>	Observación

**Fuente: La empresa**

**Tabla 12: Check list Mantenimiento autónomo mensual de la envasadora**

SEMANA	
LINEA	LINEA 2

Responsable .....

Fecha .....

N°	MAQUINA	MANTENIMIENTO	A	B	C	OBSERVACIONES
1	Tapadora	Cambio de resortes				
2	Envasadora	Limpieza de tuberías (Por donde llega el				
3	Etiquetadora	Cambio de cuchillas				

**OBSERVACIONES ADICIONALES**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<b>LEYENDA</b>	<b>A</b>	Realizado
	<b>B</b>	Pendiente
	<b>C</b>	Observación

**Fuente: La empresa**

Lo importante es poder realizar los mantenimientos autónomos por el propio personal de la planta con el soporte de mantenimiento todos los fines de semana para evitar paradas intempestivas durante los días de producción.

Por último, Sí bien nos enfocamos en dar solución a los problemas de la envasadora por ser el cuello de botella de la línea, cabe resaltar que también se revisaron la etiquetadora, codificadora y selladora para que ninguna represente un nuevo cuello de botella para la línea.

Luego de las implementaciones realizadas por el equipo de mantenimiento se realiza una matriz de impacto para conocer que modificación produjo mejores resultados en la línea de envasado, esta se define como la dificultad al momento de realizar la modificación y el impacto que genera en el proceso. Se utiliza valores de cero (0) al cinco (5), en donde el 0 representa una dificultad muy baja o un impacto muy bajo en proceso y donde 5 representa una complejidad mucho mayor o un impacto bastante considerable en la línea

de envasado. Los resultados se multiplican para conocer el impacto en el proceso y a continuacion se presentan los datos.

**Tabla 13: Matriz de impacto de las modificaciones mecánicas**

<b>Mejoras en la linea de envasado</b>	<b>Dificultad</b>	<b>Mejora del proceso</b>	<b>Resultado</b>
Implementacion de la manivela	5	4	<b>20</b>
Instalacion del Variador	4	4	<b>16</b>
Lubricacion de engranajes	2	3	<b>6</b>
Cambio de repuestos	1	3	<b>3</b>
Implementacion de formatos Check List	3	3	<b>9</b>

**Fuente: Elaboración propia**

Como podemos apreciar la implementacion de la manivela presenta una dificultad bastante importante por la antigüedad de la maquina pero el resultado en el proceso fue bastante positiva. La instalacion del variador para poder regular las velocidades tambien representa un impacto importante pero con una dificultad menor al momento de su implementacion. Por otro lado, la lubricacion de los engranajes y cambio de repuestos fueron actividades bastante rapidas de realizar que ayudaron a mejorar el proceso. Por ultimo, la implementacion de los check list tuvieron una dificultad moderada ya que se trabajo con un plan de capacitaciones para poder enseñar a los trabajadores a que ellos mismos pudieran calibrar sus equipos.

### **Mano de Obra y Métodos de Fabricación**

El equipo analizo las formas de trabajo de los distintos maquinistas de la línea, se pudo observar que muchos de ellos fueron entrenados en la línea por experiencia de otros operadores sin tener un manual adecuado que enseñó como calibrar los equipos. Empleando el método de Poka Yoke se busca evitar estos problemas.

Se puso en marcha un plan de capacitación a todo el personal, que no solo abarca la línea Federal, sino a las demás líneas de trabajo para incrementar los conocimientos necesarios que den soporte a la metodología. Se buscó capacitar a la mayor cantidad de operarios en White belt mediante un expositor experto en estos temas. Se empleó un curso de 128 horas hombre para poder capacitar al personal o 8h.

Durante la capacitación se tocaron los siguientes puntos los cuales se encuentran detallados en el cronograma de contenido.

**Tabla 14: Contenido de la capacitación**

Contenido	Partes
Introducción a la filosofía Lean Six Sigma	Antecedentes históricos de Lean Six Sigma
	Proceso de Implementación
Estrategia	Planeación Estratégica (Hoshin Kanri, Box Score, Q4)
Lean Manufacturing	Orden y Limpieza
	Control visual (Andon)
Trabajo en Equipo	Tu eres importante para el equipo

**Fuente: Elaboración propia**

La finalidad de esta etapa es que los trabajadores interioricen la importancia de trabajar con métodos estandarizados y que se encuentren motivados.

Por otro lado, el equipo analizó el rendimiento de los operadores a lo largo de los 3 turnos de trabajo para ver si era un factor determinante que influyera en los rendimientos de la línea. Se pudo evidenciar que el tercer turno presentaba un desgaste mayor luego del descanso para lo cual se implementó un servicio de Coffe-break para que el personal pudiera utilizarlo y se encuentre en mejor condición para su trabajo. Esto en coordinación con la jefatura de la planta se implementó en las oficinas de la planta.

Concluidas las capacitaciones y con el equipo motivado se emprendió la siguiente etapa de la mejora en la cual se busca aplicar los conocimientos adquiridos a su labor diaria. Esta parte fue la que demoró mayor tiempo, ya que, cambiar la forma de trabajo de los operadores fue una tarea difícil por la postura de los operadores. Se trabajó mucho en los datos explicando que esta forma de trabajo beneficiaría mucho a todos. Fue un trabajo constante de día a día que al final trajo resultados positivos.

Se aplicaron conocimientos de las 5's en una primera etapa para poder mejorar las condiciones de del área de trabajo. Con esta metodología se obtuvieron los siguientes beneficios:

Se pudo clasificar las herramientas necesarias para las tareas rutinarias así como las herramientas necesarias para los mantenimientos autónomos. Al inicio del proyecto se

tenían herramientas que eran utilizadas para antiguos cambios de formatos de la envasadora pero que eran obsoletos o ya no requerían encontrarse en el área. Con ayuda del equipo de mantenimiento se seleccionaron los equipos útiles de los cuales serían descartados.

Se buscó mantener una disciplina para mantener el área luego de la finalización del proyecto. Luego de establecer las formas de trabajo el problema que teníamos era que los operadores volvían a incurrir en el desorden por lo cual se siguió reforzando las capacitaciones brindadas al personal por nuestra cuenta para que siempre tuvieran los conocimientos intactos.

Por último, la inversiones estimada que se tuvo a lo largo de todas las modificaciones realizadas a la envasadora y las capacitaciones brindadas al personal se calcula alrededor de los 10,000 soles aproximadamente; Se considera los gastos por la capacitación en 2,000 soles, los gastos de mantenimiento en 8,000 (entre reparaciones, compra de equipos e instalaciones de los mismos). Este resultado sirve como base para tener el retorno de inversión del proyecto.

#### **4.1.5. DMAIC - Controlar**

En esta etapa del proyecto lo que se busca es poder conservar los estándares de trabajo a lo largo del tiempo para lo cual se implementaron las siguientes medidas de control del proyecto.

#### **Medidas de control del proyecto**

Se inició la implementación de TPM, se inicia con los mantenimientos autónomos por parte del propio personal. Asimismo, se implementó un check list de arranque de línea.

Se reanudan las reuniones semanales para evaluar el indicador de Tiempo x Velocidad x Calidad por parte de jefatura de planta y el área de mantenimiento.

Se inicia con la capacitación al personal en temas de 5s.

Se cambió una de las bombas de enfriamiento de Centrifuga a Positiva para que no influya como factores de distorsión para el envasado.

Capacitaciones semanales para todo el personal en temas de calidad y productividad.

Se implementó un proyecto de reconocimiento al personal por productividad como manera de fomentar los buenos resultados obtenidos. La evaluación del personal será cuantificable para que sea lo más imparcial posible.

## **ANÁLISIS Y RESULTADOS**

En el presente capítulo se analizan los resultados de los datos recopilados a lo largo de todo el ejercicio del proyecto. Se busca evidenciar las mejoras obtenidas a lo largo de todo el trabajo realizado en la línea de envasado de galoneras x 1.8lt para la empresa.

Luego de todas las modificaciones en la línea de envasado, los cambios en los métodos de trabajo por parte de los operadores, y observando una madurez del equipo, se volvió a realizar un muestreo del envasado de las galoneras de la línea y el rendimiento de la misma. Se realiza un muestreo similar para que la forma de recopilar los datos no infiera con los resultados obtenidos y que representen el correcto proceso de la línea.

**Tabla 15: Datos de envasado luego de la propuesta**

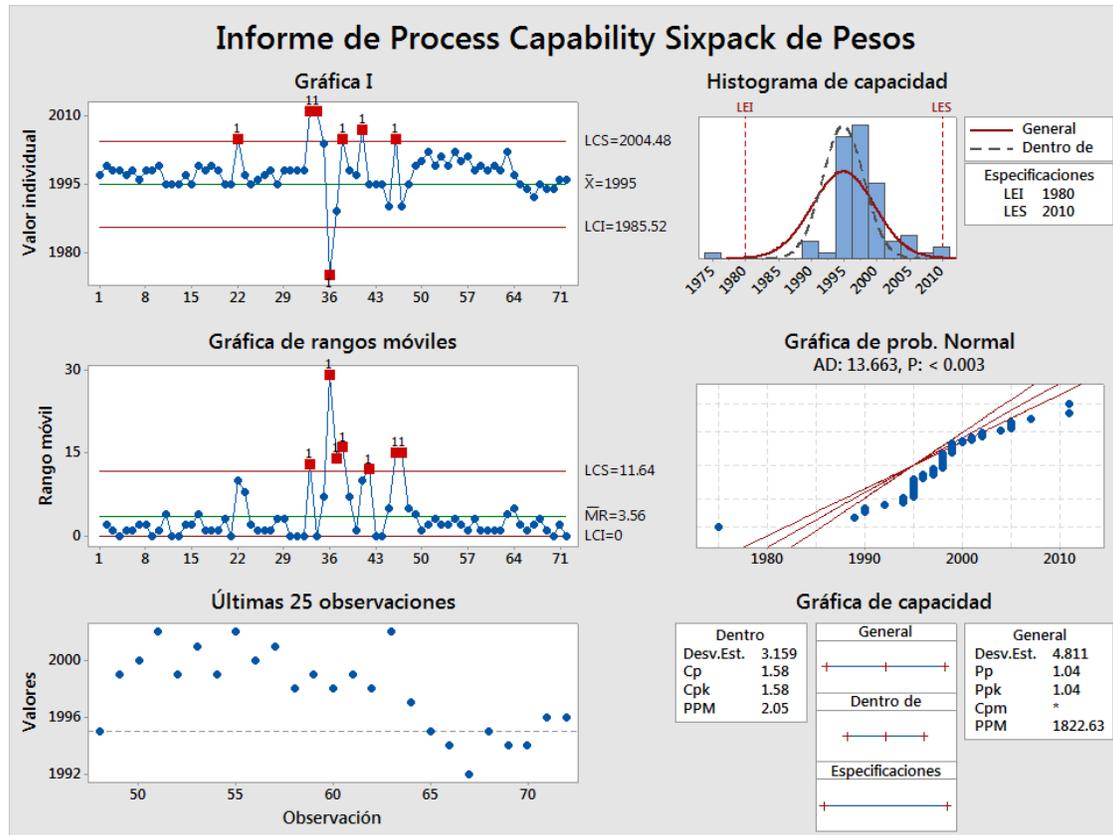
<b>Turno</b>	<b>Maquinista</b>	<b>Lote</b>	<b>FP</b>	<b>Viscosidad</b>	<b>Peso</b>
Amanecida	Raul	Lote 5	16/09/2014	26	2001
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	1994
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	2002
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	1993
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	1990
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	1993
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	2001
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	1994
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	1993
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	1986
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	2002
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	2001
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	2001
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	1994
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	1998
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	2005
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	1998
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	1992
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	1994
Amanecida	Raul	Lote 6	16/09/2014	26	1997
Amanecida	Gerardo	Lote 5	16/09/2014	23	1990
Amanecida	Gerardo	Lote 5	16/09/2014	23	1994
Amanecida	Gerardo	Lote 5	16/09/2014	23	1997
Amanecida	Gerardo	Lote 5	16/09/2014	23	1997
Amanecida	Gerardo	Lote 5	16/09/2014	23	1996
Amanecida	Gerardo	Lote 5	16/09/2014	23	1993
Amanecida	Gerardo	Lote 5	16/09/2014	23	1990
Amanecida	Gerardo	Lote 5	16/09/2014	23	1995
Amanecida	Gerardo	Lote 5	16/09/2014	23	1994
Amanecida	Gerardo	Lote 5	16/09/2014	23	2004
Amanecida	Gerardo	Lote 5	16/09/2014	23	1995
Amanecida	Gerardo	Lote 5	16/09/2014	23	1990
Amanecida	Gerardo	Lote 5	16/09/2014	23	1994
Amanecida	Gerardo	Lote 5	16/09/2014	23	1995
Amanecida	Gerardo	Lote 5	16/09/2014	23	1981
Amanecida	Gerardo	Lote 5	16/09/2014	23	1994

**Fuente: La empresa**

**Elaboración propia**

A continuación se detallan los resultados obtenidos luego de ser alimentados al software.

### Ilustración 11: Capacidad del proyecto después



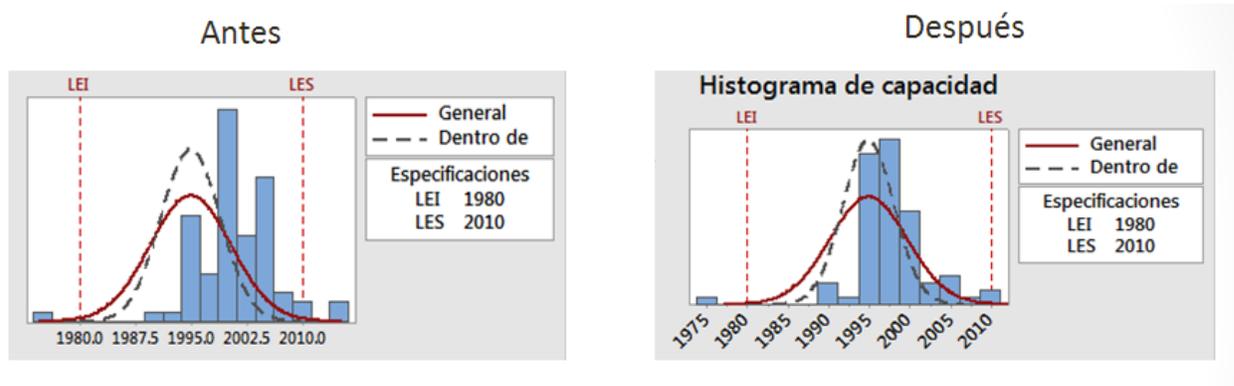
Fuente: elaboración propia

Como se mencionó anteriormente, el primer requisito es que los datos cumplan con una distribución normal para que los datos sean fiables, en el grafico nos indica que los valores se encuentran centrados por lo cual se cumple con esta premisa. Con los datos validados, se procede analizar el comportamiento de la línea de envasado luego de las modificaciones realizadas.

Se realiza una comparación entre los datos obtenidos antes de las mejoras implementadas y los resultados luego de aplicarlas; Podemos apreciar valores mucho más centrados en el histograma lo cual representa mayor control de la operación. Los límites no variaron, pero sirve como base para poder determinar nuevos valores para centrar más el proceso. Una de las observaciones que se tuvo es que los parámetros de

envasado límite máximo y mínimo eran muy amplios, con estos nuevos valores se pueden modificar. El peso promedio de las galoneras luego de las modificaciones fue 1995g.

### Ilustración 12: Comparación de datos en el histograma



Fuente: elaboración propia

Por otro lado, Las modificaciones en la envasadora permitieron disminuir el tiempo perdido por fallas de mantenimiento en 3h, Asimismo, otro de los indicadores de rendimiento que tuvieron una mejora fue el OEE el cual subió 0.5%, el rendimiento por lote de producción también tuvo un alza del 1% y al poder entregar mayor cantidad de producto durante los días regulares de trabajo se pudo disminuir el porcentaje de horas extras para la empresa.

Cabe mencionar que al inicio del proyecto se plantearon unos valores esperados para los indicadores mencionados, a continuación se realiza una comparación entre lo conseguido vs lo esperado vs la etapa inicial del proyecto.

**Tabla 16: Resultados obtenidos**

Indicadores	Antes	Esperado	Después
Promedio de pesos de las galoneras (g)	2000.1 g	1987 g	1995 g
Rendimientos de lotes (%)	97%	99%	98%
Porcentaje de HHEE (%)	13%	7%	12%
Horas perdías a la semana por mtto de maquinas* (h)	5	1	2
Varianza	4.3	4	4.2
Desv. Estandar	18.9	17	19.5
OEE (%)	84.5%	90.0%	85.0%

\*tiempo empleado para poder calibrar la maquina envasadora al peso optimo

**Fuente: Elaboración propia**

Como se puede apreciar el peso promedio de las galoneras luego de la implementación del proyecto se encuentra en 1995g vs 2000.1g antes de las modificaciones, esto representa un ahorro de 5g o 0.03% por galoneras producidas en la línea. La línea tiene una producción diaria promedio de 64,000 lt/día de producto o poco más de 32,000 envases/día como promedio. Al obtener 5 gramos adicionales por cada galonera producida estaríamos horrando 163 litros de yogurt al día o 82 unidades adicionales a la producción por día; En valores económicos la empresa genera un ahorro de 400 soles diarios solo en el costo del producto. Asimismo, este ahorro de 400 soles diarios hace que el proyecto tenga un retorno de la inversión a 30 días.

Se realizó una prueba de hipótesis respecto a la varianza de los datos obtenidos antes de las mejoras realizadas vs los datos obtenidos después de las mejoras para medir que proceso se encuentra con mayor control. Estos fueron los datos obtenidos al momento de suministrarlos al software.

Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \sigma_1^2 / \sigma_2^2 = 1$

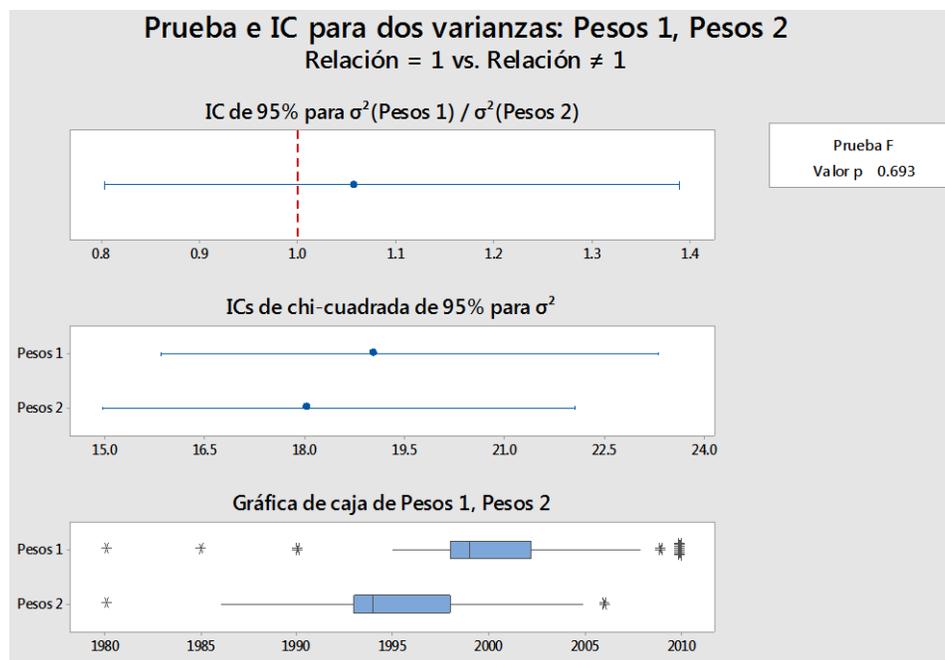
Hipótesis alterna  $H_1: \sigma_1^2 / \sigma_2^2 \neq 1$

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

Método	Estadística de prueba	GL1	GL2	Valor p
F	1.06	205	205	0.693

El p-valoré es mayor a 0.05 por lo cual se rechaza la hipótesis nula o la varianza para ambos resultados no son iguales. Asimismo, para poder visualizar mejor los datos se utilizan las gráficas de cajas para comparar ambos resultados.

### Ilustración 13: Grafico de Cajas de las varianzas



Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

Los indicadores de rendimiento para la línea de envasado presentan una mejora por lo cual se cumple con el objetivo principal del proyecto

El OEE subió 0.5%

Los rendimientos de cada lote subieron 1%

Se redujo las horas por mantenimiento en 3 horas

Se redujo el porcentaje de horas extras en 1%

La variación de pesos se redujo y el proceso se encuentra con mayor control; le peso promedio luego de las modificaciones es 1995g vs 2000.1g

Por otro lado, los objetivos específicos de también se cumplieron ya que ayudaron a mejorar el proceso de envasado de las galoneras.

Contar con una forma de trabajo de 5's ayudo a mejorar las condiciones de trabajo para los operadores.

Las capacitaciones para el personal ayudaron a que se entendiera de manera más ágil la nueva forma de trabajo y apalanco los fines del proyecto.

Las modificaciones realizadas a la envasadora fueron cruciales para mejorar los rendimientos. Cada una de estas modificaciones tuvo un propósito y se consiguió.

Sin embargo, como se mencionó en el presente informe las modificaciones a las etapas previas al envasado no fueron consideradas como parte de la mejora que ya no eran un cuello de botella para el proceso. Se descartó este objetivo.

El proyecto tuvo un ahorro económico significativo para la empresa y la inversión pudo ser recuperada con rapidez; Se consiguió un equipo más robusto y más comprometido lo cual era un objetivo para el equipo.

## RECOMENDACIONES

Aplicar la metodología DMAMC en las demás líneas de producción con la que cuenta la empresa y analizar variables que influyan en la decisión de compra del cliente.

Capacitar e informar a los trabajadores de los beneficios de la aplicación de la metodología DMAMC.

Supervisar y validar que los trabajadores cumplan con los procedimientos establecidos.

Elaborar las cartas de control para registrar cambios significativos de la media y rango y así identificar donde y cuando se dieron estas variaciones e identificar posibles soluciones.

No es necesaria la implementación de grandes cambios con grandes inversiones, como se pudo apreciar en el proyecto, varias modificaciones no fueron tan costosas y trajeron grandes beneficios.

Es recomendable tener otro punto de vista aparte de nuestro equipo, para conocer aún mayor número de puntos de vista.

Apoyo total de la parte gerencial de la empresa para poner en marcha este proyecto.

Personal comprometió en la implementación del presente proyecto.

Flujo de inversión para poder ejecutar el proyecto, es inevitable inversión para poder llevar a cabo las modificaciones, esta inversión debe retribuirse en el tiempo.

Beneficios significativos para la empresa

Mejora del clima laboral por los nuevos métodos de trabajo

Poder estandarizar los pesos de los productos al mínimo deseado.

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

DOE: Design of experiments o Diseño de experimentos

DMAIC: Define, Mejora, Analiza, Mejora (Improve) y Controla.

COPQ: Cost of Poor Quality o Costo de Baja Calidad

OEE: Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Valderrey Sanz, P. (2013). *Herramientas para la CALIDAD TOTAL* (1ra ed.).  
Bogotá, Colombia: StarBook.
- Cavanagh, R., Neumann, R., & Pande, P. (2004). *Las Claves Prácticas de Seis Sigma: Una guía dirigida a los equipos de mejora de procesos* (1ra ed.).  
España: McGrawHill.
- Herrera A, R. (2006). *Seis Sigma: Métodos Estadísticos y sus Aplicaciones* (1ra ed.).  
Colombia: Grafimpresos Donado.
- García Criollo, (2005), (Gutiérrez Pulido & Vara Salazar, *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*, 2009)  
México, México: McGrawHill
- Gutiérrez Pulido, H., & Vara Salazar, R. (2009). *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma* (2da ed.).  
México, México: McGrawHill.
- Thomas Pyzdek (2003), *The Six Sigma Handbook, Revised and Expanded*  
Omachonu, V.K. and Ross, J.E. (2004), *Principles of Total Quality*, 3rd ed,  
CRC Press LLC, Boca Raton, FL
- Ploytip Jirasukprasert (2013) *A Six Sigma and DMAIC application for the reduction of effects in a rubber gloves manufacturing process* Warwick Manufacturing Group,  
The University of Warwick, Coventry, UK
- Jácome Guzmán Enver Aldemar (2015). *Implementación de la metodología DMAIC en la empresa inprolac s.a en la línea de producción de queso fresco de productos dulac's para el mejoramiento de procesos y de la productividad de la*  
Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador
- Anupama Prashar (2013) *Adoption of Six Sigma DMAIC to reduce cost of poor quality*  
IILM School of Higher Education, Gurgaon, India
- La investigación de J. E. Guerrero y Leavengood de la y J.A. Silva-Guzmán (2017), *Aplicación de Lean Six Sigma en la industria de muebles de madera: Caso de estudio para una pequeña compañía*  
Universidad de Oregon State y Universidad de Guadalajara respectivamente

La investigación de Gabriel de Carvalho a, Eliane da Silva Christo b and Kelly Alonso Costa (2014) Aplicación de la metodología Six Sigma en la mejora de los procesos de producción industrial, del Departamento de Departamento de Ingeniería de la Producción de la Universidad Federal de

Fluminense de Volta Redonda, Brasil

La investigación realizada por Thanisarin Chatrattanawuth (2014) sobre La reducción de defectos aplicando el concepto DMAIC: En el estudio de caso de la producción de panadería.

Universidad de Bangkok, Tailandia

Arturo Ruiz-Falco Rojas, (2006) Control Estadístico de Procesos, España – Madrid

Universidad Pontificia Comillas

Jay Heizer y Barry Render, (2015) Administración de Operaciones

Guillermo de Jesús Alcántara Lozano (2017), Análisis y Mejora de Procesos en una empresa de automatización industrial y electrificación aplicando la metodología DMAIC.

Lima, Perú

William Ordóñez y Jorge Arturo Torres (2014) Análisis y Mejora de Procesos en una empresa textil empleando la metodología DMAIC

Lima, Perú

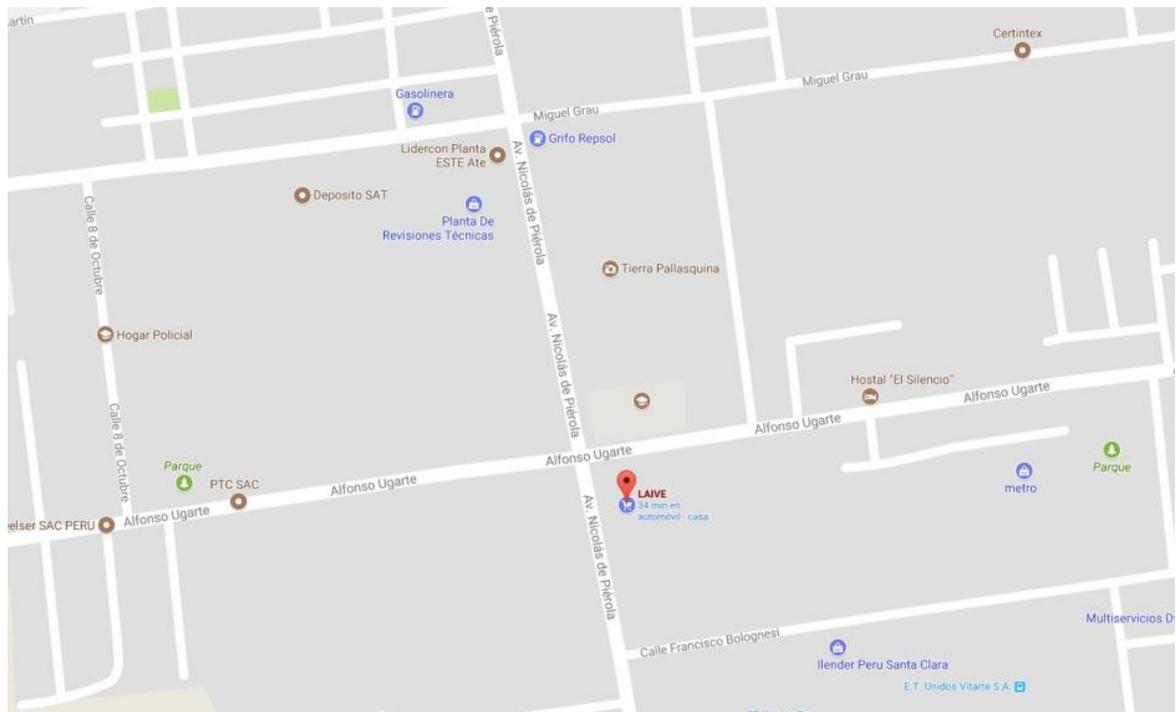
## ANEXOS

### 9.1. Análisis FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
· Empresa con más de 100 años en el mercado peruano, reconocida como una de las 2 mejores empresas en el rubro de lácteos.	· Oportunidad de crecimiento en el mercado, posee un 25% del market share.
· Innovación constante de su cartera de productos.	· Crecimiento en nuevos mercados, empresa bastante dinámica.
· Gran compromiso de la Gerencia General.	· Posibilidad de adquisición de otras empresas.
· Posee una correcta infraestructura en sus instalaciones, en tecnología.	· Crecimiento en exportaciones de productos.
· Cuenta con personal calificado para el correcto desempeño de sus actividades.	· La innovación como base de su crecimiento.
· Posee gran capital de trabajo para futuras inversiones.	· Ahorro en costos de producción mediante la automatización de líneas.
· Posee una rentabilidad sostenida a lo largo de los años.	
· Equipo multifuncional.	
DEBILIDADES	AMENAZAS
· Sindicato de trabajadores bastante fuerte.	· Competencia bastante fuerte en el mercado.
· Estructura organizacional muy amplia.	· Sensibilidad en los cambios del consumidor.
· Posibilidad de huelgas internas por parte del propio personal.	· Sensibilidad a los problemas que afronta el sector.
· Deficiencias en seguridad.	· Sensibilidad a las exigencias de los ganaderos de leche y sus reclamos.
· Dentro de su cartera de producto, algunos productos son estacionales.	· Incremento del precio de la leche en polvo para la formulación de productos.
· Personal operativo con poca capacitación.	· Entrada de nuevos competidores.
· Rotación del personal elevada.	· Modificación de las legislaciones vigentes para la producción de sus productos.
· Trabajar con proveedores no capacitados.	· Auditorias más severas por parte de los entes reguladores.
· Materia prima con variaciones y compromisos de compra.	° Multas por parte de los entes reguladores del sector
· Falta de proveedores en el sector.	
· Materia prima posee poco tiempo de vida	

**Fuente: Elaboración propia**

## 9.2. Ubicación geográfica de la empresa



Fuente: Google Maps

9.3. Registro de envasado

FICHA DE PRODUCCION TVC - FEDERAL		Nombre Maquinista: _____										Fecha: ___/___/___							
		Nombre Ayudante: _____										Turno: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3							
<input type="checkbox"/>	1er turno	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00									
<input type="checkbox"/>	2do turno	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00									
<input type="checkbox"/>	3er turno	23:00	24:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00									
NOMBRE PRODUCTO	LOTE											TOTAL (Min)							
1   _____	_____	[Grid]																	
2   _____	_____	[Grid]																	
3   _____	_____	[Grid]																	
<b>PARADAS</b>											<b>SUMA</b>	<b>=A</b>							
C36	CIP (INCLUYE ESTERILIZADO E HISOPADO)	[Grid]																	
C7	Limpieza de área	[Grid]																	
C44	Cambio de tanque	[Grid]																	
C12	Espera de producto	[Grid]																	
C11	Falta personal	[Grid]																	
E15	Falla Empacadora	[Grid]																	
C21	Cambio de producto / purga	[Grid]																	
C43	Acumulación de vapor en envasado	[Grid]																	
E22	Falla tapadora	[Grid]																	
E35	Se agrega pulpa	[Grid]																	
C16	Refrigerio	[Grid]																	
Pesar 5 muestras cada 30 Minutos: Apuntar el promedio y después graficar											<b>=B</b>								
	Máximo	[Grid]										<b>A + B =</b>							
	Promedio STD	[Grid]																	
	Mínimo	[Grid]																	
<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <th>LAIVE</th> <th>SBELT</th> </tr> <tr> <td>1980</td> <td>1970</td> </tr> <tr> <td>1990</td> <td>1980</td> </tr> <tr> <td>2007</td> <td>2000</td> </tr> </table>											LAIVE	SBELT	1980	1970	1990	1980	2007	2000	
LAIVE	SBELT																		
1980	1970																		
1990	1980																		
2007	2000																		
Promedio											Responsable de turno								

Fuente: La empresa