

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ  
CARRIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL, SISTEMAS E  
INFORMATICA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA  
INDUSTRIAL**

**METODOLOGIA DMAIC Y MEJORA DE PROCESOS EN LA  
PRODUCCIÓN DE CONSERVAS DE POLLO, EMPRESA  
AGROINDUSTRIAS SUPE S.A.C. – BARRANCA, 2017**

**TESIS**

Para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial

**Presentado por:**

**MIYASATO RAMIREZ ANGEL JOEL**

**Asesor:**

**ING. FELIMON BLAS FLORES**

**Reg. C.I.P. N° 92659**

**Huacho, Perú**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres Walter Miyasato y Yenny Alvarado, por estar conmigo, por enseñarme a crecer y a que si caigo debo levantarme, por apoyarme y guiarme en todo el transcurso de mi formación.

A mis hermanas Ariana y Cielo, por ser mi fuente de motivación que me ha permitido ser cada vez mejor persona, pero más que nada, por el amor incondicional que me demuestran.

*El autor.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Un agradecimiento infinito a mi familia por la confianza que depositaron en mí y a mis amigos por el apoyo incondicional que siempre me brindan.

A mi asesor el Ing. Felimon Blas Flores por el oportuno asesoramiento en la elaboración del presente estudio de investigación.

Y en especial a la empresa Agroindustrias Supe S.A.C. por darme la oportunidad para el desarrollo de mi tesis, y a todas aquellas personas que de una u otra manera hicieron posible que esta investigación termine con éxito.

*El autor.*

# INDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	xiv
<b>CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema .....	3
1.2.1.Problema general .....	3
1.2.2.Problemas específicos .....	3
1.3. Objetivos de la investigación .....	4
1.3.1.Objetivo general.....	4
1.3.2.Objetivos específicos .....	4
1.4. Justificación de la investigación.....	5
1.5. Delimitaciones del estudio .....	6
1.5.1.Delimitación geográfica .....	6
1.5.2.Delimitación temporal.....	6
1.5.3.Delimitación social .....	6
1.6. Viabilidad del estudio .....	6
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
2.1. Antecedentes de la investigación .....	7
2.1.1.Antecedentes Internacionales .....	7
2.1.2.Antecedentes Nacionales.....	10
2.2. Base Teórica.....	18
2.2.1.Proceso .....	18
2.2.2.Mejora de procesos .....	20
2.2.3.Mejora continua de la calidad en procesos.....	22
2.2.4.Six Sigma .....	28
2.2.5.Metodología de mejora DMAIC .....	30
2.2.6.Herramientas de calidad .....	33
2.2.6.1. Herramientas en etapa Definir .....	33
- Mapeo de Procesos .....	33
- Diagrama SIPOC .....	34

- Voz del Cliente .....	35
- Ciclo QFD .....	36
2.2.6.2. Herramientas en etapa Medir .....	36
- Capacidad del Proceso .....	36
- Transformación Box-Cox.....	39
- Estudio R&R .....	39
2.2.6.3. Herramientas en etapa Analizar .....	42
- Lluvia de ideas .....	42
- Diagrama de Pareto.....	43
- Diagrama Ishikawa .....	44
- Análisis Modal Falla Efecto (AMFE).....	45
2.2.6.4. Herramientas en etapa Mejorar .....	47
- Diseño de Experimentos (DOE) .....	47
- Poka Yoke .....	48
2.2.6.5. Herramientas en etapa Controlar.....	49
- Cartas de Control .....	49
2.3. Definición de términos básicos .....	50
2.4. Formulación de la hipótesis .....	51
2.4.1. Hipótesis general.....	51
2.4.2. Hipótesis específicas .....	51
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA.....</b>	<b>53</b>
3.1. Diseño Metodológico .....	53
3.1.1. Tipo y nivel de investigación.....	53
3.1.2. Enfoque .....	53
3.2. Población y muestra.....	53
3.2.1. Población .....	53
3.2.2. Muestra.....	54
3.3. Operacionalización de variables e indicadores .....	55
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	56
3.4.1. Técnicas por emplear .....	56
3.4.2. Descripción de los instrumentos .....	56
3.5. Técnicas para el procesamiento de información .....	57
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS .....</b>	<b>58</b>
4.1. Descripción de la empresa .....	58
4.1.1. La Empresa .....	58

4.1.2. Entidades participes en el negocio .....	59
4.1.3. Materia prima e Insumos .....	60
4.1.4. Recursos Humanos.....	60
4.1.5. El Producto .....	61
4.1.6. Proceso productivo.....	61
4.2. Metodología DMAIC .....	67
4.2.1. DEFINIR .....	67
4.2.1.1. Diagrama de Proceso.....	67
4.1.1.1. Voz del Cliente .....	76
4.2.1.2. Tipos de fallas frecuentes .....	78
4.2.1.3. Definición de los principales problemas .....	81
4.2.2. MEDIR .....	82
4.2.2.1. Método de medición actual.....	82
4.2.2.2. Selección de las variables a medir .....	83
4.2.2.3. Prueba de Normalidad .....	86
4.2.2.4. Gráfica de Control para variables .....	87
4.2.2.5. Capacidad de Proceso.....	88
4.2.2.6. Estudio R&R.....	89
4.2.3. ANALIZAR.....	92
4.2.3.1. Diagrama de Ishikawa .....	93
4.2.3.2. Análisis Modal Falla Efecto (AMFE) .....	96
4.2.3.1. Diseño de Experimentos (DOE) .....	98
4.2.4. MEJORAR .....	101
4.2.4.1. Optimización de Diseño de Experimentos (DOE).....	102
4.2.4.2. Poka Yoke.....	103
4.2.4.3. Estandarización de Procesos.....	106
4.2.4.4. Capacitación al personal.....	107
4.2.5. CONTROLAR.....	108
4.3. Mejora de Procesos.....	110
4.4. Resultados metodológicos .....	112
4.4.1. Validez del instrumento .....	112
4.4.2. Confiabilidad del instrumento .....	113
4.4.3. Modelamiento de la investigación .....	114
4.4.4. Modelamientos parciales.....	115
4.4.4.1. Identificación de Problemas (X1) - Mejora de Procesos (Y) .....	115

4.4.4.2. Análisis de Causas (X2) - Mejora de Procesos (Y).....	116
4.4.4.3. Propuesta de Soluciones (X3) - Mejora de Procesos (Y).....	117
4.4.5. Contratación de hipótesis.....	118
4.4.5.1. Metodología DMAIC (X) – Mejora de Procesos (Y) .....	118
4.4.5.2. Identificación de Problemas (X1) – Mejora de Procesos (Y).....	122
4.4.5.3. Análisis de Causas (X2) – Mejora de Procesos (Y).....	126
4.4.5.4. Propuestas de Soluciones (X3) – Mejora de Procesos (Y).....	130
<b>CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES....</b>	<b>134</b>
5.1. Discusiones .....	134
5.2. Conclusiones .....	135
5.3. Recomendaciones.....	138
<b>CAPITULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>140</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>143</b>
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	144
ANEXO 2: INSTRUMENTOS.....	145
ANEXO 3: CHECK LIST DEL PROCESO DE ESCALDADO .....	147
ANEXO 4: HOJA DE VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE ESCALDADO .....	148
ANEXO 5: EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS .....	149
ANEXO 6: PRUEBA DE X <sup>2</sup> PARA METODOLOGÍA DMAIC (X) Y MEJORA DE PROCESOS (Y).....	152
ANEXO 7: PRUEBA DE X <sup>2</sup> PARA IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS (X1) Y MEJORA DE PROCESOS (Y).....	153
ANEXO 8: PRUEBA DE X <sup>2</sup> PARA ANÁLISIS DE CAUSAS (X2) Y MEJORA DE PROCESOS (Y).....	154
ANEXO 9: PRUEBA DE X <sup>2</sup> PARA PROPUESTA DE SOLUCIONES (X3) Y MEJORA DE PROCESOS (Y).....	155

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interacción de Procesos .....	18
Figura 2. Representación de un Proceso .....	19
Figura 3. Método Sistémico de Mejora de Proceso .....	21
Figura 4. Ciclo de Deming .....	24
Figura 5. Cadena de Procesos.....	25
Figura 6. Procesos interactuando en un Sistema de Gestión de Calidad .....	26
Figura 7. Costos de Calidad .....	28
Figura 8. Etapas de la Metodología DMAIC .....	31
Figura 9. Modelo de Mapa de Proceso .....	34
Figura 10. Ejemplo de Diagrama SIPOC.....	35
Figura 11. La Voz del Cliente .....	36
Figura 12. Matriz L simplificada .....	41
Figura 13. La casa de la calidad.....	41
Figura 14. Diagrama de Pareto para causas: defecto principal por modelo de bota.....	44
Figura 15. Diagrama de Ishikawa para problemas de lavadora.....	45
Figura 16. Esquema general de actividades para realizar un AMFE.....	46
Figura 17. Idea y elementos de una carta de control .....	49
Figura 18. Diagrama de Operaciones del Proceso de Conservas de pollo .....	66
Figura 19. Diagrama SIPOC del proceso productivo de las conservas de pollo .....	68
Figura 20. Diagrama de procesos – Proceso productivo de las conservas de pollo .....	75
Figura 21. Voz del Cliente .....	76
Figura 22. Diagrama CQT.....	77
Figura 23. Diagrama de Pareto - Fallas Frecuentes en el Proceso Productivo.....	78
Figura 24. Histograma de Temperatura de Sellado .....	85
Figura 25. Prueba de normalidad para Temperatura de sellado .....	86
Figura 26. Gráfica X-R de Temperatura de sellado.....	87
Figura 27. Capacidad de proceso de Temperatura de sellado .....	88
Figura 28. Informe Estudio R&R para la variable Temperatura .....	89
Figura 29. Estudio R&R para la variable Temperatura .....	91
Figura 30. Estudio R&R para la variable Temperatura .....	91
Figura 31. Diagrama de Ishikawa - Fallas en Escaldado .....	93
Figura 32. Factores para el Diseño de Experimentos .....	98
Figura 33. Resumen de Diseño de Experimento .....	99
Figura 34. Matriz DOE .....	99
Figura 35. Análisis de Varianza DOE.....	100
Figura 36. Diagrama de Pareto para efectos estandarizados .....	101
Figura 37. Gráficos de Efectos Principales .....	102
Figura 38. Rediseño de las jabas de pollo .....	105
Figura 39. Estandarización de Procesos para el Método de Removido .....	106
Figura 40. Curva de Operación.....	109

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Control de calidad vs Six Sigma .....	29
Tabla 2. Interpretación nivel sigma .....	30
Tabla 3: Matriz de operacionalización de variables e indicadores .....	55
Tabla 4. Registro de temperatura de sellado .....	84
Tabla 5. Criterio Aceptación para un Sistema de Medición.....	90
Tabla 6. Número de Categorías de un Sistema de Medición .....	90
Tabla 7. Análisis Modal Falla Efecto del Área de Escaldado .....	97
Tabla 8. Propuesta Poka Yoke 1 .....	103
Tabla 9. Propuesta Poka Yoke 2.....	104
Tabla 10. Propuesta Poka Yoke 3.....	105
<i>Tabla 11. Validez del instrumento .....</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 12. Escala de validez.....</i>	<i>112</i>
Tabla 13. Alfa de Cronbach aplicado al instrumento .....	113
Tabla 14. Escala de confiabilidad .....	113
Tabla 15. Resumen del modelo general .....	114
Tabla 16. Escala de Correlación .....	114
Tabla 17. Coeficientes del modelo general .....	115
Tabla 18. Resumen Modelo (Identificación de Problemas - Mejora de Procesos) .....	115
Tabla 19. Coeficientes (Identificación de Problemas - Mejora de Procesos) .....	116
Tabla 20. Resumen Modelo (Análisis de Causas - Mejora de Procesos) .....	116
Tabla 21. Coeficientes (Análisis de Causas - Mejora de Procesos) .....	116
Tabla 22. Resumen del modelo (Propuesta de Soluciones - Mejora de Procesos).....	117
Tabla 23. Coeficientes (Propuesta de Soluciones - Mejora de Procesos).....	117
Tabla 24. Tabla de Contingencia: Metodología DMAIC*Mejora de Procesos .....	120
Tabla 25. Tabla de Contingencia: Identificación de Problemas*Mejora de Procesos..	124
Tabla 26. Tabla de Contingencia: Análisis de Causas*Mejora de Procesos.....	128
Tabla 27. Tabla de Contingencia: Propuesta de Soluciones*Mejora de Procesos .....	132

## RESUMEN

Las empresas tienen la necesidad de brindar mejores servicios a sus clientes a través de procesos más efectivos, para así eliminar cualquier problema o desperfecto presentes en el proceso productivo que originan productos terminados que no cumplen con las especificaciones requeridas. La presente investigación se realizó en la empresa Agroindustrias Supe S.A.C. El objetivo del estudio fue desarrollar la metodología DMAIC y estimar la relación que existe con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo. La población fue de 129 trabajadores y la muestra 56 al 95% de nivel de confianza. La investigación es de carácter descriptivo y correlacional.

El trabajo se inicia con el planteamiento del problema de la investigación, seguidamente se desarrolla el marco teórico que sirve como fundamento para el planteamiento de la metodología six sigma. Se realiza una descripción de la empresa cuyo diagnóstico sirve como base para el desarrollo de las 5 etapas de la metodología DMAIC: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

En la etapa definir se describe el proceso productivo, se conoce la voz del cliente y se priorizan los principales problemas del proceso, determinándose así al proceso de escaldado como crítico.

En la siguiente etapa (medir) se describe el método empleado para la toma de datos y se selecciona las variables del proceso crítico, los cuales permiten el análisis de capacidad del proceso. Además, se realiza un estudio R&R para verificar la exactitud del sistema de medición.

En la etapa de análisis se determinan y analizan las causas que originan los productos defectuosos en el proceso crítico. Además, se utiliza un diseño de experimentos para determinar los factores relevantes para la variable de respuesta.

En la etapa de mejorar se diseñan las propuestas de mejora en base a las etapas anteriores. Se optimiza el proceso crítico estableciéndose los valores adecuados de los factores relevantes según el diseño de experimentos. Asimismo, se proponen herramientas de mejora como Poka Yoke, estandarización del proceso crítico y un plan de capacitación al personal en temas relacionados con la metodología six sigma.

Para un mejor control de las mejoras, en la etapa de control se propone el uso de gráficas de control por variable y la utilización de una hoja de verificación con el fin de monitorear el proceso crítico.

Finalmente, se demuestra el impacto que tiene la metodología DMAIC en la mejora del proceso de escaldado.

**Palabras claves:** Metodología DMAIC, etapa definir, etapa medir, etapa analizar, etapa mejorar, etapa controlar, mejora de procesos.

## **ABSTRACT**

Companies have the need to provide better services to their customers through more effective processes, in order to eliminate any problem or damage present in the production process that originate finished products that do not meet the required specifications. This research was conducted at the company Agroindustrias Supe S.A.C. The objective of the study was to develop the DMAIC methodology and estimate the relationship that exists with the improvement of processes in the production of canned chicken. The population was 129 workers and the sample 56 to 95% confidence level. The research is descriptive and correlational.

The work begins with the approach to the research problem, then the theoretical framework that serves as the basis for the six sigma approach is developed. A description is made of the company whose diagnosis serves as the basis for the development of the 5 stages of the DMAIC methodology: define, measure, analyze, improve and control.

In the defining stage, the production process is described, the client's voice is known and the main problems of the process are prioritized, thus determining the scalding process as critical.

In the next step (measure) the method used for data collection is described and the critical process variables are selected, which allow the analysis of process capacity. In addition, an R&R study is carried out to verify the accuracy of the measurement system.

In the analysis stage, the causes that cause the defective products in the critical process are determined and analyzed. In addition, an experiment design is used to determine the relevant factors for the response variable.

In the improvement stage, improvement proposals are designed based on the previous stages. The critical process is optimized by establishing the appropriate values of the

relevant factors according to the design of experiments. Likewise, improvement tools such as Poka Yoke, standardization of the critical process and a staff training plan on issues related to the six sigma methodology are proposed.

For a better control of the improvements, in the control stage the use of control charts by variable and the use of a verification sheet is proposed in order to monitor the critical process.

Finally, the impact of the DMAIC methodology on the improvement of the scalding process is demonstrated.

**Key words:** Methodology DMAIC, stage define, measure, analyze, improve, control, process improvement.

## INTRODUCCIÓN

Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso. La realización eficaz y con calidad de todas las labores y tareas necesarias para completar objetivos y metas no es exclusivamente cuestión de tiempo ni tecnología y depende de muchos otros factores que están directamente relacionados con la mejora de procesos, el cual implica hacer un proceso más eficiente, eficaz y adaptable.

Este proyecto se realizó en la empresa Agroindustrias Supe S.A.C., la cual, es una empresa que se dedica a la fabricación y comercialización de productos hidrobiológicos (conservas) y salsas. Dentro de la producción de conservas la empresa se enfrenta a inconvenientes como: un inadecuado peso de la conserva, presión al vacío fuera de los parámetros correspondientes, conservas con trozos de pollo con presencia de proteínas y con una inadecuada cocción, y un mal estado de las latas. Por ello fue necesario la aplicación de una filosofía de calidad que asegure la obtención de conservas de pollo que satisfagan los requerimientos del cliente; para lograrlo se recurrió a la metodología Six Sigma que ofrece la eliminación de defectos, encontrándose las causas raíz de los problemas en un tiempo adecuado.

El presente proyecto de investigación, titulado Metodología DMAIC y mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017, tiene como objetivo desarrollar la metodología DMAIC y estimar la relación que existe con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo.

Los objetivos alcanzados son: se desarrolló las etapas de la metodología DMAIC y la estimación de la relación que presentan con la mejora de procesos.

El contenido del proyecto de investigación está distribuido en cinco capítulos:

El primer capítulo recoge cual es la problemática de la empresa, siendo el principal la necesidad de brindar mejores servicios a sus clientes a través de procesos más efectivos, para así eliminar cualquier problema o desperfecto presentes en el proceso productivo que originan productos terminados que no cumplen con las especificaciones requeridas.

En el segundo capítulo se describen los conceptos teóricos relativos a la metodología DMAIC y mejora de procesos.

El tercer capítulo recoge la metodología de la investigación, el nivel de nuestra investigación es descriptiva y correlacional, ya que buscaremos la relación la metodología DMAIC y mejora de procesos.

El cuarto capítulo registra los resultados de la metodología DMAIC contemplando el desarrollo de sus 5 etapas: Etapa definir, medir, analizar, mejorar y controlar. De la misma manera se determinó el impacto que genera esta variable en la mejora del proceso crítico que se identificó. También el modelamiento de la investigación y la contrastación de hipótesis. Siendo nuestro principal resultado la relación entre la metodología DMAIC y mejora de procesos.

Finalmente, en el quinto capítulo se presentan la discusión, conclusión y recomendación de la investigación, siendo la principal conclusión, la propuesta de mejora para el proceso de critico identificado (proceso de escaldado) a través de la metodología DMAIC.

# CAPITULO I:

---

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

Cada vez más se observan los esfuerzos orientados a adecuar las empresas al complejo escenario en que se mueven, donde el concepto de calidad pasó de ser una propiedad inherente del producto o servicio a un valor asociado a la satisfacción de necesidades y expectativas del cliente. El incremento de la competencia y la apertura al mundo a través de la tecnología, hacen al cliente interno como externo mucho más exigente creando un marco en que la necesidad de mejorar el rendimiento operativo y el logro de la eficiencia se transforman en un factor estratégico muy importante.

El comercio (2013) menciona que el mercado de conservas en el Perú es el quinto en tamaño del rubro de alimentos, y el de mayor penetración en los hogares peruanos, que significa un movimiento de capitales de 600 millones de dólares anuales y con presencia del 70% en los hogares peruanos. La empresa San Fernando en el 2013 con el lanzamiento de su nueva pechuga de pollo trozada y enlatada, un producto práctico y muy versátil listo para usar, ingresó al mercado de conservas incrementando un 3% este segmento con respecto al 2012 y en estos últimos años está creciendo con nuevas presentaciones de productos. El mercado de conservas en el Perú está en crecimiento puesto que está alineado a las tendencias de conveniencia y salud que busca nuevas ganancias de consumidores.

Las conservas de pollo San Fernando es un producto de consumo directo y dirigido en gran parte a niños ya que forma parte del programa Qali Warma, un

programa nacional de alimentación. Por esta razón la calidad tiene un rol muy importante en la fabricación de este producto.

Agroindustrias Supe S.A.C. es una empresa que se dedica a la fabricación y comercialización de productos hidrobiológicos (conservas) y salsas. Dentro de su línea de conservas, se está fabricando conservas pollo en trozos para la empresa San Fernando para cubrir con la demanda del programa Qali Warma que exige un producto de calidad.

El área de control de calidad de la empresa Agroindustrias Supe S.A.C. no maneja un sistema de aseguramiento y mejoramiento de la calidad, sus controles se han enfocado en aspectos meramente técnicos dejando de lado la filosofía del mejoramiento continuo, viéndose esto reflejado en procesos poco eficientes y eficaces que originan productos terminados que no cumplen con las especificaciones requeridas, tales como: un adecuado peso de la conserva, presión al vacío dentro de los parámetros correspondientes, conservas con trozos de pollo sin presencia de proteínas y con adecuada cocción, y un buen estado de las latas.

Por la tendencia de la demanda la empresa Agroindustrias Supe S.A.C. tiene la necesidad de mejorar sus procesos para establecer una mejora continua con la finalidad de eliminar cualquier problema o desperfecto presentes en el proceso productivo. Para superar estos problemas y adecuarse a las nuevas tendencias se requiere una filosofía de calidad que asegure la obtención de conservas de pollo que satisfagan los requerimientos del cliente y que no se desvíen del objetivo trazado en base a las especificaciones normativas; para lograrlo se recurre a la metodología Six Sigma que ofrece la eliminación de defectos, encontrándose las causas raíz de los problemas en un tiempo adecuado.

El DMAIC es la metodología que usa Six Sigma para realizar un mejoramiento de la calidad de los procesos. No solo estableciéndose pautas sobre cómo mejorar, sino que también qué hay que mejorar. Esto supone detectar las oportunidades de mejora, es decir los "problemas" que tiene la organización; y seleccionar aquellas oportunidades de mejora que se consideren prioritarias.

## **1.2. Formulación del problema**

La empresa Agroindustrias Supe S.A.C. tiene la necesidad de mejorar sus procesos para establecer una mejora continua con la finalidad de eliminar cualquier problema o desperfecto presentes en el proceso productivo, esto requiere una filosofía de calidad orientada al mejoramiento continuo que asegure la obtención de conservas de pollo que satisfagan los requerimientos del cliente; para lograrlo se recurre a la metodología Six Sigma DMAIC que ofrece la eliminación de desperfectos, encontrándose las causas raíz de los problemas en un tiempo adecuado.

Por eso se presenta la siguiente interrogante:

### **1.2.1. Problema general**

¿De qué manera la metodología DMAIC se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017?

### **1.2.2. Problemas específicos**

Pande, Neuman, & Cavanagh (2011). El desarrollo de la metodología DMAIC se da a través de sus cinco etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar (Improve, en inglés) y Controlar. Las cuales se basan en el método científico: Problema, Causa y Solución.

Es por tal motivo que se plantearon las siguientes interrogantes para poder responder al problema general:

1. ¿De qué manera la identificación de problemas se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017?
2. ¿De qué manera el análisis de causas se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017?
3. ¿De qué manera la propuesta de soluciones se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

La metodología DMAIC tiene como objetivo mejorar los procesos ya existentes, convirtiéndose en una plataforma que contribuye a la organización ser más competitiva, para ello se formula el siguiente objetivo general:

#### **1.3.1. Objetivo general**

Demostrar la relación que existe entre la metodología DMAIC y la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

Teniendo en cuenta que para la mejora de procesos se necesita desarrollar la metodología DMAIC, a continuación se manifiestan los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar problemas mediante el desarrollo de la metodología DMAIC y demostrar la relación que existe con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.
2. Analizar causas mediante el desarrollo de la metodología DMAIC y demostrar la relación que existe con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.
3. Proponer soluciones mediante el desarrollo de la metodología DMAIC y demostrar la relación que existe con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

#### **1.4. Justificación de la investigación**

La industria de conservas en el Perú es el quinto en tamaño del rubro de alimentos y uno de mayor penetración en las familias peruanas, demostrando un crecimiento interesante.

Considerando el contexto descrito previamente, las empresas que se encuentran dentro del sector se ven en la necesidad de tener procesos efectivos que les permitan ser más competitivos y rentables en su rubro.

La empresa Agroindustrias Supe S.A.C. presenta el interés de brindar a través de procesos efectivos productos de calidad a sus clientes, eliminando así cualquier problema presente en el proceso productivo, y para obtenerla se requiere la aplicación de una filosofía basada en el mejoramiento continuo.

Por lo expuesto anteriormente, el presente estudio trata sobre la metodología Six Sigma – DMAIC y mejora del proceso productivo de la línea de conservas de pollo en la empresa Agroindustrias Supe S.A.C.

## **1.5. Delimitaciones del estudio**

### **1.5.1. Delimitación geográfica**

La investigación abarcará únicamente a la empresa Agroindustrias Supe S.A.C. ubicada en la provincia de Barranca, Lima.

### **1.5.2. Delimitación temporal**

El trabajo de investigación se realizará desde el 10 de diciembre del 2017 hasta el 22 de noviembre del 2018. Teniendo en cuenta la información del último año.

### **1.5.3. Delimitación social**

El grupo social objeto de estudio serán los trabajadores de la misma empresa del área de producción de conservas de pollo. Del mismo modo involucra al autor, el asesor y los jurados correspondientes.

## **1.6. Viabilidad del estudio**

El presente trabajo de investigación se realizará en un plazo de 11 meses, para lo cual se cuenta con disponibilidad de tiempo, además de recursos tecnológicos y económicos para la realización del estudio.

El tema de investigación principal cuenta con el suficiente acceso de información primaria tanto en internet, libros, tesis, etc.

Así mismo existe acceso a datos precisos y al recurso humano de la empresa Agroindustrias Supe S.A.C., ya que realicé mis prácticas preprofesionales y laboré en dicha institución.

# CAPITULO II:

---

---

## MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

- i. Macedo (2007), *Aplicación de la metodología Seis Sigma, en la mejora del desempeño en el consumo de combustible de un vehículo en las condiciones de uso del mismo*. Universidad Iberoamericana, México D.F., México:

El objetivo general de este caso de estudio es el de mostrar un caso práctico de aplicación de la metodología Seis Sigma que evidencie en forma clara y concisa los pasos a seguir para la solución de un problema real planteado; que sirva como una guía que facilite la comprensión de aplicación de los diferentes métodos y herramientas estadísticas para la mejora de la calidad al lector de este trabajo.

Para la elaboración de este trabajo, se procedió a ir describiendo las diferentes técnicas estadísticas que pueden ser incluidas en las diferentes fases de la metodología Seis Sigma, se propusieron ejemplos para la completa comprensión de las herramientas y al final se propuso la solución de un caso real mediante el uso de esta metodología.

Concluyendo que:

Se pudo determinar la combinación de factores, es decir a que nivel de aplicación de los mismos, se puede lograr el mejor desempeño del vehículo, lo cual sirve para poder recomendar a los clientes el modo idóneo de manejar su vehículo logrando con esto su máxima satisfacción en cuanto ahorro de combustible se refiere. Sirviendo esto como guía que facilite a los clientes la comprensión sobre la aplicación de la metodología.

- ii. Acuña (2010), *Aplicación de metodología DMAIC para la mejora de procesos y reducción de pérdidas en las etapas de fabricación de chocolate*. Universidad de Chile, facultad de ciencias químicas y farmacéuticas, Santiago de Chile, Chile:

El estudio tiene como objetivo implementar la metodología DMAIC para proyectos de mejora en las etapas de fabricación de chocolates.

Se utilizó la metodología DMAIC (Definir, medir, analizar, implementar y controlar) para reducir las pérdidas y mejorar los procesos involucrados en las etapas de fabricación de chocolate, a nivel de ingeniería, producción y calidad.

Concluyendo que:

Con el uso de la metodología DMAIC implementada, las pérdidas disminuyeron en el proceso de 207,6 kg por día

promedio, a 137,3 kg por día promedio, esto significará un ahorro de \$ 22 millones de pesos anuales.

- iii. Sandino (2008-2009), *Análisis y mejora de los procesos operativos y administrativos del centro de producción confecciones de la fundación benéfica acción solidaria*. Universidad de Guayaquil, facultad de ingeniería industrial, Guayaquil, Ecuador:

La investigación apunta a analizar los procesos operativos y administrativos que afectan el rendimiento del centro de producción confecciones para luego de diagnosticarla respectivamente y presentar una propuesta de mejora que beneficien a las personas que están vinculadas con la fundación.

La metodología aplicada fue por método científico basado en estudio de campo utilizando técnicas, herramientas y estrategias de ingeniería industrial entre las cuales tenemos: La cadena de valor, FODA, diagrama de flujos, estudio de tiempos y movimientos, TIR, etc.

De acuerdo con el análisis interno, análisis del entorno y el diagnóstico del centro de producción confecciones de la fundación, se concluye que la empresa adquiere pérdidas de \$ 39.175.20 porque no se está explotando en su totalidad la capacidad de la planta. Debido a varios problemas como la baja producción de prendas, elevados costos del producto y deficiencia en la dirección.

La implementación de la propuesta requiere una inversión de \$ 16.053.12 y tiene una evaluación económica con un TIR de 23,065% y el VAN es de \$ 54.726, lo que permite que el estudio planteado sea rentable y el tiempo de recuperación será en un tiempo de 5 meses.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

- i. Lozano (2017), *Análisis y mejora de procesos en una empresa de automatización industrial y electrificación aplicando la metodología DMAIC*. Pontificia Universidad Católica del Perú, escuela de posgrado, Lima, Perú:

El presente proyecto de investigación tiene como propósito reducir la variabilidad en el proceso de desarrollo de ingeniería dentro de una empresa de electrificación y automatización industrial aplicando la metodología DMAIC.

Se desarrolla la metodología DMAIC donde se analiza el proceso en cuestión con la finalidad de identificar los principales problemas; se analizan las causas raíces, las mismas que serán priorizadas para que finalmente, se planteen las contramedidas y se seleccionen las más adecuadas en relación a la mejora continua.

Concluyendo que, con las mejoras planteadas, se logra reducir la variación del tiempo de entrega de 8.427 a 2.4408 días (reducción del 71%); asimismo, con la

automatización de documentos, se permite reducir el tiempo de actualización de documentos de 168 horas anuales a 42 horas anuales (reducción del 75%). Al cuantificar los ahorros, en un escenario pesimista se logra un ahorro anual de S/. 219,156 mientras que, en un escenario optimista, se logra un ahorro anual de S/. 459,303.

- ii. Cordova (2016), *Análisis y mejora del proceso productivo de confecciones de prendas t-shirt en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, facultad de ingeniería industrial, Lima, Perú:

El objetivo central es desarrollar el análisis y la propuesta de mejora en el proceso productivo de prendas t-shirt de la empresa en estudio, Textil Only Star S.A.C., por medio de la aplicación de herramientas de manufactura esbelta.

La metodología que se realizó fue Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta, la cual permite identificar, reducir y/o eliminar todos los desperdicios (que no agrega valor al producto), mediante el uso de herramientas y técnicas, que busca la mejora en los procesos productivos.

Con el análisis realizado a la empresa Textil Only Star S.A.C. sobre la situación actual, y el comparativo entre el análisis financiero y los beneficios obtenidos por la implementación de las herramientas Lean Manufacturing,

se llega a la conclusión que la implementación de las herramientas resulto factible obteniendo un TIR de 66% y un VAN de S/. 58 901.94 (\$ 18 153.73).

- iii. Soto (2012), *Metodología de mejora de la eficiencia en la utilización de recursos en la construcción de edificaciones. Caso: Proyecto Golf Milenium*. Universidad nacional de ingeniería, facultad de ingeniería civil, Lima, Perú:

El objetivo principal de este trabajo es plantear un modelo metodológico fácilmente aplicable durante la ejecución de las obras de edificaciones, que permita a las empresas de construcción controlar la utilización de los recursos principales de forma cuantitativa y aprender de sus experiencias para repetir las mejoras implantadas. De este modo se busca cerrar el círculo de mejora continua que contribuirá a incrementar el nivel de eficiencia general del sector y de esa manera elevar el nivel de competitividad. Para lograr este objetivo, se utilizó como base la teoría del Seis Sigma, internacionalmente aplicada en muchas empresas de diversos sectores productivos. Principalmente se aprovechó la herramienta DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) para elaborar el esquema principal de nuestra metodología. Además, se vio conveniente añadir al DMAIC un sexto paso que hemos llamado "Estandarización" en el cual se

busca asegurar la comunicación de las experiencias obtenidas y lecciones aprendidas de un proyecto a otro dentro de una empresa para aprovechar todas las oportunidades posibles de mejora.

Concluyendo finalmente que:

Se comprobó la utilidad de la metodología pues se lograron en gran medida los objetivos de optimización de eficiencia de utilización de recursos en cuatro de los cinco procesos en donde se aplicó. Además, se logró obtener información valiosa de los procesos con lo que se pueden revisar los estándares anteriores para su optimización. La aplicación de la metodología propuesta al segmento piloto permitió un ahorro significativo de mano de obra en el mismo mucho mayor al objetivo inicialmente planteado, tomando en cuenta además que no se destinó ningún presupuesto para el mismo.

- iv. Rodríguez (2016), *Estudio de pre-factibilidad sobre la implementación de la metodología Lean Six Sigma para la mejora del proceso de fabricación de zunchos de polipropileno en una empresa del rubro de embalaje*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, facultad de ingeniería industrial, Lima, Perú:

El objetivo fue determinar si la factibilidad de la implementación del enfoque Lean Six Sigma.

El desarrollo de la metodología se divide en tres partes. La primera de ellas aborda el estudio del proceso. Como segundo punto, se desarrolla la evaluación organizacional. Finalmente se evalúa las oportunidades Lean en el proceso.

De los resultados obtenidos, se concluye que el proceso y la empresa cumplen los requisitos para hacer frente a la implementación de la metodología Lean Six Sigma, se observa que la empresa cuenta con diversas oportunidades lean, tales como, existencia de merma en el proceso, actividades innecesarias; entre otros.

- v. Calero (2012), *Mejora del proceso de fundición aplicando la metodología lean - six sigma*. Universidad Nacional de Ingeniería, facultad de ingeniería industrial y sistemas, Lima, Perú:

El trabajo realizado en esta tesis apuntó a reducir la variación del proceso de fundición, planteando las mejoras que condujeron a incrementar la calidad, velocidad y disminuir la complejidad que presentaba el proceso de fundición, transformándolo en un proceso esbelto y con menos variación que en su estado inicial. Para así incrementar la eficiencia promedio de fundición en 1,1 %, pasando de 93.9 % a 95% atacando las causas raíces identificadas en la Aleación N°377, proponiendo

las soluciones en base a un análisis estadístico y de procesos de gestión.

Para lograr el objetivo se utilizó la metodología Lean Seis Sigma, combinación perfecta para eliminar variación con Seis Sigma y lograr la esbeltez del proceso con el pensamiento Lean Manufacturing eliminando todo aquello que no agrega valor al proceso.

Concluyendo que:

Se mejoró el indicador principal de eficiencia en fundición, del valor inicial 93.8%, al valor final de 94.96% obteniéndose la meta propuesta.

- vi. Nishihira (2011), *Mejora de procesos para asegurar el abastecimiento de moldes de bolas de acero en una fundición limeña*. Universidad Nacional de Ingeniería, facultad de ingeniería industrial y sistemas, Lima, Perú:

El estudio tiene por objetivo determinar en qué medida el programa "MEPROFUL" asegurará el abastecimiento de moldes de bolas que satisfagan la necesidad de la línea de fabricación de bolas para la molienda.

La presente investigación muestra el desarrollo de la implementación de mejoras a los procesos involucrados para asegurar dicho abastecimiento. Inicialmente se ha realizado un diagnóstico para detectar las causas del problema principal, siguiendo con un proceso de

levantamiento de información hasta implementar mejoras en diferentes procesos de forma gradual y secuencial. Terminando con el análisis de resultados adoptando la técnica de la comparación del pre y post tratamiento, siguiendo con el respectivo análisis económico utilizando la herramienta del indicador Beneficio - Costo.

Concluyendo que la implementación del programa MEPROFUL ha asegurado el abastecimiento de moldes de bolas con la entrega de 1200 piezas mensuales siendo esta cifra la meta propuesta.

- vii. Vásquez (2016), *Propuesta de mejora para la reducción de productos defectuosos en una planta de producción de neumáticos aplicando la metodología Six sigma*. Pontificia Universidad Católica del Perú, escuela de posgrado, Lima, Perú:

El estudio tiene por objetivo aplicar la metodología Six Sigma como herramienta para la reducción de neumáticos nuevos defectuosos enviados hacia el cliente, la cual origine una reducción de costos de no calidad y mejora de la satisfacción del cliente.

La metodología usada fue DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), la cual permite la mejora continua para la solución de problemas enfocado a la reducción de variaciones de procesos, mediante un análisis cuantitativo de las principales características

críticas de los procesos, buscando alternativas de solución enfocadas a la causa raíz del problema.

Concluyendo que:

Six sigma como un sistema de gestión permitió establecer un proceso claro, estructurado y ordenado para la identificación de oportunidades de procesos la cual llevó a un listado de potenciales proyectos y mediante la posterior evaluación de proyectos se estableció a reducción de neumáticos defectuosos como el proyecto a realizar; de esta forma teniendo una estructura de mejora, se definió el equipo y sus responsabilidades para el desarrollo de la metodología DMAIC.

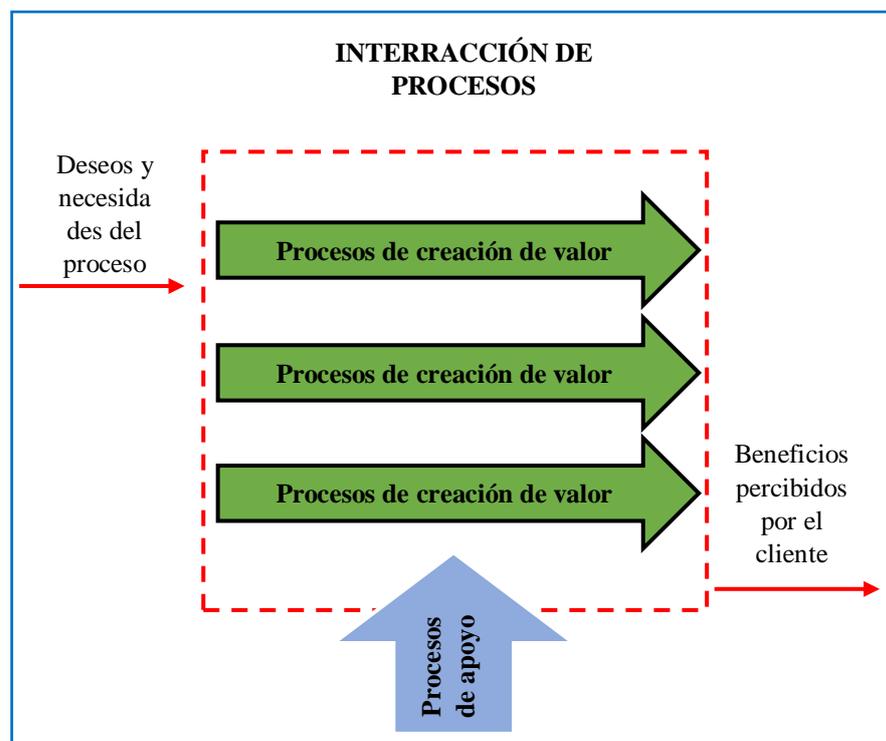
## 2.2. Base Teórica

En este punto se definen los conceptos relacionados con la metodología DMAIC y la mejora de procesos, los cuales servirán como base para plantear las propuestas de mejora de los procesos desarrollados en este trabajo. Para ello los conceptos considerados en este capítulo son: proceso, mejora de proceso, mejora continua de la calidad, Six Sigma y la metodología DMAIC, así como las herramientas de calidad que se utilizarán durante el presente estudio.

### 2.2.1. Proceso

Cada bien o servicio requiere de un proceso para crearlo y ofertarlo a los clientes. De esta manera:

Un proceso es una secuencia de actividades que pretenden crear un cierto resultado, como un bien físico, un servicio o información. Collier & Evans (2009, pág. 17).



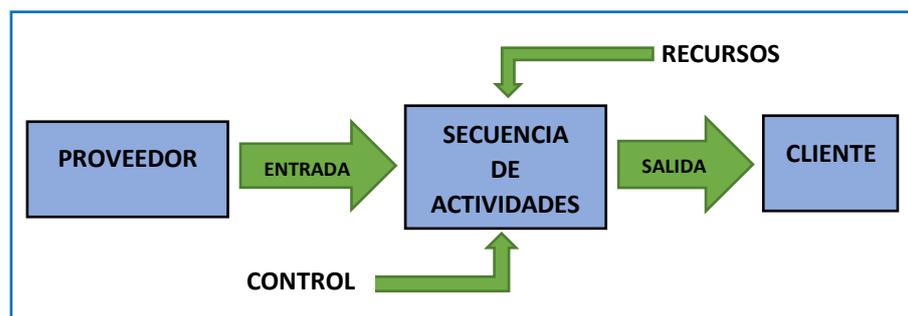
**Figura 1. Interacción de Procesos**

*Fuente: Administración de operaciones. Collier, D. & Evans, J. (2009)*

Krajewski, Ritzman & Malhotra (2008), los procesos son la unidad de análisis en toda empresa, ya que refleja como una organización funciona en realidad.

Para detallar más a fondo los procesos desde el punto de vista de una organización. Hitpass (2014) señala que los procesos son un conjunto de actividades secuenciales que estimuladas por un evento consumen recursos y generan valor para un cliente ya sea interno o externo. Además, se identifican tres elementos claves y la representación se muestra en la figura 2:

- Input o entradas: Productos que provienen de un proveedor o de algún otro proceso productivo.
- Secuencia de actividades: Conjunto de actividades que persiguen un fin específico, cumpliendo los requisitos para la transformación de las entradas en salidas.
- Output o salidas: Producto con determinadas especificaciones que son destinados a un usuario o cliente.



**Figura 2. Representación de un Proceso**

*Fuente: Gestión por procesos. Pérez, J. (2010)*

### 2.2.2. Mejora de procesos

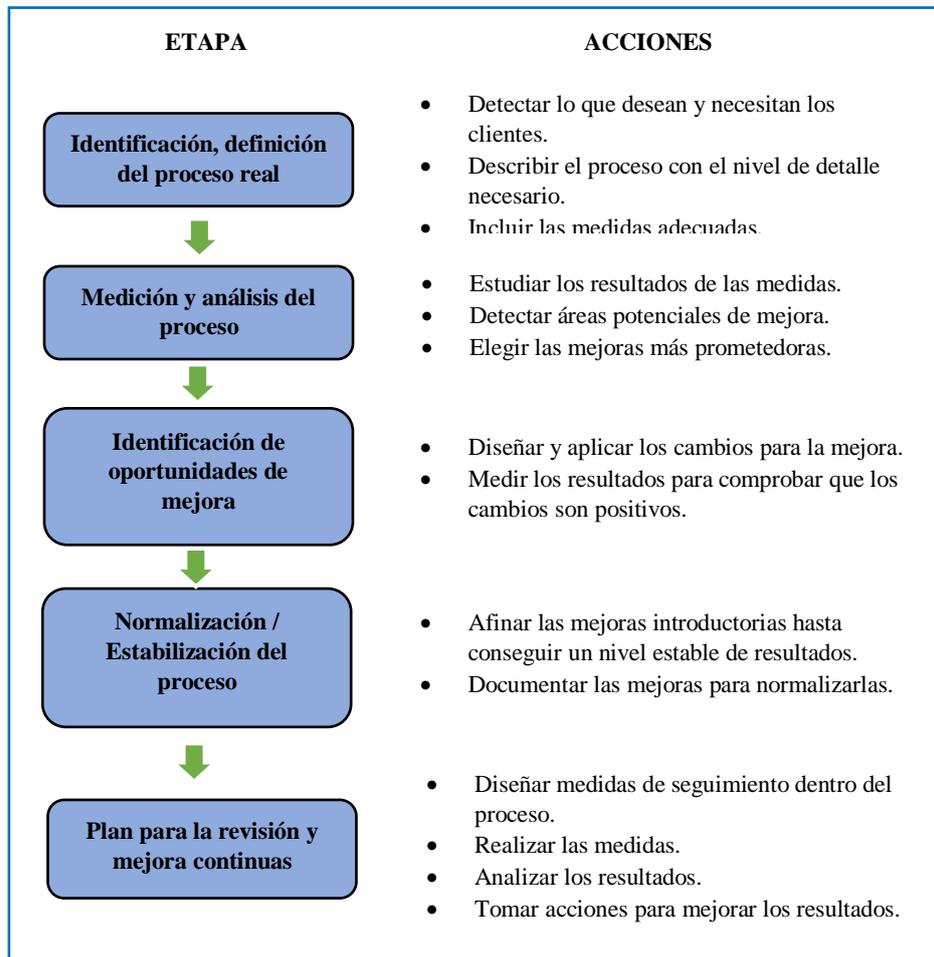
Harrington (1993) señaló que mejorar un proceso implica optimizarlo desde el punto de vista de la eficiencia y eficacia, asimismo como hacerlo más adaptable. El enfoque que se le dé al proceso va a influir en lo que se mejorará y la manera que se realizará dicho cambio. Según Collier & Evans (2009) dicha mejora busca:

- Incrementar ingresos a través de procesos más eficientes.
- Reducir costos con avances tecnológicos en el proceso.
- Poder de respuesta ante cambios en la demanda y necesidades de los clientes.
- Reducir actividades que no generen valor al proceso.
- Elevar la calidad del producto o servicio al cliente reduciendo defectos, fallas y errores.
- Reducción en el tiempo de flujo del proceso al eliminar tiempos muertos.

Existen diversos enfoques respecto a la mejora de procesos, no obstante, todos se alinean en la búsqueda de resolver problemas. Zaratiegui (1999) hace mención que:

Kaoru Ishikawa difundió por todo el mundo su modelo de método sistemático o científico de mejora de procesos, basado en el recorrido de una serie de pasos o etapas, desde la detección de un problema o de una posibilidad de mejora (dependiendo de que el motor sea una serie de defectos

detectados, o una nueva posibilidad tecnológica u organizativa). (p.83).



**Figura 3. Método Sistémico de Mejora de Proceso**

*Fuente: La gestión por procesos: Su papel e importancia. Zaratiegui, J. R. (1999)*

Maldonado (2011) señala que el mejoramiento continuo como herramienta de calidad permite a las empresas ser competitivas a lo largo del tiempo, su importancia dentro de la organización radica en reducir debilidades y afianzar fortalezas.

Las ventajas y desventajas que el autor reconoce se muestran a continuación.

**Ventajas:**

- Se desarrolla con procedimientos específicos en el ámbito organizacional.
- Se obtienen resultados visibles a corto plazo.
- Se reducen costos con la reducción de productos defectuosos.
- Se incrementa la productividad, generándose ventajas competitivas.
- Permite adaptar los procesos a los avances tecnológicos.
- Permite eliminar movimientos innecesarios y/o esperas en el proceso.

**Desventajas:**

- Es importante la participación de toda la organización, por lo que se requiere un cambio a nivel global.
- En el caso de las empresas pequeñas, resulta un proceso largo y tedioso por su tendencia conservadora.
- Al desarrollarse en áreas específicas se pierde la dependencia que existe entre todas las áreas de la organización.

**2.2.3. Mejora continua de la calidad en procesos**

En esta etapa definiremos el término “calidad”, así mismo, describiremos los conceptos relacionados mejora continua de la calidad en los procesos y los costos de calidad.

**A. Calidad**

La calidad es un término relativo ya que posee de definiciones, cada persona entiende a la calidad de una manera diferente. Cuatrecasas (2000) señala que la Calidad, es la totalidad de las funciones y

características de un producto o servicio dirigidas a satisfacer las necesidades del cliente.

Según la norma ISO 8402, calidad es el conjunto de características de una entidad que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades establecidas e implícitas.

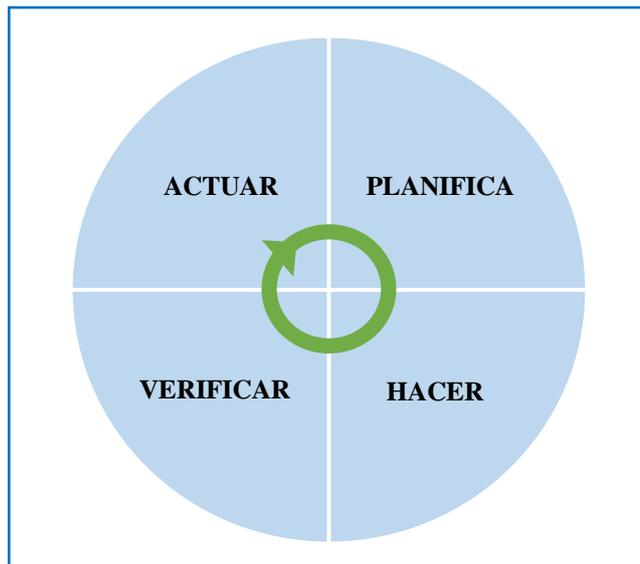
Analizando estos conceptos y llevándolo al campo de la ingeniería industrial definiré a la calidad como un conjunto de características de una organización que le confiere la capacidad de cumplir con los requerimientos y necesidades de los clientes mediante la entrega de bienes o servicios.

## **B. Mejora continua de calidad en los procesos**

Para García, Quispe & Ráez (2003), la calidad dentro de las organizaciones cumple el rol de ventaja competitiva, no obstante, para obtener resultados viables a largo plazo es necesario adoptar un enfoque basado en procesos.

Los actuales sistemas de gestión de la calidad están basados en procesos, cuyos requisitos están planteados en la Norma NTP-ISO 9001:2001, la cual hace hincapié de la importancia de la mejora continua de los procesos dentro del sistema de gestión de calidad para el logro de objetivos.

El enfoque a los procesos de la mejora continua de calidad plantea el ciclo de mejora continua de los procesos PDCA o PHVA que significa "Planificar-Hacer- Verificar-Actuar", el cual se muestra en la figura 4.



**Figura 4. Ciclo de Deming**

*Fuente: Mejora continua de la calidad en los procesos. García, M., Quispe, C., & Ráez, L. (2003)*

El ciclo PHVA se explica de la siguiente forma:

**Planificar:**

- Seleccionar correctamente al equipo.
- Desarrollar un plan de entrenamiento del personal.
- Recopilar los datos disponibles.
- Percibir las necesidades de los clientes.
- Describir los procesos involucrados y comprobar si es capaz de cumplir con las necesidades de los clientes.

**Hacer:**

- Recopilar los datos apropiados.
- Verificar las causas de los problemas.
- Implementar la mejora.

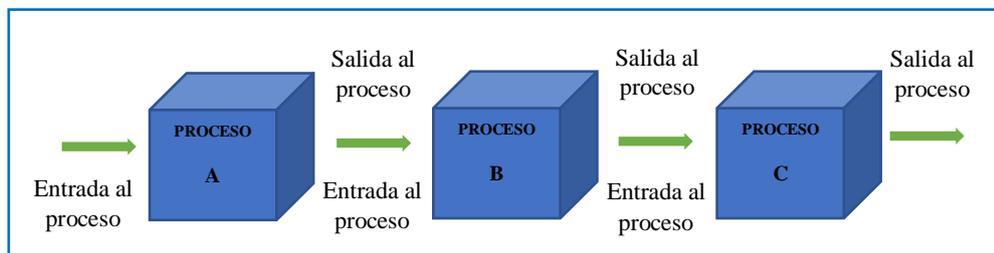
### Verificar:

- Analizar detalladamente los datos.
- Verificar si se obtuvo resultados.
- Comprender y registrar las diferencias.
- Determinar lo que se aprendió.
- Revisar lo que queda por resolver.

### Actuar:

- Incorporar la mejora al proceso.

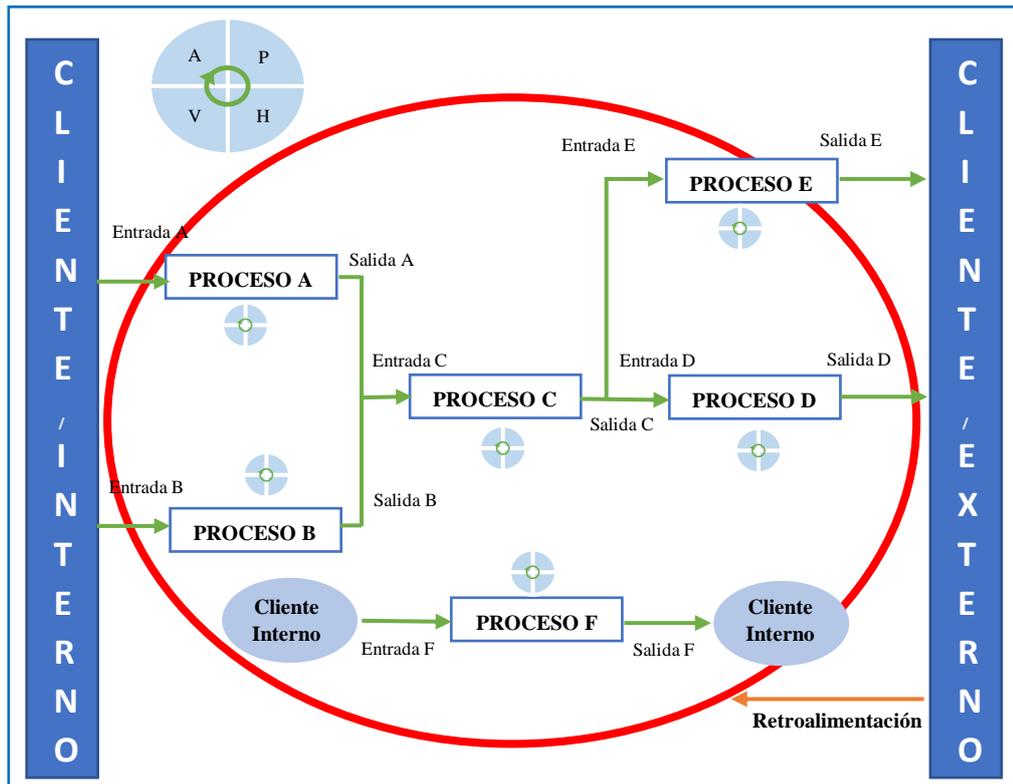
García, Quispe & Ráez (2003). Los procesos difícilmente ocurren de manera aislada, la salida de un proceso puede llegar a hacer parte de la entrada de uno o más procesos, así como se muestra en la figura 5.



**Figura 5. Cadena de Procesos**

*Fuente: Mejora continua de la calidad en los procesos. García, M., Quispe, C., & Ráez, L. (2003)*

El ciclo PHVA puede ser aplicado en cada proceso así intervengan los clientes (internos y/o externos). En una organización, la interacciones entre procesos puede ser simple o compleja llegando a depender uno de otros como se muestra en la figura 6. Es aquí donde hay una distinción clara entre clientes internos y externos.



**Figura 6. Procesos interactuando en un Sistema de Gestión de Calidad**

*Fuente: Mejora continua de la calidad en los procesos. García, M., Quispe, C., & Ráez, L. (2003)*

### C. Costos de calidad

Cuatrecasas (2000). La calidad, así como reduce costos también arrastra costos que deben afrontarse. Es aquí donde radica la importancia de diferenciar dos tipos de costo: costos de calidad y costos de no calidad.

Por un lado, los costos de calidad son el resultado de aquellos gastos operativos y de aseguramiento que permiten que un producto llegue a cumplir con los estándares requeridos. Mientras que los costos de no calidad son los que se ocasionan cuando existen incumplimientos de los estándares, sea el caso de: reprocesos, devoluciones, desperdicios, etc.

Identificar los costos de calidad permite determinar las oportunidades de mejora para incorporarlas en proceso a fin de incrementar los niveles de calidad y optimizar costos y servicios. Para el autor los costos se dividen en:

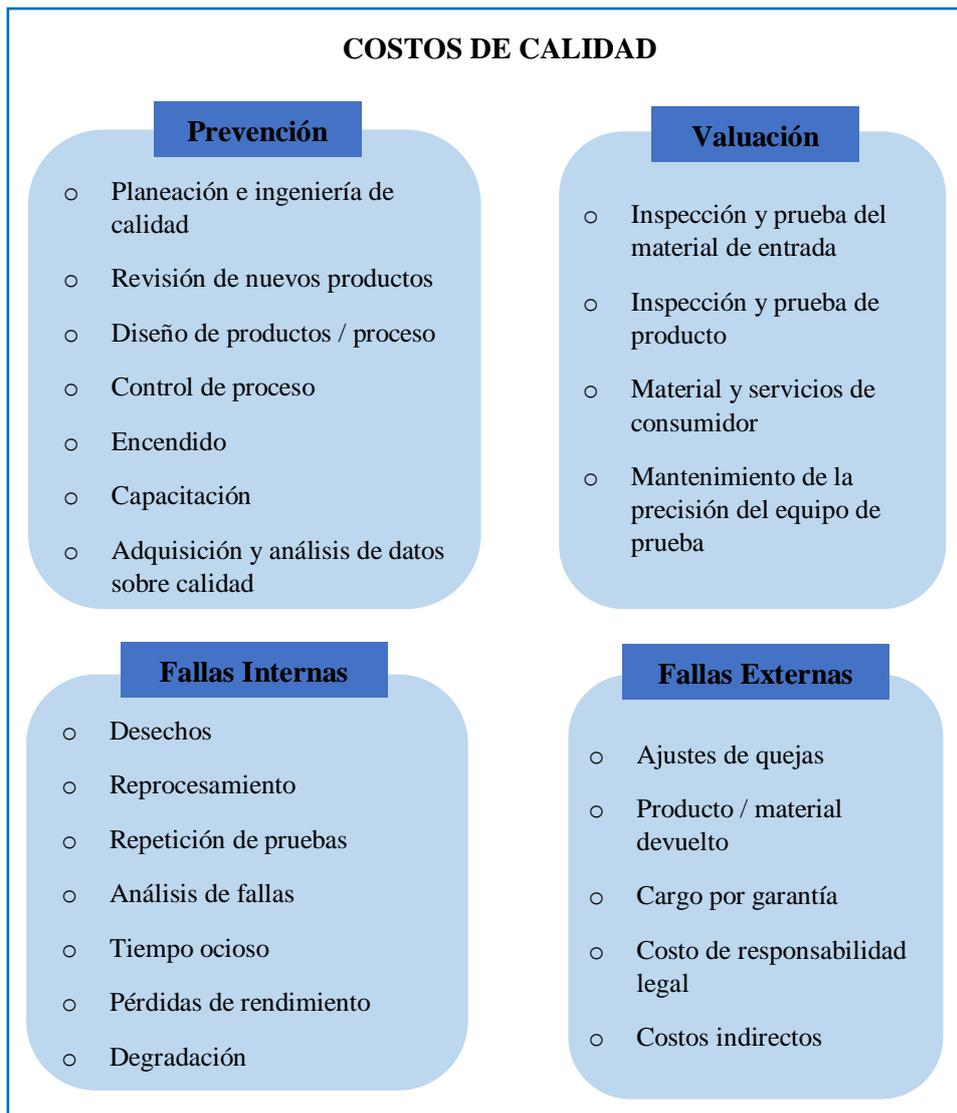
➤ **COSTOS DE CALIDAD**

- **Costos de prevención:** Son aquellos relacionados con las acciones preventivas de la calidad, las cuales buscan evitar o reducir errores en el proceso.
- **Costos de evaluación:** Aquellos involucrados en la realización de auditorías que permitan confirmar que un insumo o producto cumple con los estándares establecidos. Aquí encontramos a los costos de medición, análisis, inspección y control.

➤ **COSTOS DE NO CALIDAD**

- **Costos de fallas internas:** Son aquellos costos relacionados con los productos que no cumplen con los estándares establecidos, siendo estos identificados antes de llegar a los clientes.
- **Costos de fallas externas:** Ocurre cuando el producto no cumple con su fin establecido de una manera idónea luego de ser entregado al cliente.

En la figura 7 se visualiza los costos de calidad con sus respectivas especificaciones:



**Figura 7. Costos de Calidad**

*Fuente: Control estadístico de la calidad. Montgomery, D. (2006)*

#### **2.2.4. Six Sigma**

Six Sigma es una filosofía popular de gerencia basada en el control de la calidad total. En la tabla N°1 se muestran algunas diferencias entre un control de calidad tradicional y un enfoque de Six Sigma.

**Tabla 1. Control de calidad vs Six Sigma**

<b>Control de Calidad</b>	<b>Six Sigma</b>
Las herramientas estadísticas o aquellas utilizadas para la mejora continua son utilizadas de forma aislada en la organización.	A través de la metodología DMAIC, se ayuda a estructurar la aplicación de las herramientas estadísticas y estas son utilizadas más ampliamente en la organización por los Master Black Belt, Black Belt y los Green Belt.
Muchas de las decisiones que se toman son en base a intuiciones, presentimientos o el análisis de información obtenida de datos vagos.	Las decisiones se toman después de analizar estadísticamente la información, con una exhaustiva recolección de datos.
Se enfoca a la inspección de los productos o servicios, buscando detectar los defectos, para que estos no les lleguen a los clientes.	Busca controlar las variables que se encuentran relacionadas con las características de calidad del cliente.
El métrico utilizado es el porcentaje de piezas defectuosas.	Los métricos utilizados son la cantidad de defectos por millón de oportunidades.

*Fuente: Seis sigma para gerentes y directores. Gonzalez, F. G. A. (2003)*

Gutiérrez & De la Vara (2008) señala que Six Sigma como herramienta de mejora continua busca la identificación de problemas y el análisis de las causas que generan errores que afectan de manera crítica al cliente. El fin de esta metodología es obtener una precisión del 99.997% esto quiere decir que por cada millón de oportunidades tener 3.4 defectos, y los costos relacionados a la calidad son menores al 10 % de las ventas, la cual es representada en la tabla N°2.

**Tabla 2. Interpretación nivel sigma**

<b>Sigma</b>	<b>PPM</b>	<b>Costos de Calidad</b>	<b>Nº de palabras equivocadas</b>
<b>6</b>	3.4	<10% ventas	1 en una pequeña librería
<b>5</b>	233	10 – 15% ventas	1 en varios libros
<b>4</b>	6210	15 – 20% ventas	1 en 31 páginas
<b>3</b>	66807	20 – 30% ventas	1,35 por página
<b>2</b>	308537	30 – 40% ventas	23 por página
<b>1</b>	690000		159 por página

*Fuente: Seis-Sigma: metodología y técnicas. Escalante, V. (2006)*

Según Pande, Neuman, & Cavanagh (2011) los ingredientes necesarios para conseguir el nivel Seis Sigma en una organización son:

- Estar orientados al cliente.
- Basarse en datos y hechos.
- Gestionar por procesos.
- Ser proactivos.
- Filosofía cero tolerancias.

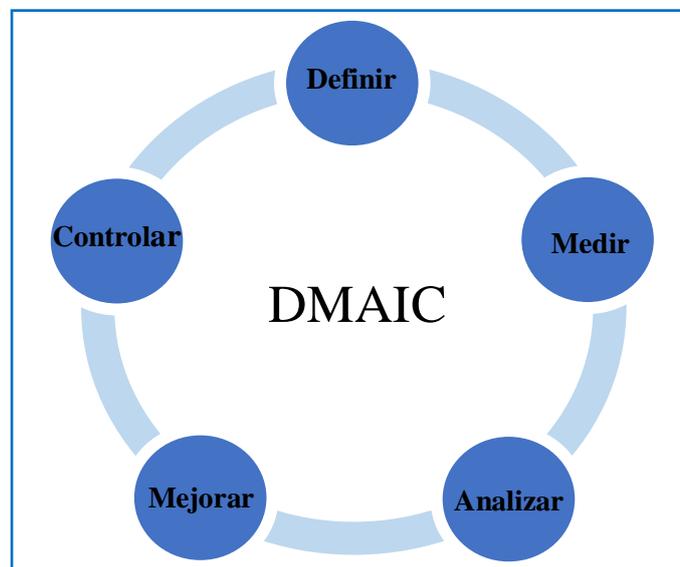
#### **2.2.5. Metodología de mejora DMAIC**

Dentro de Six Sigma se tienen diferentes metodologías las cuales son diferentes en fines y usos. Polesky (2006) describe algunas de ellas:

- DMAIC: aplicado para mejorar procesos ya existentes.
- DMADV: metodología utilizada en el rediseño de procesos que no alcanzan mejoras aun mejorándolos.
- IDOV, metodología para procesos y productos nuevos, no existe medición alguna disponible.

La metodología DMAIC permite la mejora los procesos ya existentes, el nombre proviene de las iniciales de sus etapas en inglés: Define, Measure, Analyze, Improve y Control (definir, medir, analizar, mejorar y controlar).

Pande, Neuman, & Cavanagh (2011) mencionan que la metodología DMAIC utiliza herramientas de calidad que permiten tomar decisiones basadas en datos, estas herramientas están repartidas en cada una de las 5 etapas de la metodología DMAIC.



*Figura 8. Etapas de la Metodología DMAIC*

*Fuente: Elaboración propia*

Pande, Neuman, & Cavanagh (2011) describen las etapas de la metodología DMAIC, las cuales se representan en la figura 8, de la siguiente manera:

#### **A. Definir**

En esta etapa se realiza una descripción general del proceso y a partir de ello definir los principales puntos a mejorar, estas

oportunidades de mejora deben estar relacionadas con los objetivos del negocio. Las actividades involucradas con esta etapa son las siguientes:

- Desplegar las etapas del proceso.
- Identificar al cliente y sus necesidades.
- Diferenciar el cliente externo e interno.
- Identificar entradas y salidas del proceso.
- Identificar el proceso a mejorar.

## **B. Medir**

Etapa que permite redefinir los objetivos y comenzar con la búsqueda de causas de los problemas.

El fin de esta etapa es medir el desempeño actual del proceso crítico que se pretende mejorar. Los datos obtenidos en esta etapa se transforman en información que permiten la búsqueda de alternativas de mejora.

## **C. Analizar**

En esta etapa toda la información recolectada en las etapas previas se analiza para determinar las causas raíz de los problemas y aminorarlas.

Los resultados del análisis pueden identificar causas por incoherencias del proceso, así como sus causas de variación.

## **D. Mejorar**

Se incorporan soluciones para atacar las causas raíz de los problemas identificados, todo esto orientado a las expectativas del cliente y a hacer las cosas de manera más eficiente y económicas.

## **E. Controlar**

La idea es mantener una solución a lo largo del tiempo, para esto es importante el control de las mejoras implementadas.

En esta etapa se puede optar por buscar la estandarización de procesos como la norma ISO 9001.

### **2.2.6. Herramientas de calidad**

A continuación, se describirá las herramientas de calidad que se utilizarán en cada etapa de la metodología de mejora continua DMAIC.

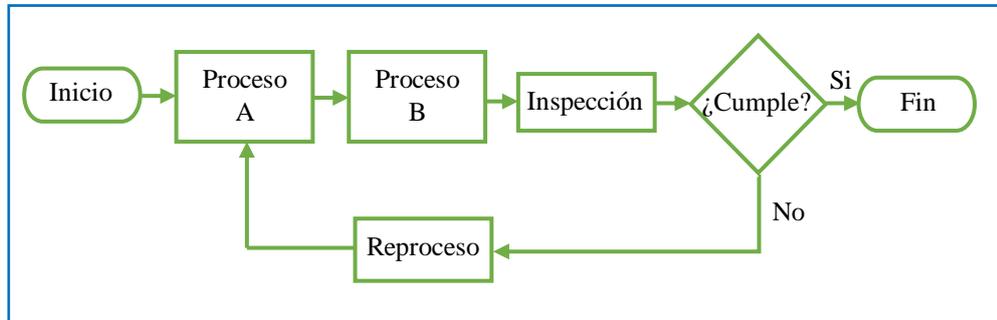
#### **2.2.6.1. Herramientas en etapa Definir**

##### **- Mapeo de Procesos**

Según Pyszdek & Keller (2003), el mapeo de procesos permite obtener una visión más amplia de los procesos a través de una representación gráfica, donde se muestra la secuencia de actividades necesarias para producir una salida con determinados parámetros. El autor señala los siguientes pasos para mapear un proceso:

- Selección del proceso.
- Representación del proceso base.
- Representación de procesos secundarios.

- Representación de controles.
- Utilización del mapa para la mejora.



**Figura 9. Modelo de Mapa de Proceso**

*Fuente: Implementing SIX SIGMA Smarter Solutions Using Statistical Methods. Breyfogle, F. (2003)*

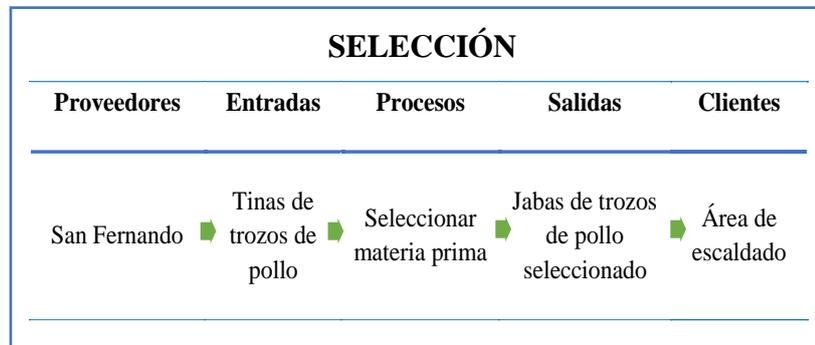
#### - Diagrama SIPOC

Gutiérrez & De la Vara (2008), señala que el diagrama SIPOC es una herramienta de gran utilidad para identificar el proceso a investigar en la primera etapa de la metodología DMAIC, ya que permite un despliegue detallado del proceso donde se identifican los proveedores, las entradas, el proceso, sus salidas y los clientes.

Pyzdek & Keller (2003) propone los siguientes pasos para obtener un adecuado diagrama SIPOC:

- Establecer un mapa general del proceso.
- Identificar las entradas y salidas del proceso, así como sus respectivos clientes.
- Analizar y reajustar los datos recopilados.
- Obtener el diagrama SIPOC.

A continuación, en la figura 10 se muestra un ejemplo del diagrama SIPOC.



*Figura 10. Ejemplo de Diagrama SIPOC*

*Fuente: Elaboración propia*

#### - **Voz del Cliente**

Según Breyfogle (2003), el cliente es el receptor del resultado de un proceso, este puede ser tanto interno como externo.

Para el autor la voz del cliente es la habilidad para describir los requerimientos del cliente incluyendo las expectativas que tienen de un determinado producto o servicio. Existen numerosas formas de obtenerlo, tales como, encuestas, entrevistas, quejas, observación, entre otros.

En la figura 11, se expone un ejemplo correspondiente a un proceso de entrega de un producto para representar la voz del cliente. En el ejemplo se muestra el reclamo sobre el tiempo de entrega de un producto se puede transformar en una variable de salida cuantificable.

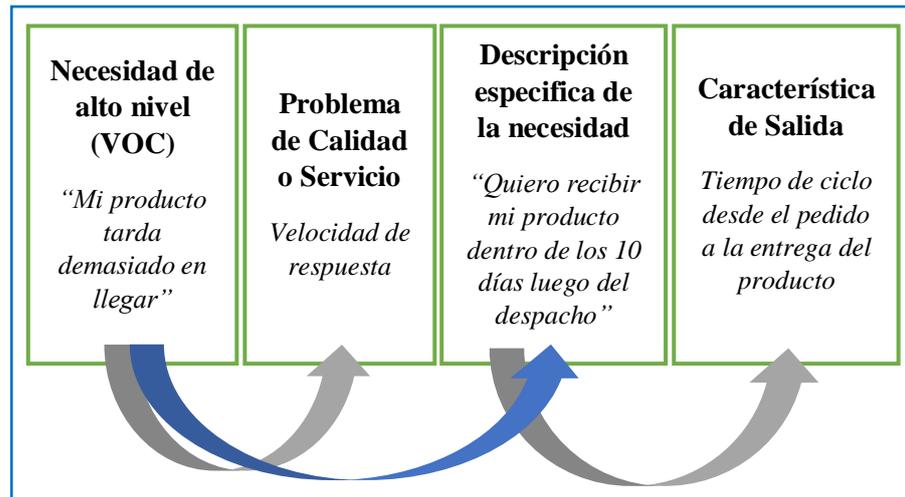


Figura 11. La Voz del Cliente

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.6.2. Herramientas en etapa Medir

#### - Capacidad del Proceso

Gutiérrez & De la Vara (2008). Puede presentarse el caso que un proceso no se desarrolle adecuadamente y esté fuera de los límites establecidos, por lo que conocer la capacidad del mismo es de suma importancia para el control de calidad.

La capacidad del proceso permite conocer si un proceso es capaz o no de cumplir con determinadas especificaciones. Dicha herramienta consiste en conocer la amplitud de la variación natural del proceso para una característica de calidad dada.

Existen tres condiciones para que el cálculo del índice sea relevante las cuales son Montgomery (2006, pág. 350):

- La variable sigue una distribución normal.
- El proceso está bajo control estadístico.

- La media está centrada entre el límite superior y el límite inferior.

Gutiérrez & De la Vara (2008) presentan los índices más comunes para medir la capacidad de los procesos:

➤ **Índice de Capacidad potencial del Proceso (Cp):**

En términos técnicos un proceso es capaz de producir un producto de calidad cuando las características de este son iguales a su valor ideal. Pero en la realidad esto no se da, ya que la variabilidad es algo inherente de todo proceso, la cual debe estar dentro de determinados parámetros (límites superiores y límites inferiores).

El Cp proporciona la medida de la capacidad potencial del proceso considerando una tolerancia de  $6\sigma$ . Y su fórmula es la siguiente:

$$C_p = \frac{\text{Rango de especificaciones}}{\text{Rango del proceso a corto plazo}}$$

$$C_p = \frac{(LES - LEI)}{6(\sigma)St}$$

Este índice compara las tolerancias de las especificaciones con la tolerancia natural del proceso, siendo interpretado de la siguiente manera:

- Si  $C_p > 1$ , el proceso se considera potencialmente capaz.
- Si  $C_p = 1$  el proceso es a penas capaz.
- Si  $C_p < 1$  el proceso no es potencialmente capaz.

Un requisito fundamental de este índice es que el proceso este centrado (en el centro de las especificaciones).

➤ **Índice de Capacidad Real (Cpk):**

El índice de capacidad real es utilizado con el proceso no está centrado, y se diferencia del  $C_p$  porque compara la mínima distancia entre la media y los límites de las especificaciones considerando una tolerancia de  $6\sigma$ . Su fórmula es:

$$C_{pk} = \frac{\text{Mínimo entre}(LES - media) \text{ y } (media - LEI)}{3(\sigma)St}$$

La interpretación del  $C_{pk}$  es:

- Si  $C_p > 1$ , el proceso se considera capaz.
- Si  $C_p < 1$  el proceso no es capaz.

Para procesos Seis Sigma este índice tiene el valor de 2.

## - **Transformación Box-Cox**

Pyzdek & Keller (2003) señala que para el desarrollo de metodología DMAIC es necesario que los datos recolectados sean normales, es decir que se rijan a una distribución normal. Para dicho fin la transformación Box-Cox permite corregir la variabilidad de un proceso y alienar los datos para resolver su no normalidad.

La transformación se presenta a continuación:

$$T(y) = \frac{y^\lambda - 1}{\lambda}, \lambda \neq 0$$

$$T(y) = \log(y), \lambda = 0$$

Siendo:

- T(y): variable transformada
- y: variable no normal
- $\lambda$ : potencia lambda

## - **Estudio R&R**

Según Gutiérrez & De la Vara (2008), los estudios de repetitividad y reproducibilidad permiten reducir la variabilidad del sistema de medición de un proceso mediante el estudio de sus posibles motivos. Este estudio investiga la variabilidad producida tanto por el método de medición como la de las personas que lo realizan.

Su importancia radica en que este método brinda mayor exactitud al sistema de medición del proceso, viéndose reflejado en la optimización de costos y tiempos.

- **Ciclo QFD**

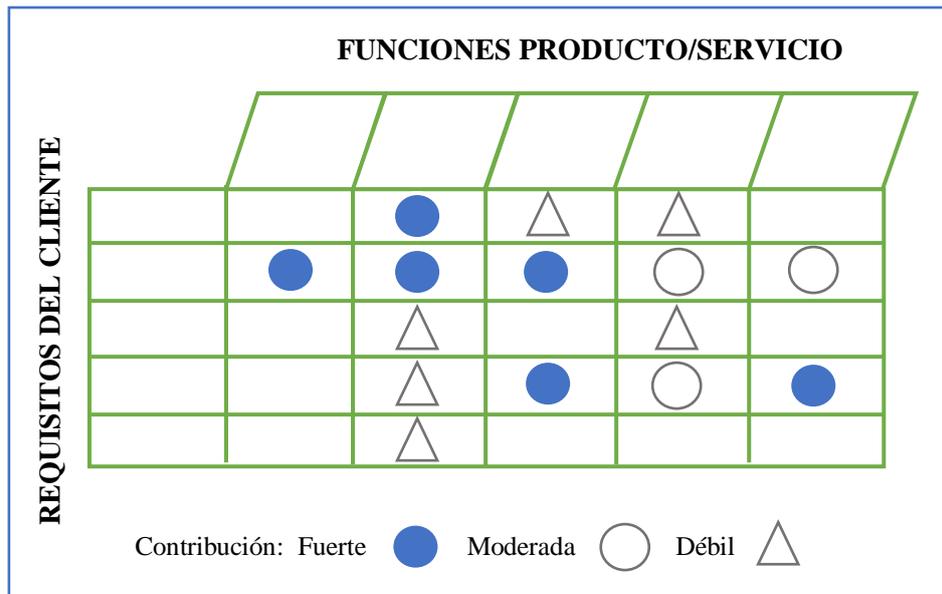
QFD es un proceso iterativo para refinar de manera continua los requisitos de cliente consiguiendo cada vez mayores niveles de detalle. Pande, Neuman, & Cavanagh (2011, pág. 114).

El ciclo consiste en 4 etapas:

1. Convertir las entradas de clientes y competidores en características del producto o servicio.
2. Las características del producto o servicio se traducen en especificaciones.
3. Las especificaciones del producto o servicio se convierten en características de diseño.
4. Las características del diseño del proceso se traducen en especificaciones de su rendimiento.

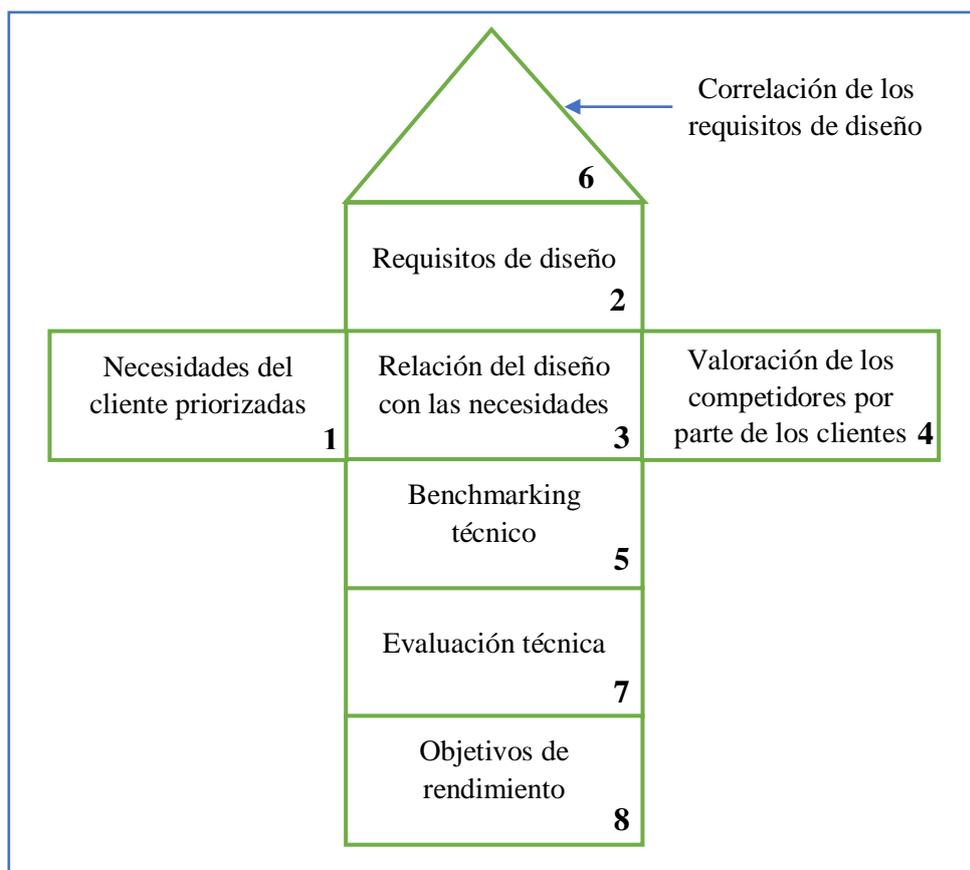
Según los autores las relaciones entre todos estos elementos se evalúan a través de la correlación y la priorización (ver figura 12).

Este proceso permite tomar decisiones sobre el diseño del producto que beneficie al cliente, dándose una versión más detallada conocida como la “casa de la calidad” (ver figura 13).



**Figura 12. Matriz L simplificada**

Fuente: *Las claves prácticas del Seis Sigma. Una guía dirigida a los equipos de mejora de procesos.* Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2011)



**Figura 13. La casa de la calidad**

Fuente: *Las claves prácticas del Seis Sigma. Una guía dirigida a los equipos de mejora de procesos.* Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2011)

### **2.2.6.3. Herramientas en etapa Analizar**

#### **- Lluvia de ideas**

Gutiérrez & De la Vara (2008) señalan que las lluvias de ideas es una herramienta de calidad que busca la participación de todo un equipo de trabajo para la generación de ideas que permitan tratar un problema. Esta herramienta no brinda una solución inmediata del problema a tratar, sino que enlista ideas como punto inicial para un posterior análisis.

Los autores describen los siguientes pasos para realizar una sesión más eficaz:

- Seleccionar a participantes que conozcan sobre el tema en cuestión para que aporten ideas favorables.
- Elegir a un líder de la sesión, para que coordine la participación del equipo.
- Elaborar de manera escrita ideas sobre el tema, las cuales serán leídas por los participantes en turnos.
- Discutir de forma abierta sobre las ideas, centrándose en las causas principales.
- Elegir las causas más importantes de entre las que se destacó previamente y se explican cada idea propuesta en la sesión para descartar las que no sean factibles.

## - **Diagrama de Pareto**

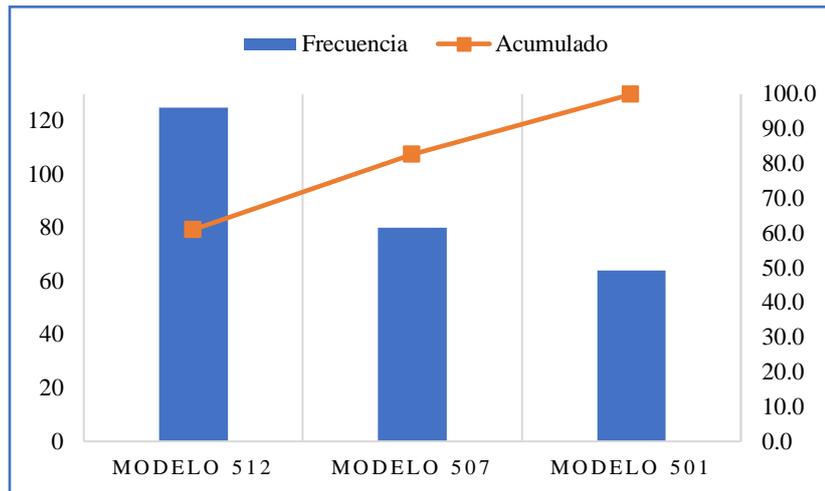
Gutiérrez & De la Vara (2008) señalan que más del 80% de los problemas en un proceso se da por causas comunes.

El diagrama de Pareto es una herramienta que identifica lo vital y lo trivial en un estudio, organizándolos de forma descendente y asignando un orden de prioridades. Para esta herramienta hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos graves. Mediante la gráfica colocamos los “pocos vitales” a la izquierda y los “muchos triviales” a la derecha.

Los autores describen los pasos para realizar un diagrama de Pareto:

- Determinar el objetivo a perseguir centrándose en el problema a tratar.
- Se seleccionan los datos necesarios y los posibles factores para la estratificación.
- Definir el periodo en que se tomaran los datos, pueden ser de periodos anteriores.
- Construir una tabla donde se cuantifique la frecuencia de cada defecto, su porcentaje y demás información.

- Seleccionar el criterio para jerarquizar las categorías, se establece si se empleará directamente la frecuencia o si será necesario multiplicarla por su costo o intensidad correspondiente.
- Finalmente, se procede a graficar.



**Figura 14. Diagrama de Pareto para causas: defecto principal por modelo de bota**

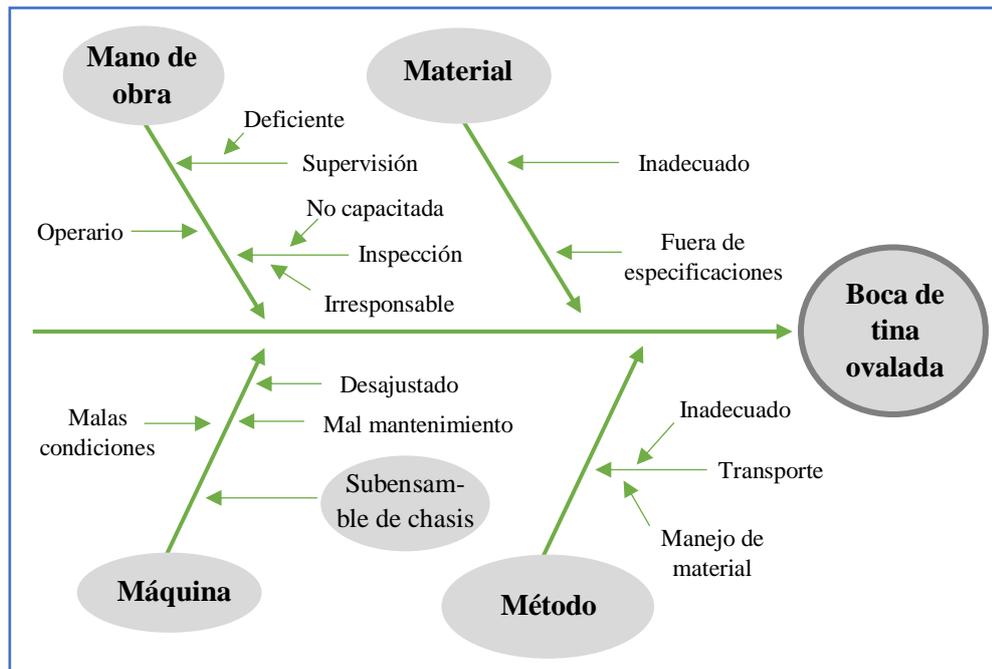
*Fuente: Control estadístico de calidad y Seis Sigma, 2da edición. Gutiérrez, H. P., & De la Vara, R. S. (2008)*

#### - Diagrama Ishikawa

Gutiérrez & De la Vara (2008). El diagrama de causa-efecto o de Ishikawa, también conocida como diagrama de espina de pez por su estructura, es una herramienta de calidad que relaciona un problema con las causas que lo genera.

Este diagrama permite describir de manera gráfica las relaciones múltiples de causa y efecto que existen entre las diversas variables que intervienen en un proceso.

Dentro de los métodos más comunes para realizar un diagrama causa-efecto está el método de las 6M el cual consiste en agrupar las causas en categorías principales: Métodos de trabajo, Mano de Obra, Materiales, Maquinarias, Medición y Medio Ambiente.



**Figura 15. Diagrama de Ishikawa para problemas de lavadora**

*Fuente: Control estadístico de calidad y Seis Sigma, 2da edición. Gutiérrez, H. P., & De la Vara, R. S. (2008)*

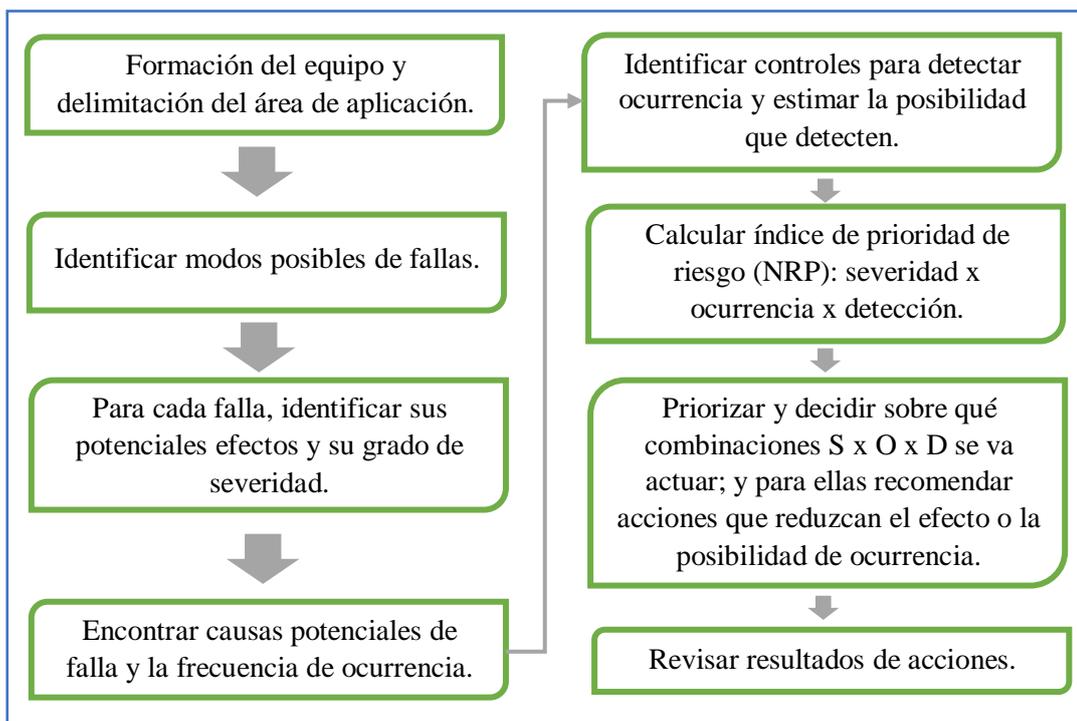
- **Análisis Modal Falla Efecto (AMFE)**

Gutiérrez & De la Vara (2008). La metodología del análisis de modo y efecto de las fallas (AMFE) es una herramienta de calidad que permite reducir o eliminar los riesgos ocasionados por fallas potenciales que tienen un mayor impacto en el proceso, para ello la metodología identifica dichas fallas y las jerarquiza considerando su probabilidad de ocurrencia, formas de detección y el efecto que provocan.

Breyfogle (2003) señala algunos de los objetivos de esta herramienta:

- Incorporar una cultura de prevención.
- Identificar los modos de fallas con mayor impacto.
- Satisfacer al cliente.
- Determinar acciones correctivas y/o preventivas para los diferentes modos de fallo.

En la figura 16 se muestra en forma resumida el procedimiento para realizar un AMFE para proceso.



**Figura 16. Esquema general de actividades para realizar un AMFE**

*Fuente: Control estadístico de calidad y Seis Sigma, 2da edición. Gutiérrez, H. P., & De la Vara, R. S. (2008)*

#### 2.2.6.4. Herramientas en etapa Mejorar

##### - **Diseño de Experimentos (DOE)**

La definición del DOE es un experimento donde uno o más factores, que presuntamente tienen un efecto en las salidas del experimento, son manipulados de acuerdo con un determinado plan. Pyzdek & Keller (2003, pág. 608).

Dentro del desarrollo de la metodología DMAIC el diseño de experimentos juega un rol muy importante porque permite diseñar condiciones ideales para que un proceso o producto cumpla con las expectativas del cliente usando el mínimo número de experimentos. Asimismo, permite estudiar el efecto individual y de interacción de dos o más factores (X) sobre una o más variables de respuesta (Y).

Los autores describen los siguientes términos usados en el diseño de experimentos:

- **Variable de respuesta:** Es la variable en cuestión, también conocida como variable dependiente.
- **Variables Primarias:** Son las variables controlables que tienen efecto en el resultado del proceso, estas pueden ser cuantitativas o cualitativas.
- **Variables no controlables:** Son aquellas variables que no son controladas de forma premeditada, estas son identificadas por el diseñador del experimento y pueden o no tener efecto en el resultado del proceso.

- **Variables de Ruido:** Son las variaciones no manifestadas presentes en el experimento, estas variables pueden afectar a las variables primarias cuyo efecto puede ser aminorado por la aleatoriedad.
- **Interacciones:** Condición donde el efecto de un factor depende en el nivel de otro factor.

- **Poka Yoke**

Según Gutiérrez & De la Vara (2008), el ser humano comete errores producto de diferentes factores como el cansancio, estado de ánimos, estrés y apuros en la producción; para ello es importante diseñar sistemas de trabajo a prueba de errores no solo detectando los defectos antes que lleguen al cliente sino también atendiendo los problemas desde su causa y actuando antes de que ocurra el defecto entendiendo su mecánica. El termino Poka Yoke proviene del japonés Poka (error inadvertido) y Yoke (prevenir).

Un sistema poka-yoke hace la inspección en la fuente o causa del error, determinando si existen las condiciones para producir con calidad. Gutiérrez & De la Vara (2008, pág. 164).

Los autores señalan las siguientes características:

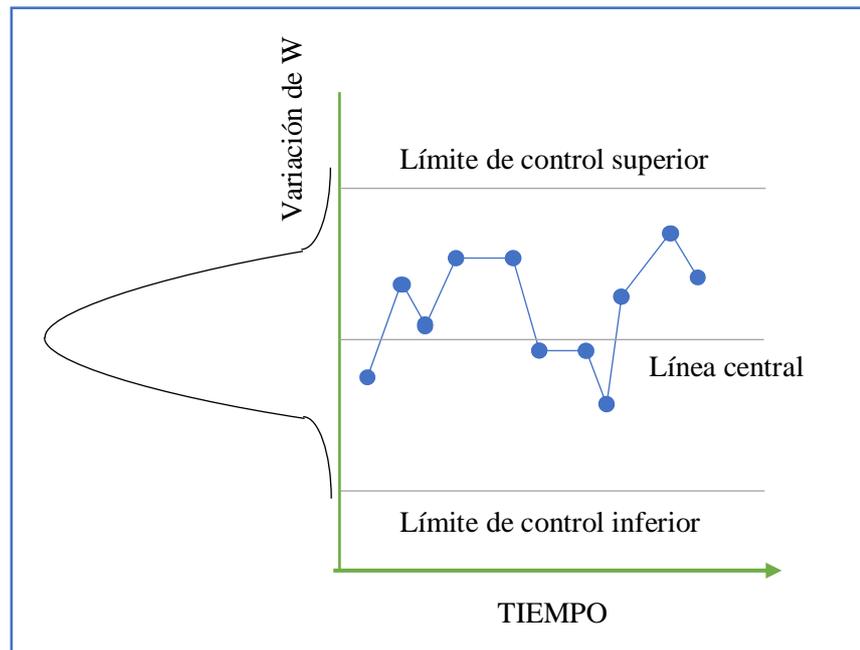
- Simples y baratos.
- Forman parte del proceso.
- Están cerca de donde el error ocurre.

### 2.2.6.5. Herramientas en etapa Controlar

#### - Cartas de Control

Según Gutiérrez & De la Vara (2008), un proceso puede variar a lo largo del tiempo, para poder analizar el comportamiento del proceso y poder prever de posibles fallos de producción mediante métodos estadísticos es necesario utilizar las cartas de control (ver figura 17).

Las cartas de control permiten distinguir variaciones que se generan por causas comunes y atribuibles para así describir el funcionamiento del proceso y efectuar medidas de control y mejora.



**Figura 17. Idea y elementos de una carta de control**

*Fuente: Control estadístico de calidad y Seis Sigma, 2da edición. Gutiérrez, H. P., & De la Vara, R. S. (2008)*

## **2.3. Definición de términos básicos**

### **a. Calidad**

Conjunto de características de una empresa y sus procesos que le confiere la capacidad para cumplir los requerimientos de los clientes mediante la entrega de productos (bienes o servicios).

### **b. Costos de calidad**

Los costos de calidad son el resultado de aquellos gastos operativos y de aseguramiento para prevenir que el producto no llegara a cumplir con los estándares requeridos.

### **c. DMAIC**

Metodología Six Sigma compuesto de cinco etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar (Improve, en inglés) y Controlar. Su fin es la mejora de procesos ya existentes para generar ventajas competitivas en una empresa.

### **d. Herramientas de Mejora**

Las herramientas de mejora son la unión de herramientas estadísticas de calidad con otras herramientas de mejoramiento continuo de procesos las cuales sirven de base para el establecimiento de estrategias que permitan analizar las causas del problema en estudio y proponer soluciones.

### **e. Mejora de los Procesos**

Mejorar un proceso implica cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable. El enfoque específico que se le dé al proceso va a influir en lo que se debe cambiar y la manera en que se realizará este cambio.

## **f. Mejoramiento Continuo**

El mejoramiento continuo es el conjunto de actividades diarias que permiten que la empresa y sus procesos sean más competitivos en cuanto a la satisfacción del cliente.

## **g. Sistema de Gestión de Calidad**

Un sistema de gestión de la calidad es un conjunto de elementos presentes en el proceso cuyo fin está orientado en el cumplimiento de la política de calidad en la organización.

### **2.4. Formulación de la Hipótesis**

La metodología DMAIC tiene como objetivo la mejora de procesos ya existentes, convirtiéndose en una plataforma que contribuye a que una organización sea más competitiva, para ello se formula la siguiente hipótesis general:

#### **2.4.1. Hipótesis general**

La metodología DMAIC se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

#### **2.4.2. Hipótesis específicas**

Teniendo en cuenta que para la mejora de procesos se necesita desarrollar la metodología DMAIC, a continuación, se manifiestan las siguientes hipótesis específicas:

1. La identificación de problemas se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

2. El análisis de causas se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C.  
– Barranca, 2017.
3. La propuesta de soluciones se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C.  
– Barranca, 2017.

# CAPITULO III:

---

---

## METODOLOGÍA

### 3.1. Diseño Metodológico

#### 3.1.1. Tipo y nivel de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada no experimental, transversal debido a que se ciñe en un segmento de tiempo durante el presente año. El nivel de la investigación que se empleará será:

- **Descriptivo:** Debido a que describe la realidad problemática de la empresa y la solución planteada.
- **Correlacional:** Porque se pretende medir el impacto al relacionar las variables, variable metodología DMAIC y mejora de procesos.

#### 3.1.2. Enfoque

El enfoque de la investigación es cuantitativo, debido a que se utilizó una recolección de datos para conocer y medir el fenómeno en estudio, encontrar soluciones para la misma; la cual trae consigo la afirmación o negación de la hipótesis establecida en dicho estudio, así como el análisis de las relaciones entre la variable metodología DMAIC y la variable mejora de procesos.

### 3.2. Población y muestra

#### 3.2.1. Población

La población está comprendida por  $N = 129$  operarios en la planta de la línea de conservas de pollo en la empresa Agroindustrias Supe S.A.C.

### 3.2.2. Muestra

La muestra de la población se obtiene mediante la fórmula estadística:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Sabiendo que:

- p: Probabilidad de éxito (50%)
- q: Probabilidad de fracaso (50%)
- Z: Estadístico Z, a un 95% de confianza (1.96)
- N: Tamaño de la población (129)
- e: Precisión o error máximo admisible (5%)
- n: Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra es el siguiente:

$$n = \frac{1.96^2 * 129 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (129 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 98$$

Por ser complicado aplicar el instrumento a los 98 operarios, se realiza un ajuste a la muestra obtenida según la fórmula:

$$n_0 = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}} = \frac{98}{1 + \frac{98}{129}} = \frac{98}{1.75} = 56$$

Finalmente se determina que el instrumento de la investigación deberá ser aplicado a 56 operarios de la planta de la línea de conservas de pollo en la empresa Agroindustrias Supe S.A.C.

### 3.3. Operacionalización de variables e indicadores

Tabla 3: Matriz de operacionalización de variables e indicadores

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable X <b>METODOLOGIA DMAIC</b>	Metodología Six Sigma compuesto de cinco etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Las cuales se basan en el método científico: Problema, Causa y Solución. Su fin es la mejora de procesos ya existentes y eliminar la causa de los defectos, esto a través de herramientas de calidad. (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2011)	Metodología de cinco fases (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) usado en los proyectos Six Sigma que buscan la resolución de problemas de un proceso mediante la identificación de problemas, análisis de causas y propuesta de soluciones.	X1: Identificación de Problemas	X1.1: Diagrama de Proceso X1.2: Voz del Cliente X1.3: Capacidad del Proceso
			X2: Análisis de Causas	X2.1: Diagrama de Ishikawa X2.2: AMFE X2.3: Diseño de Experimentos
			X3: Propuesta de Soluciones	X3.1: Estandarización de procesos X3.2: Capacitaciones X3.3: Controles visibles
Variable Y <b>MEJORA DE PROCESOS</b>	Mejorar un proceso hace referencia a una estrategia consistente en encontrar soluciones que eliminen las causas raíz de los problemas de rendimiento de los procesos existentes en su compañía. (Pande, Neuman, & Cavanagh, 2011)	La mejora de procesos implica buscar soluciones que optimicen el rendimiento actual de los procesos, buscando así la eficiencia y eficacia de este.	Y1: Eficiencia	Y1.1: Defectos Y1.2: Mermas Y1.3: Tiempos muertos
			Y2: Eficacia	Y2.2: Cumplimiento de los estándares de calidad

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1. Técnicas por emplear

Las principales técnicas que se utilizarán para la presente investigación son:

- Observación
- Documentación
- Indagación
- Comprensión

#### 3.4.2. Descripción de los instrumentos

La información necesaria para llevar a cabo este trabajo de investigación se obtendrá de los siguientes instrumentos de recolección:

- **Cuestionario:** El diseño consta de dos partes, la primera concerniente a la Metodología DMAIC (variable X) y la segunda correspondiente a la Mejora de Procesos (variable Y). La evaluación se realizará en base a la escala valorativa de Likert. Se validará por juicio de expertos. (Anexo 1).
- **Encuestas:** Se aplicará con el objetivo de obtener información sobre el sistema actual de procesos, que existe en la planta de conservas de pollo de la empresa Agroindustrias Supe S.A.C.
- **Análisis documental:** Se utilizará para analizar información bibliográfica y otros aspectos relacionados con la investigación. Permite recabar información adicional que contribuyan a entender el desarrollo de los procesos actuales.

### **3.5. Técnicas para el procesamiento de información**

Para el procesamiento de la información se utilizarán técnicas como ordenamiento y clasificación para proporcionar una descripción sistemática de la información recolectada, con suficiente detalle para su análisis.

Así mismo, se utilizarán herramientas estadísticas, como Diagrama SIPOC, Voz del cliente, Diagrama de Pareto, Diagrama de Proceso, Diagrama de Ishikawa, Estudio R&R, AMFE, Índice de Capacidad de Proceso y Diseño de Experimentos.

Para el desarrollo de dichas herramientas usaremos el programa Microsoft Excel y el programa Minitab 18.0. Del mismo modo trabajamos con el programa SPSS 25.0 (Statistical Data Analysis) como estrategia de análisis, con el fin de analizar estadísticamente los datos obtenidos mediante el instrumento de la investigación.

# CAPITULO IV:

---

---

## RESULTADOS

### 4.1. Descripción de la empresa

En esta parte se describe la organización en la cual se desarrolla el estudio. Para esto, se realiza una descripción de la empresa, se detalla las entidades participantes del negocio, se describe la materia prima e insumos, y los recursos humanos. Además, se describe el producto fabricado por la empresa y su respectivo proceso productivo.

#### 4.1.1. La Empresa

La empresa Agroindustrias Supe S.A.C es una empresa que se dedica a la fabricación y comercialización de productos hidrobiológicos (conservas) y salsas. Siendo su marca de salsas “B&D” las cuales son desarrolladas con productos 100% peruanos de la más alta calidad que se encuentran en los valles más fértiles del Perú.

Dentro de la producción de conservas, Agrosupe trabaja con la empresa San Fernando para la terciarización de sus conservas de trozos de pollo. Todas las conservas tienen un riguroso proceso de calidad para generar envasados de excelencia.

La empresa Agrosupe cuenta con diferentes sedes, siendo la planta, ubicada en el Km 191.3 Panamericana Norte Puerto Supe – Barranca, donde se realizará el estudio.

#### **4.1.2. Entidades participes en el negocio**

##### **- Clientes**

Son aquellas organizaciones y/o personas que adquieren los productos de acuerdo con sus especificaciones y requerimientos. Es preciso indicar que la empresa terciariza para San Fernando, quien no solo atiende a clientes en el medio nacional, como es el caso de los supermercados Wong, Tottus, Plaza Vea, entre otros; sino que también atiende requerimientos del mercado internacional como República Dominicana, Colombia, Bolivia y parte de África.

Sin embargo, gran parte de las conservas de pollo va dirigida a niños ya que forma parte del programa Qali Warma, un programa nacional de alimentación, siendo este el principal cliente que atiende la empresa San Fernando con colaboración de Agrosupe.

##### **- Proveedores**

Son aquellas entidades que abastecen a la empresa de requerimientos de material, insumos y servicios en el momento apropiado, con el fin de que el desempeño sea adecuado y eficiente.

En el caso de la producción de conservas de pollo, el proveedor principal es la empresa San Fernando, el cual se encarga de abastecer de la materia prima, además, de los envases y cajas para su empaquetado.

##### **- Competidores**

Son aquellas empresas que se encuentran dentro del mercado de conservas en el medio nacional e internacional. Entre los competidores se puede encontrar a las siguientes empresas: Carabela, Florida, etc.

#### **4.1.3. Materia prima e Insumos**

##### **- Materia prima**

La materia prima para este caso es la carne cruda de pollo (pechuga y pierna). La materia prima ya trozada y marinada llega a la planta en bolsas de 5 kg a temperatura no mayor a 4°C, debidamente identificadas con la fecha de producción y lote respectivo y dispuestas en cajas plásticas con tapa (todo esto bajo la inspección de control de calidad). Es importante recalcar que la empresa recibe la materia prima de la empresa San Fernando ubicada en Huaral.

##### **- Insumos**

La recepción de los insumos procesados es bajo la inspección de control de calidad quien verifica la calidad óptima de los insumos. Los insumos necesarios para la fabricación de las conservas de pollo son:

- Sal.
- Almidón.
- Fosfato.
- Agua.
- Latas.
- Empaques (cajas).

#### **4.1.4. Recursos Humanos**

La empresa cuenta aproximadamente con 129 operarios en la producción de conservas de pollo. La empresa labora de lunes a sábado en 02 turnos al día, cada uno de 8 horas diarias. Cada turno de trabajo tiene un horario para refrigerio de 60 minutos.

#### **4.1.5. El Producto**

El producto fabricado por la empresa cumple con las características y especificaciones correspondientes, esta es carne de pollo (pecho y pierna) trozada en su caldo, lista para comer o para usar en recetas caseras, conservando el sabor de pollo de siempre. Además, no contiene preservantes.

#### **4.1.6. Proceso productivo**

##### **A. Recepción y selección de materia prima**

En esta etapa se evalúa la materia prima cárnica ya marinada para verificar que se encuentra en óptimas condiciones de acuerdo a la fórmula y ficha técnica (0-4°C), para su pase a proceso.

**\*Almacenamiento:** Para mantener segura la materia prima antes de su ingreso a proceso, se destinada a una cámara de refrigeración para no romper la cadena de frío (0-4°C). Así se retira la cantidad necesaria para procesar, manteniendo el saldo en refrigeración.

##### **B. Escaldado**

El escaldado es la etapa que busca el sellado superficial de la materia prima. Los trozos de pollo en un peso de 3 a 4 kg son sometidos a una temperatura de 78-80°C durante un tiempo de 50 segundos.

Durante el escaldado, con la ayuda de un colador, se debe retirar constantemente la proteína (grumos blancos) para evitar que estos se adhieran en la carne.

Después del escaldado los trozos de pollo deben pasar inmediatamente al proceso de envasado y pesado, sin generar acumulación de los trozos de pollo escaldados en recipientes, mesas y/o fajas.

### **C. Recepción y lavado de latas**

Las latas son recepcionadas y evaluadas para verificar si cumplen con la calidad exigida.

Previo al envasado, se realiza el lavado de las latas por inmersión en agua clorinada de la red. El lavado se realiza por unos cuantos segundos e inmediatamente se procede al envasado respectivo.

Se realiza un cambio de agua 2 veces al día, una en la mañana y otra en la tarde.

### **D. Preparación de líquido de gobierno**

Previo a la preparación del líquido de gobierno el responsable de dosimetría realiza el pesaje correspondiente de los ingredientes.

Primero se pesa el agua según fórmula, para luego preparar el líquido de gobierno. Con el agua formulada se agregan los insumos en el siguiente orden:

- Agua
- Sal
- Fosfatos
- Almidón

Se verifica que la salmuera este totalmente disuelta y sin presencia de grumos. La temperatura debe ser de 0 a 10°C con un tiempo de mezclado de 5 a 10 minutos aproximadamente.

Finalmente se calienta el líquido de gobierno cuya temperatura antes de su incorporación al enlatado debe ser de 45 a 50°C.

### **E. Enlatado**

Se distribuyen los trozos de pollo escaldados en cantidades adecuadas de unidad por lata (Formato ½ libra tuna x 170g).

El peso de envasado de los trozos de pollo es de 142 – 143 g, y la adición del líquido de gobierno es de 28 – 29 g.

**Nota:** Realizar controles periódicos de peso neto, peso de envasado, peso de líquido de gobierno, temperatura de líquido de gobierno, peso después del cerrado.

### **F. Exhausting**

Esta operación se realiza en un túnel de vapor con el fin de evacuar el aire contenido en la lata y así proporcionar el vacío apropiado para el producto enlatado. En esta etapa el producto es pasado por el Exhauster 1 a un tiempo de 90 -120 seg y por el Exhauster 2 a un tiempo de 150 – 180 seg.

Las especificaciones de temperatura son:

- Temperatura de exhauster: 95 – 99°C
- Temperatura de producto antes de exhausting: 44 – 50°C

- Temperatura de producto a salida del exhausting: 70 – 75°C o aquella que garantice el vacío mínimo requerido.

### **G. Cierre**

El cerrado es la fase importante del proceso, pues es la operación que garantiza la vida útil del contenido, evita la contaminación, fugas, y soportara cambio de presión geográfica. Aquí se da el sellado de latas con sus respectivas tapas, buscando asegurar la calidad del cerrado hermético del producto.

**Nota:** Realizar controles periódicos de inspección de sello mediante la prueba de sulfato. El tiempo de espera del producto luego del enlatado hasta el ingreso a la autoclave debe ser máximo 90 minutos.

### **H. Esterilizado**

Se realiza el autoclavado del producto, que es un procedimiento térmico cuyo fin es lograr la esterilidad comercial requerida para el producto.

El formato de lata de ½ libra tuna x 170g se realiza a un estudio de  $F_0 > 6$ .

Se cuenta con 5 autoclaves en los cuales el producto ingresa en coches, la esterilización se da con una temperatura programada de 116°C y un tiempo de levantamiento mínimo de 13 minutos (con final de venteo). El tiempo de esterilización es de 47 minutos en autoclaves 1, 2, 3 y 4; para la autoclave 5 se da un tiempo de esterilización de 48 minutos.

## **I. Enfriado**

El producto en los coches es enfriado con agua en circulación en la autoclave. El tiempo de enfriado es máximo 1 hora y la temperatura del producto no debe ser mayor de 40°C.

Luego se enfría a medio ambiente hasta que la temperatura del producto este en equilibrio con la temperatura del medio ambiente.

## **J. Identificado**

El producto después de salir de la autoclave, es llevado al almacén de producto terminado donde se procederá a limpiarlas y etiquetarlas. Esto con el objetivo de llevar un control de la fecha de producción, lote y cantidad de producto para su posterior seguimiento y trazabilidad.

### **\*Lotización:**

- FP: dd/mm/aa
- FV: dd/mm/aa
- Código de rastreabilidad: WXXXX
- Lote: XXXX17XXXYY

## **K. Almacenado**

El producto es almacenado en un ambiente bajo sombra, fresco y seco (a menos de 30°C). El tiempo de cuarentena previo a su despacho es de 40 días.

**Nota:** Luego de 24 horas de almacenamiento realizar controles y registro de peso escurrido (pollo), pH, presión de vacío, Del mismo modo ver tiempo de vida útil en la ficha técnica del producto.

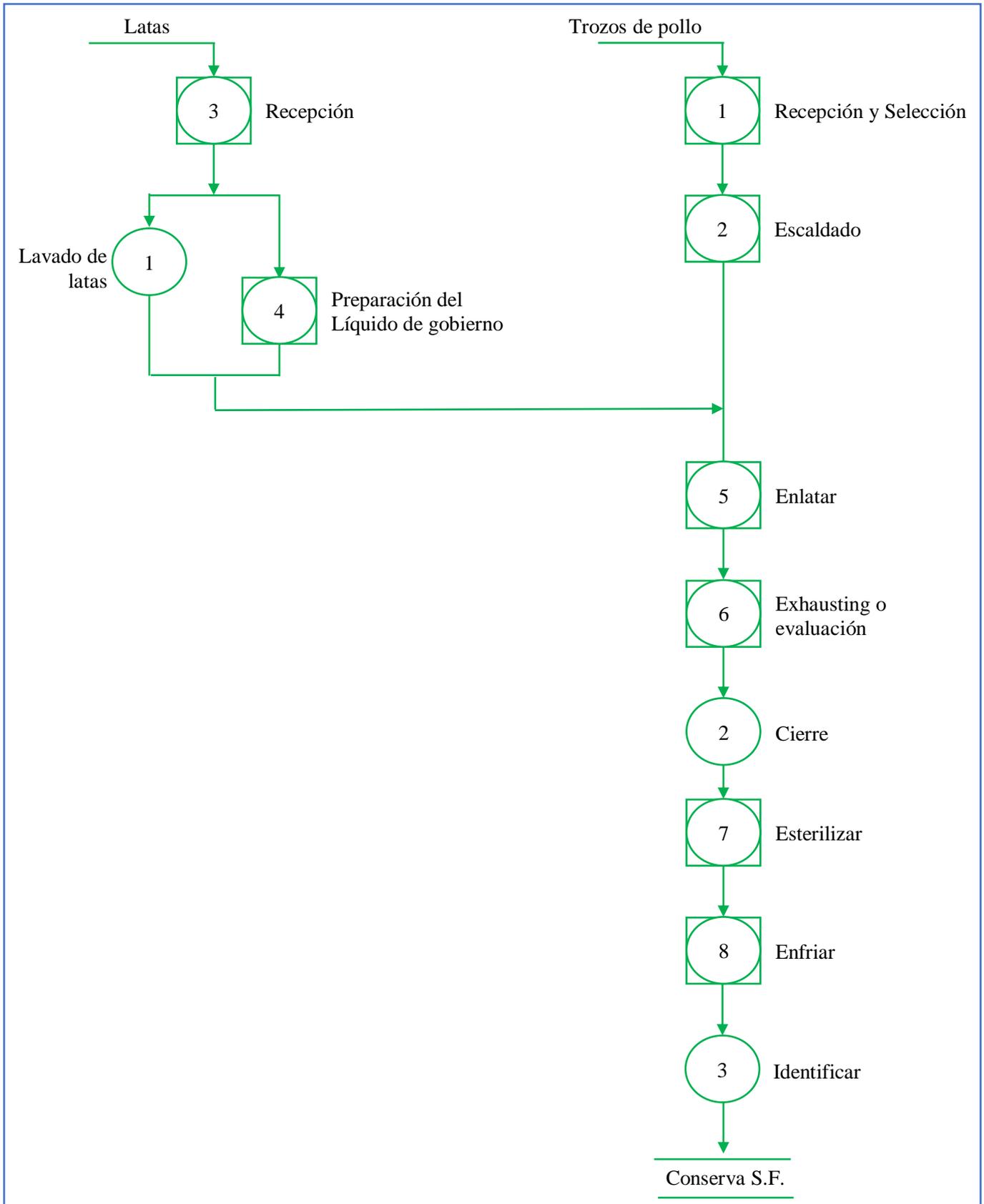


Figura 18. Diagrama de Operaciones del Proceso de Conservas de pollo

Elaboración propia

## **4.2. Metodología DMAIC**

En este fragmento se desarrollará la metodología de mejora para el proceso productivo de las conservas de pollo.

Primero se identificará los principales problemas del proceso; seguidamente, se analizará los resultados de la medición. Posteriormente, con base en el análisis a efectuar se plantearán las mejoras y finalmente se propondrá el control de las propuestas de mejora.

### **4.2.1. DEFINIR**

En esta primera etapa se describe el proceso productivo y se identifica la voz del cliente. Así mismo, mediante un Diagrama de Pareto se identifican los problemas más frecuentes que se encuentran en el proceso, todo esto con el objetivo de identificar el principal problema del proceso productivo.

#### **4.2.1.1. Diagrama de Proceso**

Se utilizó el diagrama SIPOC (ver figura N° 19) para la descripción general del proceso, identificando a los proveedores, insumos o entradas, las salidas, los clientes y sus requerimientos. En este diagrama se identificó que la empresa San Fernando suministra las jabas con trozos de pollo crudo que requiere el proceso. Así mismo, el resultado del proceso son las conservas de trozos de pollo cuyo destino es el proceso de Identificado y Almacenado (cliente interno).

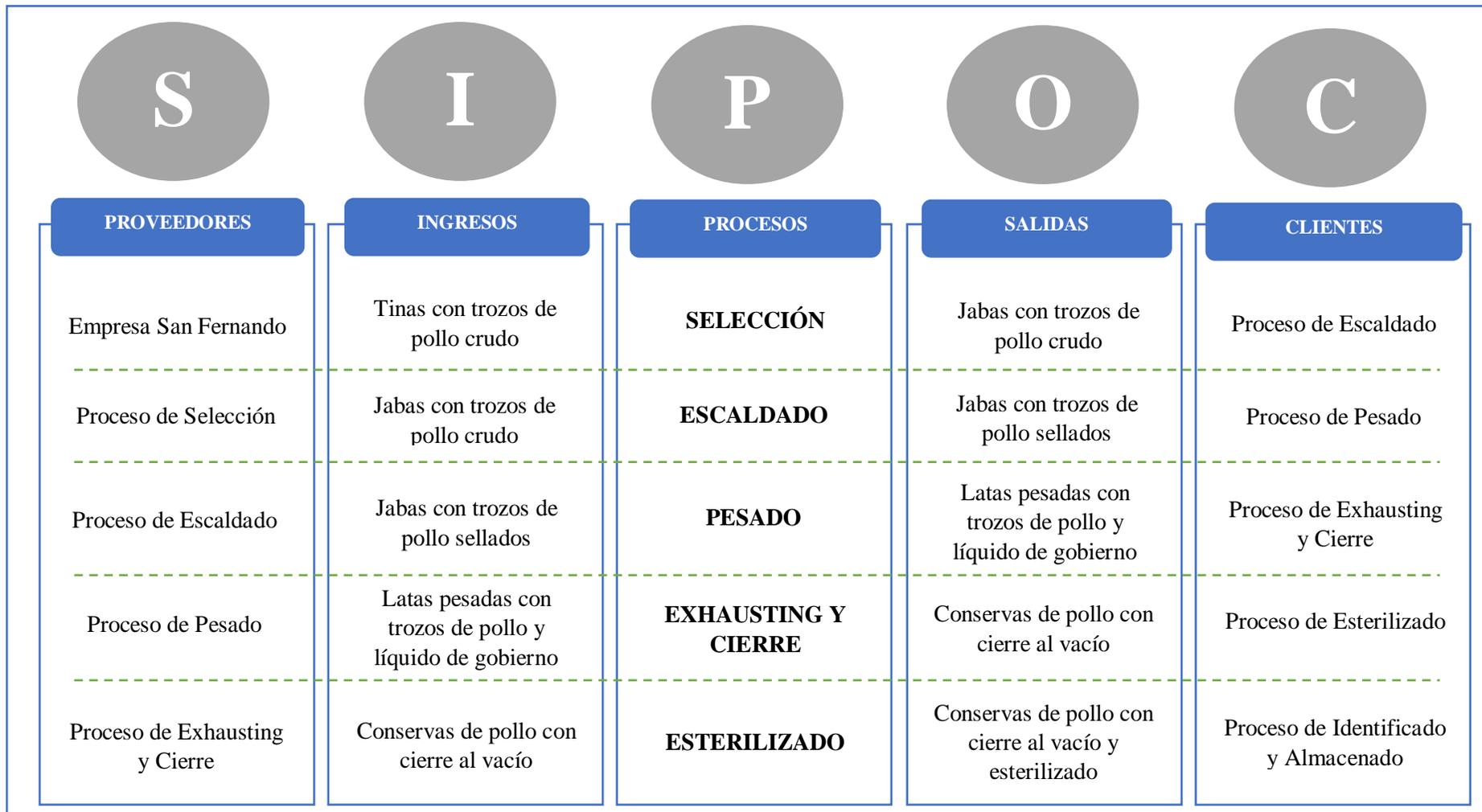


Figura 19. Diagrama SIPOC del proceso productivo de las conservas de pollo

Fuente: Elaboración propia

Además, se utilizó un Mapeo de Procesos para detallar más el proceso en cuanto a las entradas, los factores críticos, controlables y no controlables. En la figura N° 20 se observa el Mapeo de Procesos del proceso productivo en donde se detallan las siguientes operaciones principales:

- **Selección:** En esta etapa las tinas con trozos de pollo crudo son ingresados al proceso productivo para evaluar y verificar que se encuentre en óptimas condiciones de acuerdo a ficha técnica (0-4°C), para su pase a proceso.
- **Escaldado:** El escaldado es el proceso que se encarga del sellado superficial de los trozos de pollo crudo, para esto los trozos de pollo de 3 a 4 kg son colocados en jabas metálicas las cuales van a ser ingresadas a la cocina por un tiempo de 50 segundos a una temperatura de 80°C.
- **Pesado:** En esta etapa los trozos de pollo escaldados son distribuidos en cantidades adecuadas de unidad por lata, además se le adhiere el líquido de gobierno para su pase al cerrado al vacío.
- **Exhausting y Cierre:** En esta parte del proceso las latas con los trozos de pollo escaldados pasan por un túnel de vapor con el fin de retirar el aire contenido en la lata y así proporcionar el vacío apropiado, para su

pase a la maquina cerradora, la cual busca asegurar la calidad del cerrado hermético del producto.

- **Esterilizado:** Este proceso asegura la inocuidad del producto, para ello las conservas de pollo son ingresadas en coches a las autoclaves para su esterilización correspondiente y su posterior enfriamiento, obteniendo así ya el producto terminado, que seguidamente será identificado y almacenado.

Así mismo, se identificó los insumos de entrada (X), los factores controlables (FC), los factores críticos (FCR) y los factores no controlables del proceso (FNC), según el equipo de control de calidad. A continuación, se describen las entradas y los factores del Mapeo de Proceso:

- **Entradas (X):**

Los insumos de entrada a lo largo del proceso productivo son tinas con trozos de pollo crudo, jabas con trozos de pollo crudo, jabas con trozos de pollo sellados, latas con trozos de pollo distribuidas, y conservas de pollo con cierre al vacío. Así mismo, los materiales de entrada son guantes de nitrilo, jabas metálicas, paletas, latas y cucharones.

- **Factores controlables (FC):**

Los factores controlables son aquellos en los que se tiene control y pueden ser modificados para obtener los resultados deseados.

- **Estado de equipos y materiales:** Implica el estado de conservación e higiene de los equipos y materiales utilizados a lo largo del proceso productivo, tales como: mesas, cocina, balanzas, guantes, paletas, cucharas, etc. Es un factor importante ya que garantiza la eliminación de contaminación cruzada del alimento.

- **Factores críticos (FCR):**

Son factores controlables que impactan en mayor medida a los resultados del proceso.

- **Experiencia de operarios:** La experiencia es el nivel de destreza que tiene el operario y está directamente relacionada con su método de trabajo y la cantidad de tiempo que el colaborador desempeña la tarea. Este factor es crítico debido a que el nivel de destreza de los operarios puede ser causante de errores en el proceso productivo.
- **Presencia de contaminantes:** La presencia de contaminantes en la materia prima es un factor

controlable, el cual es considerado crítico porque puede ocasionar problemas directamente relacionados con la inocuidad del producto.

- **Cantidad de pollo por jabas:** La cantidad de alimento que presenta cada jaba es un factor crítico, al haber un exceso de alimento el sellado no se dará de manera correcta, ya que la temperatura y el tiempo para el sellado esta estandarizado para una cantidad moderada de pollo.
- **Temperatura y tiempo del sellado:** La temperatura es un factor crítico que garantiza el sellado del alimento. Este factor presenta un control continuo por parte del supervisor de control de calidad del proceso.
- **Presencia de proteínas:** Al cocinarse el alimento este genera proteínas, las cuales se aprecian en la superficie del agua de la cocina. Esto es importante ya que puede ingresar las proteínas a las jabas con los alimentos, para ello se da un control periódico y se le aplica la medida correctiva correspondiente.
- **Calibración de Balanzas:** Es considerado un factor crítico ya que puede ocasionar un mal

pesado de los trozos de pollo, y que la conserva no cumpla con su peso neto correspondiente, además de un inadecuado vacío por verse alterado el espacio de cabezal de la conserva.

- **Fluidez del Líquido de Gobierno:** Este factor es controlado por el operario a cargo, sin embargo, un exceso o déficit de la cantidad del líquido de gobierno puede ocasionar un inadecuado vacío de la conserva ya que se altera el espacio de cabezal de la lata.
- **Estado de la Cerradora y Autoclaves:** Son factores controlables ya que están relacionados con el mantenimiento preventivo de los mismos, sin embargo, son considerados factores críticos porque están directamente relacionados con la hermeticidad e inocuidad del producto, ya que son puntos críticos de control.

- **Factores no controlables (FNC):**

- **Potencia de los calderos:** La potencia de los calderos está relacionado directamente con el manipuleo de la temperatura de la cocina, el cual no puede ser controlado por el área de control de calidad.

- **Temperatura de agua de red:** El agua de gruta es utilizada para el mantenimiento del agua de la cocina, la cual periódicamente es cambiada. La temperatura de agua de gruta no puede ser controlada ya que varía en relación con la potencia de los calderos.
- **Pérdida de peso por evaporación:** Una vez sellado el pollo tiende a perder peso por evaporación del agua presente. Este es un factor que no puede ser controlado por el equipo de calidad.

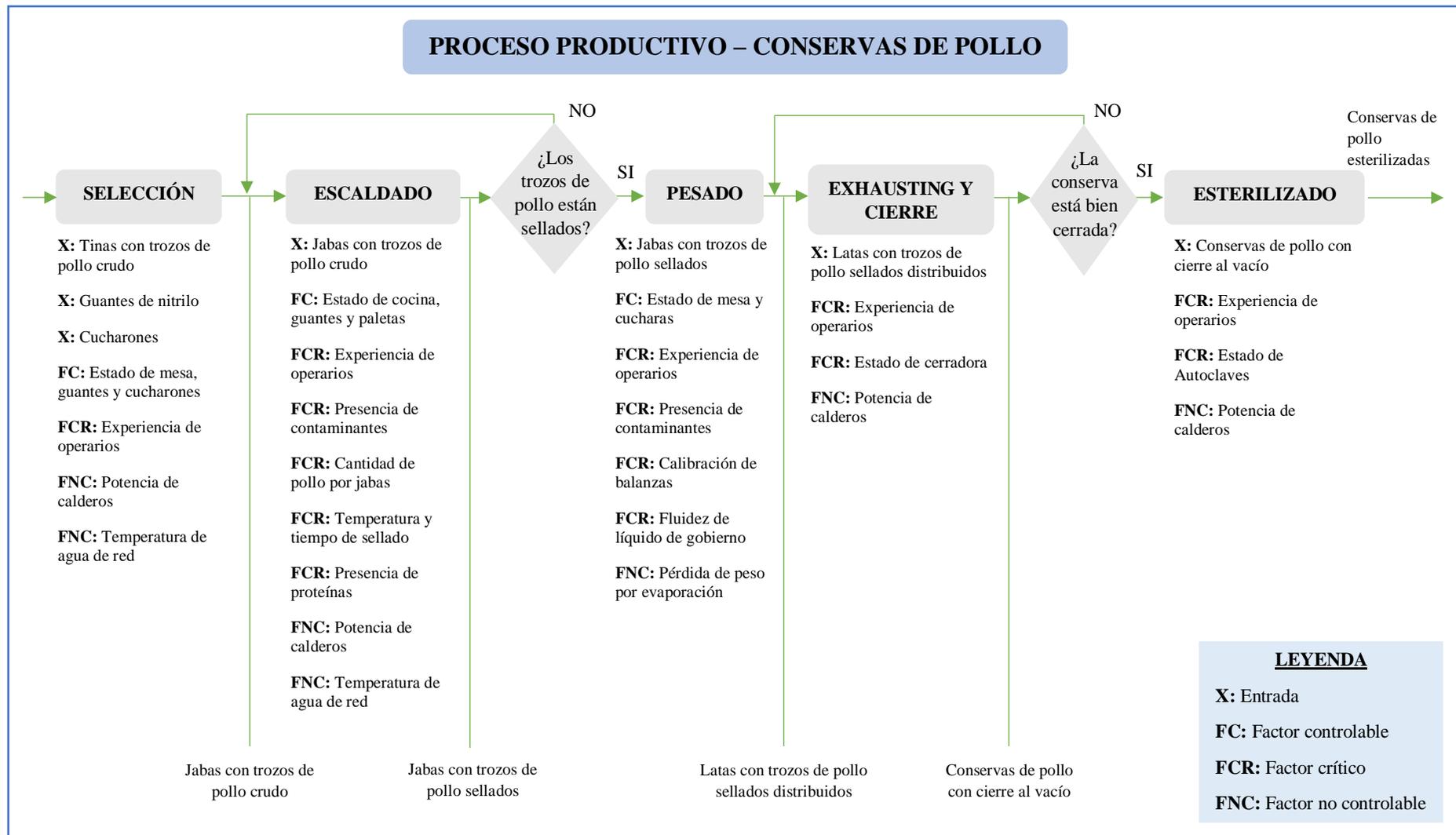


Figura 20. Diagrama de procesos – Proceso productivo de las conservas de pollo

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.1.Voz del Cliente

A través de una entrevista con el equipo de control de calidad se identificó las características más críticas de calidad y se plasmó esta información en la figura N° 21 que se muestra a continuación.

Se puede observar, que los problemas de calidad más representativos son la “Temperatura y tiempo de sellado”, “Estado de las latas y máquina de cerradora” y “Temperatura y tiempo de esterilizado”, las cuales son transformadas en variables de salidas como “Color y textura de los trozos de pollo”, “Estado del cabezal de la conserva de pollo” y “Color y textura de los trozos de pollo” respectivamente.

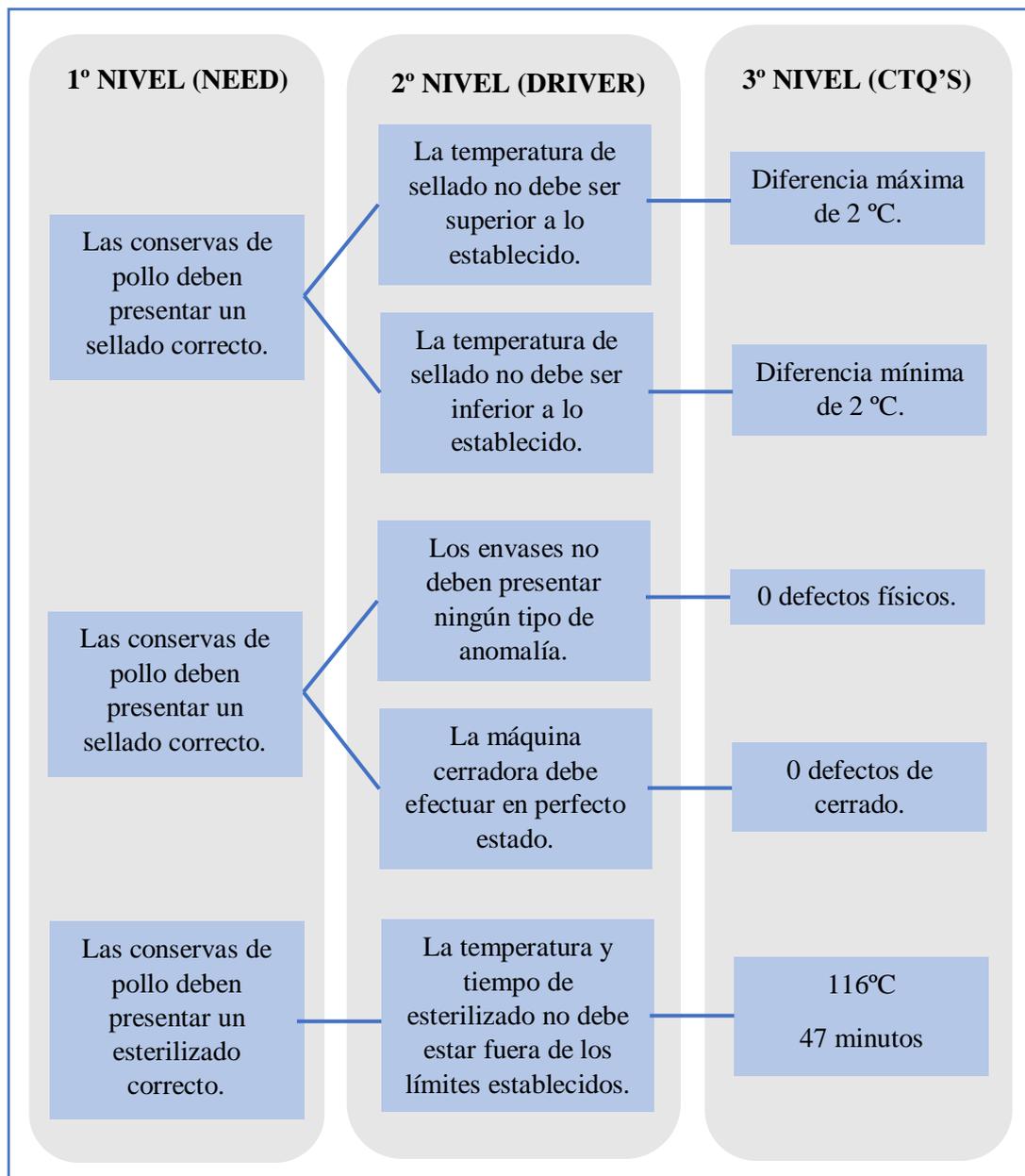
NECESIDAD DE ALTO NIVEL (VOC)	PROBLEMA DE CALIDAD	DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LA NECESIDAD	CARACTERÍSTICA DE SALIDA
<i>“Mi conserva de pollo con un correcto sellado”</i>	<i>Temperatura y tiempo de sellado</i>	<i>“Quiero recibir mi conserva de pollo con un correcto sellado”</i>	<i>Color y textura de los trozos de pollo</i>
<i>“Mi conserva de pollo con correcto cerrado”</i>	<i>Estado de los envases y máquina cerradora</i>	<i>“Quiero recibir mi conserva de pollo con un correcto cerrado”</i>	<i>Estado del cabezal de la conserva de pollo</i>
<i>“Mi conserva de pollo con correcto esterilizado”</i>	<i>Temperatura y tiempo de esterilizado</i>	<i>“Quiero recibir mi conserva de pollo con un correcto esterilizado”</i>	<i>Color y textura de los trozos de pollo</i>

Figura 21. Voz del Cliente

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, se identificó que las variables de salidas son características controladas por los analistas de calidad en cada subproceso correspondiente.

En una CQT (Critical Quality Tree) que se muestra en la figura N° 22 se muestra los límites de requerimiento para las características críticas que se determinaron.



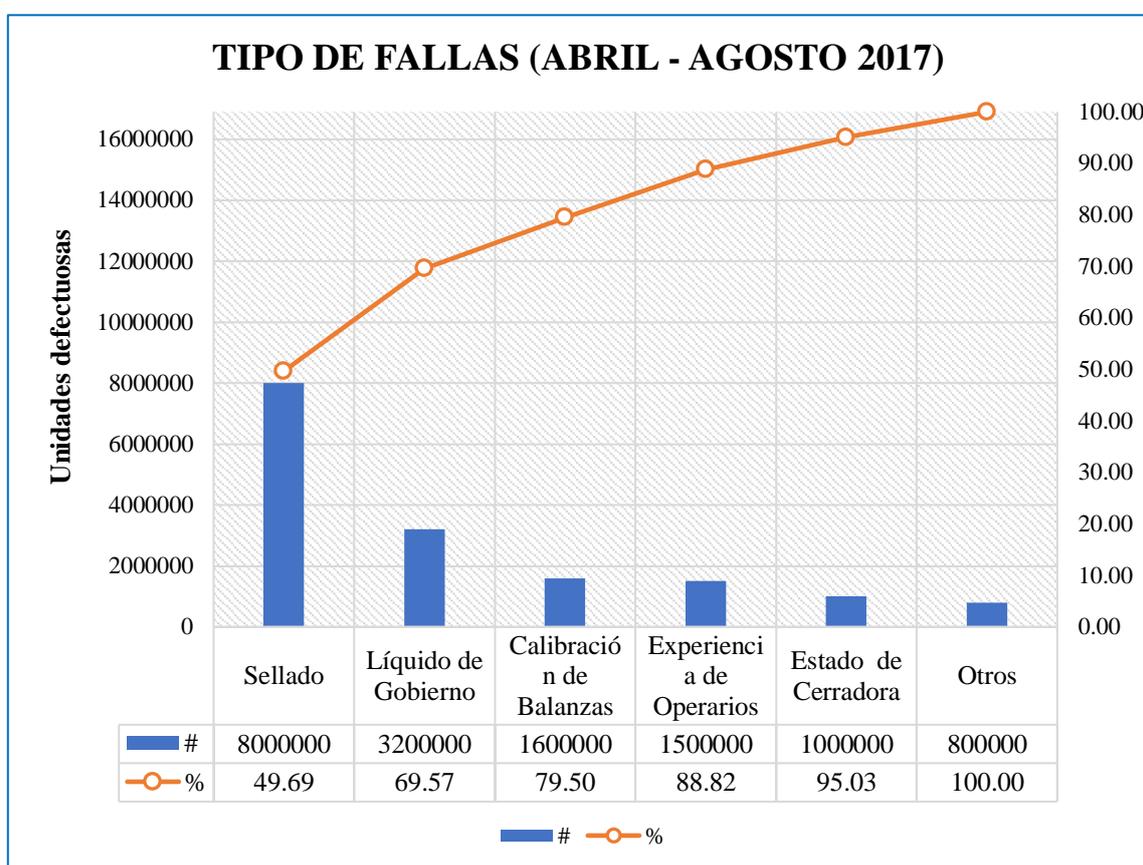
**Figura 22. Diagrama CQT**

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1.2. Tipos de fallas frecuentes

Para representar los tipos de fallas más relevantes en el proceso productivo durante el periodo de abril y agosto del 2017 se utilizó el Diagrama de Pareto.

La información fue proporcionada por el área de calidad, la cual se encarga del registro de fallas ocurridas en el proceso productivo. Con la información recolecta se elaboró la figura N° 23.



**Figura 23. Diagrama de Pareto - Fallas Frecuentes en el Proceso Productivo**

Fuente: Elaboración propia

Mediante este gráfico se identificó que el 79.50 % de las fallas se debe a su mayoría a fallas por sellado, flujo de líquido de gobierno y calibración de balanzas. A continuación, se describen los tipos de fallas representados en el diagrama de Pareto:

- **Fallas por sellado:** El sellado está relacionado con factores controlables como: la temperatura de cocción, la cantidad de pollo por jabas, y la presencia de proteínas; repercutiendo directamente en la calidad del alimento.
- **Fallas por flujo de líquido de gobierno:** Al existir una fluidez de líquido de gobierno fuera de los parámetros correspondientes, el espacio de cabeza de la conserva tiende a ser mayor o menor, y esto al entrar al subproceso de exhausting y cerrado con el espacio de cabeza inadecuado ocasiona que el vacío de la conserva este fuera de estándares ya establecidos.
- **Fallas por calibración de balanzas:** Estas fallas ocasionan un peso inadecuado en la conserva, viéndose reflejado en un peso neto fuera de las especificaciones, y un vacío no adecuado por exceso o déficit en el espacio de cabeza de la conserva.
- **Fallas por experiencia de operarios:** La experiencia de los operarios juega un papel muy

importante en el proceso productivo, ya que está relacionado con el método y tiempo de trabajo para cada proceso que se realiza. Estas fallas ocasionan problemas como: Inadecuado peso de la conserva, un vacío fuera de especificaciones, inadecuada cocción de los trozos de pollo, y mal estado de latas.

- **Fallas por estado de la cerradora:** La etapa de cerrado está relacionado directamente con la hermeticidad del producto, un mal estado de la cerradora provoca un mal cerrado, reflejado en la presencia de oxido en las tapas y vacíos en el cerrado.
- **Otros:** Este tipo de falla engloba las que no han sido descritas anteriormente, en este tipo comúnmente se encuentran los contaminantes presentes en las jabas con trozos de pollo.

De los tres tipos de fallas más representativas identificadas en el análisis Pareto, el proceso productivo solo puede controlar de manera directa las fallas por sellado, ya que la frecuencia de estas fallas puede ser disminuida si se implementan mejoras en el proceso de escaldado.

Así mismo, a través de mejoras en el proceso de pesado las fallas por calibración de balanzas y fluidez de líquido de gobierno pueden ser controladas.

#### **4.2.1.3. Definición de los principales problemas**

Por lo descrito anteriormente, se determinan que los procesos de Escaldado y Pesado son críticos, ya que presentan los siguientes problemas:

- **Proceso de Escaldado:**
  - Temperatura de cocción.
  - Cantidad de pollo en jabas.
  - Presencia de proteínas.
- **Proceso de Pesado:**
  - Flujo de líquido de gobierno.
  - Calibración de balanzas.

No obstante, los problemas presentes en el proceso de Pesado están relacionados de manera puntual y directa con los equipos, además de presentarse en menor escala respecto al proceso de Escaldado.

Por lo cual, se considera al proceso de ESCALDADO como el más crítico y se tomará como base de análisis para el estudio.

#### **4.2.2. MEDIR**

Esta etapa tiene como objetivo, entender el sistema de medición actual del área de calidad y validarlo.

Para ello, se explicó el método que el área de calidad utiliza para detectar diferencias en el proceso crítico. Se identificó aquellas medidas que tienen mayor variabilidad y se tomó muestras de las variables seleccionadas. Posteriormente, se realizó una prueba de normalidad a estas variables y se mostró las gráficas de control e índice de capacidad de proceso de las variables tipificadas. Finalmente, se realizó un estudio R & R para determinar la exactitud del sistema de medición.

##### **4.2.2.1. Método de medición actual**

En la etapa anterior se determinó al proceso de Escaldado como base para el desarrollo del estudio por ser el más crítico. A continuación, se describe su sistema de medición actual.

La toma de muestras, mediciones respectivas e inspección en el proceso de Escaldado, por parte del personal del área de calidad, se realiza de la siguiente manera:

- El control se da de manera periódica a las jabas con los trozos de pollos ya sellados.
- La inspección se da mediante el tacto y la observación de la carne sellada.
- Si se observa fallas en el sellado, se procede a realizar la medida correctiva correspondiente.

- Finalmente, todo es registrado por el personal del área de calidad.

Así mismo, se realiza un control constante de la temperatura y el tiempo de cocción, registrándose las mediciones cada 15 minutos.

#### **4.2.2.2. Selección de las variables a medir**

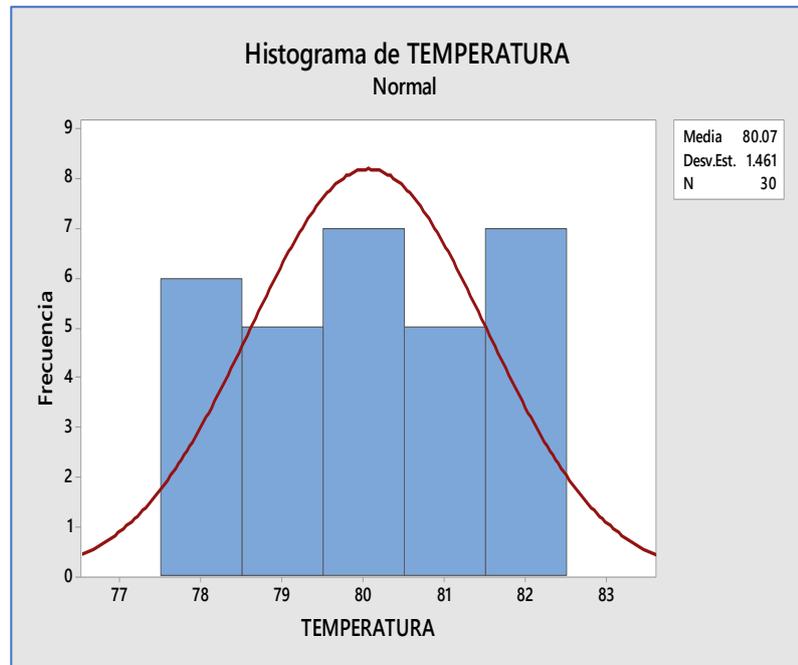
Para el proceso de Escaldado, se seleccionó la temperatura como variable a medir ya que está relacionado directamente con el sellado del alimento (el tiempo no es considerado como variable a medir por ser constante). Se analizó las mediciones realizadas por el área de calidad para el sellado del alimento (temperatura). Para esto, se registró en una hoja Excel una muestra de los datos tomados del periodo abril – agosto 2017. (Ver tabla N°4).

**Tabla 4. Registro de temperatura de sellado**

	1° abr. °C	3° abr. °C	4° abr. °C	5° abr. °C	6° abr. °C	7° abr. °C	8° abr. °C	10° abr. °C	11° abr. °C	12° abr. °C	13° abr. °C	14° abr. °C	15° abr. °C
<b>06:30</b>	81	78	82	77	81	76	78	76	82	77	81	82	76
<b>06:45</b>	82	79	82	82	77	82	77	82	80	81	79	79	78
<b>07:00</b>	82	82	78	81	78	77	80	81	77	80	79	78	77
<b>07:15</b>	80	80	82	82	78	77	82	79	78	76	79	82	81
<b>07:30</b>	77	79	82	82	82	76	79	79	81	77	79	82	79
<b>07:45</b>	82	78	76	76	78	82	78	80	78	82	82	82	79
<b>08:00</b>	77	80	79	81	82	80	79	77	77	82	82	76	80
<b>08:15</b>	80	82	76	80	77	80	79	79	76	82	81	80	76
<b>08:30</b>	79	78	78	82	81	77	81	81	80	79	79	78	81
<b>08:45</b>	77	76	78	79	81	76	80	78	80	78	82	78	76
<b>09:00</b>	80	82	76	82	78	77	78	82	77	81	82	77	77
<b>09:15</b>	76	78	77	76	77	82	79	79	82	81	80	82	76
<b>09:30</b>	76	76	77	81	82	82	76	79	78	79	77	79	79
<b>09:45</b>	77	77	80	80	79	77	78	80	77	77	76	80	76
<b>10:00</b>	81	82	76	80	82	79	82	78	77	81	80	76	79
<b>10:15</b>	82	82	78	82	76	76	81	81	81	76	82	76	78
<b>10:30</b>	79	77	76	79	82	80	78	82	78	78	76	81	80
<b>10:45</b>	81	78	76	80	78	79	80	80	76	81	82	81	78
<b>11:00</b>	82	82	76	80	81	78	79	77	77	80	76	81	78
<b>11:15</b>	79	78	80	80	79	78	81	76	81	78	81	76	81
<b>11:30</b>	80	80	80	82	81	78	81	79	80	76	76	78	81
<b>11:45</b>	79	80	79	77	76	76	80	77	82	80	81	80	81
<b>12:00</b>	82	78	79	82	78	82	82	79	76	82	80	80	82
<b>12:15</b>	81	82	76	82	80	82	78	79	80	81	76	82	79
<b>12:30</b>	79	81	79	78	80	76	81	78	78	79	78	81	80
<b>12:45</b>	82	78	81	82	79	78	76	80	81	77	76	78	80
<b>13:00</b>	80	82	81	81	82	81	79	78	82	80	77	80	80

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el histograma de las diferencias en medidas recolectadas por el área de calidad para cada una de las mediciones hechas en el área, tal como se observa en la figura N° 24.



**Figura 24. Histograma de Temperatura de Sellado**

*Fuente: Minitab 18*

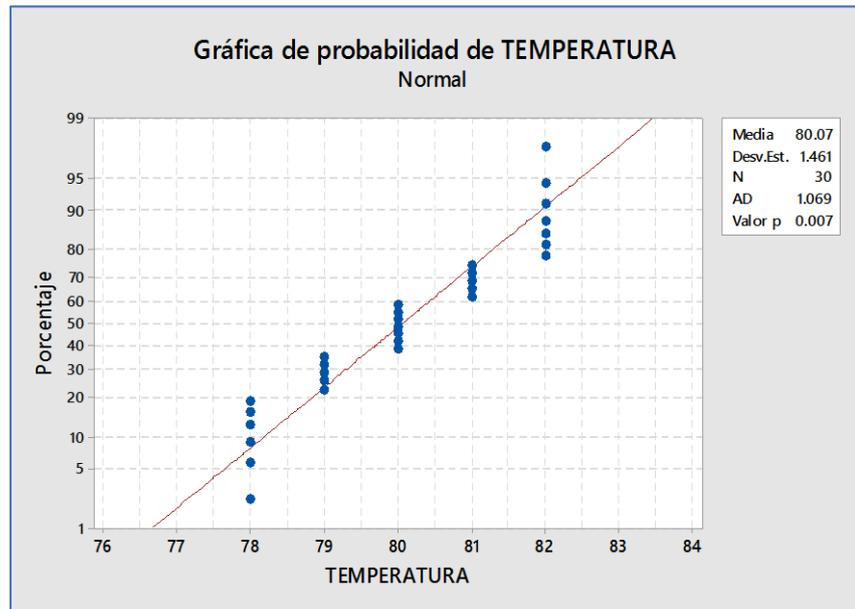
El gráfico expone que la variable temperatura se ajusta a una distribución normal, sin embargo, se observa que la variable no se centra en la temperatura de 78-80°C existiendo corridas en ambas colas que reflejan medidas inferiores y superiores a la especificada.

En conclusión, para el desarrollo de la metodología se identificó la variable temperatura de sellado, considerando que representa un mayor porcentaje de las fallas en el período analizado.

### 4.2.2.3. Prueba de Normalidad

Con la finalidad de poder realizar gráficas de control X-R y un análisis de capacidad de proceso crítico se probará la normalidad de la variable en estudio.

La figura N° 25 muestra la prueba de normalidad de la variable temperatura, la cual se muestran a continuación:



**Figura 25. Prueba de normalidad para Temperatura de sellado**

Fuente: Minitab 18

La figura muestra que el p-value para la prueba de normalidad es mayor a 0.05 lo que indica que los datos se ajustan a la distribución normal con media 80.07 °C y una desviación estándar de 1.461 °C.

#### 4.2.2.4. Gráfica de Control para variables

Ya representada la variable del estudio se realizó las gráficas de control X-R con el objetivo de conocer el comportamiento de las medias y de los rangos de la variable y determinar si el proceso se encuentra bajo control o fuera de control estadístico. La figura N° 26 muestra el gráfico de control para la variable temperatura.

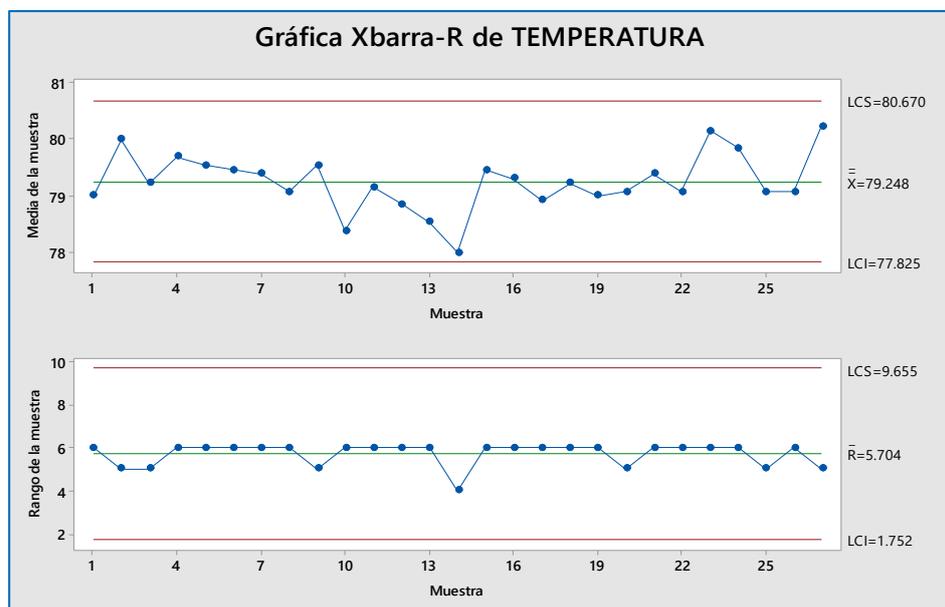


Figura 26. Gráfica X-R de Temperatura de sellado

Fuente: Minitab 18

En conclusión, se observa que las cartas se encuentran bajo control estadístico. Sin embargo, esto no indica si el desempeño del proceso está cumpliendo las especificaciones del cliente. Para esto, el análisis de capacidad de proceso es una posible solución.

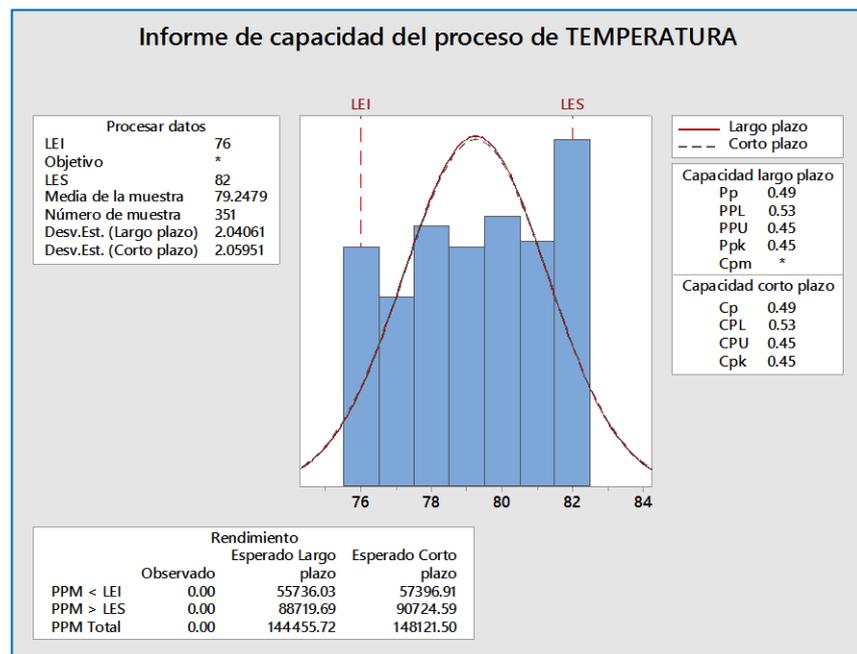
#### 4.2.2.5. Capacidad de Proceso

Para medir la variabilidad del proceso con respecto a las especificaciones del cliente se calculan los índices de capacidad de proceso para la variable en estudio.

Existen tres condiciones para que el cálculo del índice sea relevante las cuales son Montgomery (2006, pág. 350):

- La variable sigue una distribución normal.
- El proceso está bajo control estadístico.
- La media está centrada entre el límite superior y el límite inferior.

Analizando la variable se observa que ambas cumplen con estas condiciones. Teniendo esto en cuenta se procede al cálculo de los índices de capacidad.



**Figura 27. Capacidad de proceso de Temperatura de sellado**

Fuente: Minitab 18

En figura N° 27 se observa un valor de índice Cp de 0,49 para la variable “Temperatura”. Este valor se compara con los valores mínimos teóricos y se determina que el proceso no cumple con los estándares esperados para procesos existentes. Es decir, el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones del cliente.

#### 4.2.2.6. Estudio R&R

Se realizó un análisis R&R al sistema de medición actual cuyo propósito es cuantificar las fuentes de variación en el sistema de medición. Para esto, se tomaron 30 muestras y se realizaron 2 réplicas por cada uno de los tres operarios de calidad seleccionados. Las mediciones se realizaron de manera aleatoria y se ingresaron al software Minitab para analizar el sistema de medición.

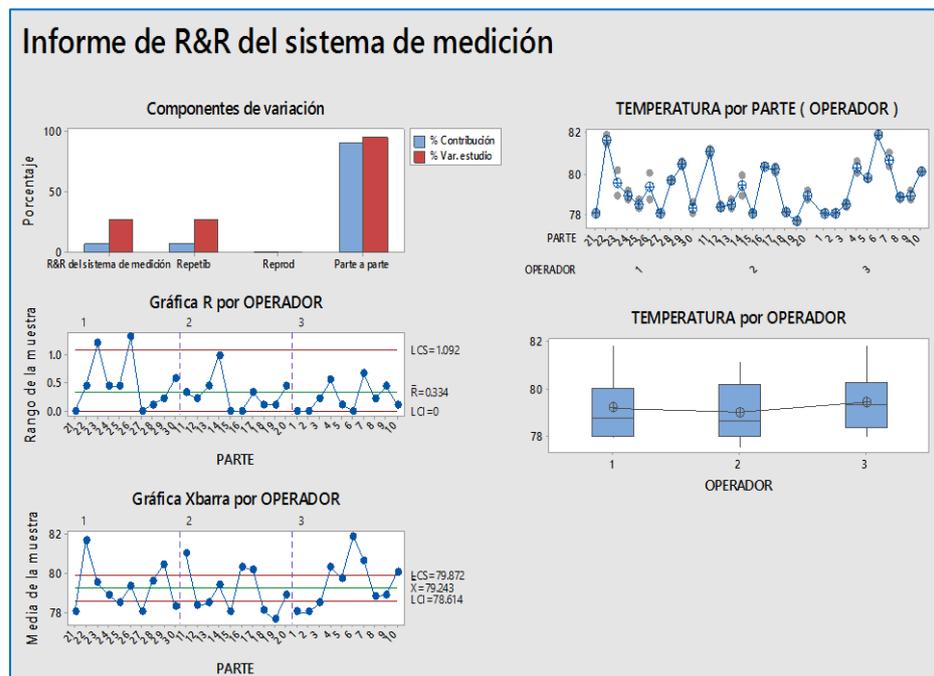


Figura 28. Informe Estudio R&R para la variable Temperatura

Fuente: Minitab 18

Seguidamente en las tablas N° 5 y N° 6 se muestran las consideraciones pertinentes para interpretar el sistema de medición.

**Tabla 5. Criterio Aceptación para un Sistema de Medición**

<b>%Tolerance, %StudyVar %Process</b>	<b>El sistema es...</b>
Debajo de 10%	Aceptable
10% a 30%	Potencialmente aceptable
Encima de 30%	No aceptable

*Fuente: Minitab 2017. Minitab Inc. (2014, 2016)*

**Tabla 6. Número de Categorías de un Sistema de Medición**

<b># Categorías</b>	<b>Significado</b>
< 2	El sistema no puede discriminar entre partes
= 2	Partes pueden ser divididas en grupos altos y bajos, como en datos de atributo
≥ 5	El sistema es aceptable (de acuerdo con AIAG) y puede distinguir entre partes

*Fuente: Minitab 2017. Minitab Inc. (2014, 2016)*

El análisis ANOVA de la figura N° 29 muestra que los p-values para operador es mayor a 0.05 lo que significa que cumple con la hipótesis nula, es decir, no existe diferencia entre las mediciones de los operarios. Por otro lado, el p-value para parte y la interacción de parte – operador es menor a 0.05 lo que significa que existe diferencia de mediciones entre las partes. Este resultado indica que el sistema de medición detecta diferencia entre partes y no entre operarios.

R&R del sistema de medición (anidado) para TEMPERATURA					
Fuente	GL	SC	MC	F	P
OPERADOR	2	2.190	1.09489	0.2280	0.798
PARTE (OPERADOR)	27	129.651	4.80188	33.2678	0.000
Repetibilidad	30	4.330	0.14434		
Total	59	136.171			

**Figura 29. Estudio R&R para la variable Temperatura**

Fuente: Minitab 18

En la figura N° 30 se observa que el mayor porcentaje de contribución a la variación es debido al cambio de partes con un 97.04%. Además, muestra que el porcentaje de contribución a la variación por parte del sistema de medición es de 24.16%. La contribución a la variación por repetibilidad es de 24.16% y 0% de reproducibilidad.

Componentes de la varianza		
Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
Gage R&R total	0.14434	5.84
Repetibilidad	0.14434	5.84
Reproducibilidad	0.00000	0.00
Parte a parte	2.32877	94.16
Variación total	2.47311	100.00

Evaluación del sistema de medición			
Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 × DE)	%Var. estudio (%VE)
Gage R&R total	0.37992	2.27953	24.16
Repetibilidad	0.37992	2.27953	24.16
Reproducibilidad	0.00000	0.00000	0.00
Parte a parte	1.52603	9.15618	97.04
Variación total	1.57261	9.43567	100.00

Número de categorías distintas = 5

**Figura 30. Estudio R&R para la variable Temperatura**

Fuente: Minitab 18

Interpretando la información, deducimos que:

- El número de categorías obtenido en la figura N° 30 es igual a 5 y teniendo en cuenta la tabla N° 5 se puede decir que el sistema de medición es aceptable y puede distinguir diferencia entre parte para la variable temperatura.
- El sistema es potencialmente aceptable, ya que se encuentra en el rango de 10% a 30%. Sin embargo, se considera aceptable ya que las mediciones no son críticas de acuerdo con la opinión de los expertos del área.

En conclusión, se deduce que el sistema de medición es aceptable y que los datos obtenidos para el desarrollo del estudio son aceptables.

#### **4.2.3. ANALIZAR**

En esta etapa se analizarán las causas que originan los productos defectuosos en el proceso productivo. Para esto, se realizará el Diagrama de Ishikawa como análisis de causa-efecto para detectar las causas raíz que originan las fallas. Luego, se utilizará un análisis modal falla efecto (AMFE) para calcular el número de prioridad de riesgo de los modos de fallo en el proceso de Escaldado. Finalmente, se realizará el análisis de Diseño de Experimentos para determinar los factores que afectan significativamente al proceso.

#### 4.2.3.1. Diagrama de Ishikawa

Una vez identificado que los tipos de falla más frecuentes se encuentran en el proceso de Escaldado se procedió a realizar un análisis causa-efecto que se presentan a continuación.

Se observa en la figura N° 25 que existen diferentes causas relacionadas a los factores: hombre, material, medición, máquina, método y entorno. Este diagrama de espina de pescado fue elaborado con la colaboración del equipo de calidad del proceso productivo y en este se pueden observar las posibles causas para obtener fallas por medidas.

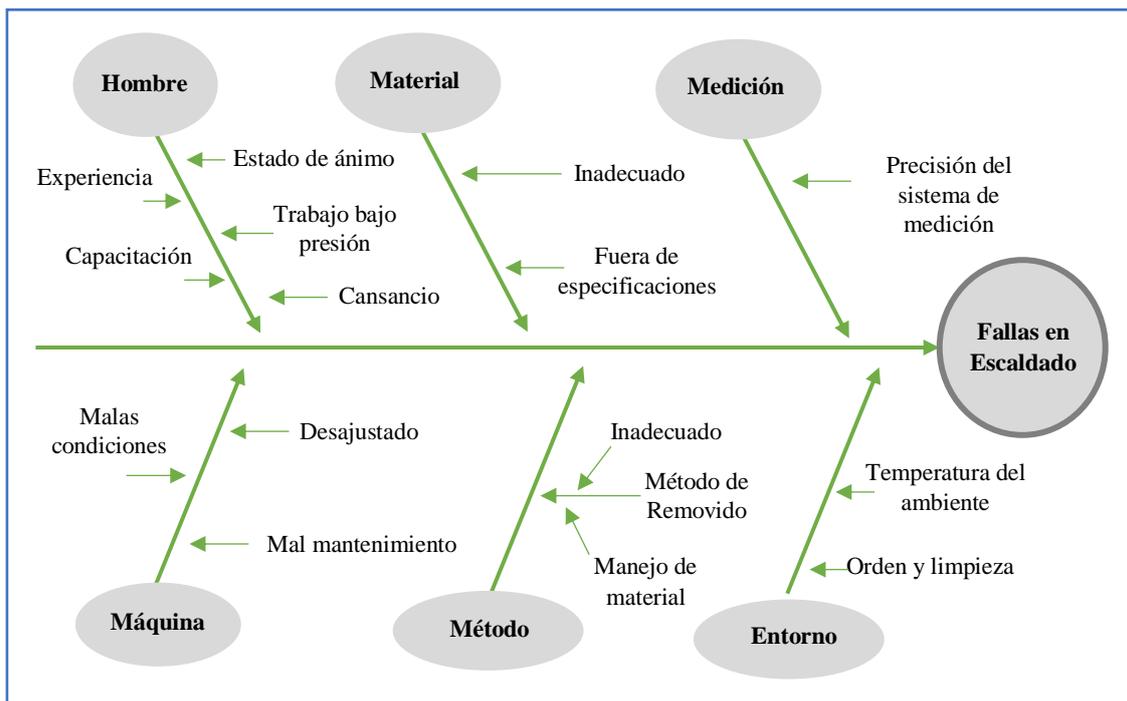


Figura 31. Diagrama de Ishikawa - Fallas en Escaldado

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al factor Hombre las causas resaltantes pueden ser el cansancio, el trabajo bajo presión, el estado de ánimo y la experiencia. Así mismo, se evidenció falta de capacitación al personal en temas de calidad.

Para el factor Material, se encontró que una posible fuente principal de fallas es la presencia de materia prima inadecuada y fuera de especificaciones, como es el caso en el subproceso de Escaldado que la presencia de jabas con exceso de trozos de pollo dificulta la cocción. Por otro lado, el no contar actualmente con una hoja de verificación para controlar el buen estado de materiales puede generar problemas en el proceso crítico.

Bajo el factor Medición y de acuerdo con la opinión de los especialistas del área se encontró que una posible causa para obtener fallas en el Escaldado es la precisión del sistema de medición; sin embargo, según los resultados del análisis R&R se comprobó que el sistema de medición del área es adecuado.

Para el factor Máquina las malas condiciones y el desajuste de la cocina es una causa para que existan fallas en la cocción del alimento. Así mismo, la falta de una hoja de verificación para controlar el buen estado de las máquinas antes de su uso puede ser un factor de falla en el mantenimiento preventivo.

Para el factor Método se encontró que las posibles causas para que ocurra una falla en el Escaldado son la falta de procedimientos y mecanismos de control para el removido y

escurrido. En cuanto al método de removido, se observó que se realiza con una paleta dirigida por un operario; actualmente, esta operación no se encuentra estandarizada. origina la pérdida de peso por evaporación de las carnes.

Bajo el factor Entorno se encuentran posibles causas como la temperatura ambiente del área de trabajo que puede disminuir la eficiencia del operario. Además, el orden y limpieza de la cocina puede conllevar a un mal sellado de la materia prima.

En conclusión, aquellas causas que son relevantes para que se presenten fallas en la etapa de Escaldado son:

- Especificaciones de jabas con materia prima.
- Malas condiciones de la cocina.
- Falta de procedimientos en la operación de Escaldado.
- Mal manejo de jabas con trozos sellados.
- Orden y limpieza en espacio de trabajo.
- Falta de capacitación.

#### **4.2.3.2. Análisis Modal Falla Efecto (AMFE)**

En este punto se desarrolla un análisis modal de fallos y efecto para identificar y prevenir los modos de fallo en las etapas de Escaldado. Para esto, se evaluó el Número de Prioridad de Riesgo (NPR) que incluye los valores de gravedad (s), probabilidad (o) y probabilidad de no detección (D). Estos valores van del 1 al 10 según los criterios mostrados en la tabla.

El resultado de evaluar el AMFE (ver tabla N° 7) muestra que las fallas relacionadas al método de removido y diferencias de medidas en la cocción de los trozos de pollo que tienen un alto nivel de prioridad de riesgo. Es por esto, que se debe plantear acciones correctivas y preventivas para evitar esas fallas. En el análisis se propone establecer un método óptimo de removido, establecer gráficos de control y establecer mejoras en el sellado de pollo. Sin embargo, las propuestas serán detalladas en la siguiente etapa.

**Tabla 7. Análisis Modal Falla Efecto del Área de Escaldado**

<b>Producto</b>	<b>Operación</b>	<b>Modo de Fallo</b>	<b>Efecto de Fallo</b>	<b>(s)</b>	<b>Causa del Fallo</b>	<b>(o)</b>	<b>Control</b>	<b>(D)</b>	<b>NPR</b>	<b>Acción Correctiva</b>
Jabas con pollo sellado	Removido	Sellado no homogéneo del pollo	Presencia de pollo crudo	9	Método de Removido	10	Supervisión visual	7	<b>630</b>	Establecer un método óptimo de removido
Jabas con pollo crudo	Removido	Sellado no homogéneo del pollo	Presencia de pollo crudo	10	Variación de temperatura de cocina	9	Termómetro	5	<b>450</b>	Establecer gráficos de control, y mejoras en el sellado de pollo
Jabas con pollo sellado	Sumergido	Sellado no homogéneo del pollo	Presencia de pollo crudo	9	Exceso de jabas en cocina	10	Supervisión visual	3	270	Capacitar al personal, y controlar el sumergido de jabas
Cocina	Removido	Presencia de proteínas	Cocina con presencia de proteínas	6	Malas condiciones de la cocina	8	Supervisión visual	4	192	Establecer un plan de mantenimiento de la cocina
Jabas con pollo sellado	Sumergido	Sellado no homogéneo del pollo	Presencia de pollo crudo	7	Temperatura baja del pollo	4	Termómetro	5	140	Controlar la temperatura de ingreso de la materia prima
Agua de cocina	Sumergido	Variación de temperatura del agua de cocina	Sellado no homogéneo del pollo	5	Variación de temperatura de agua de red	4	Termómetro	4	80	Estandarizar la temperatura de agua de red

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.3.1. Diseño de Experimentos (DOE)

En este punto se busca conocer cuáles son los factores que afectan a la variable de respuesta (temperatura de sellado). Para esto, se utilizó el diseño de experimentos que permite identificar los factores más relevantes.

- **Selección de factores, niveles y rangos:** Con los resultados obtenidos del análisis AMFE y de una lluvia de ideas realizada con los especialistas del área de escaldado, se estableció a la “cantidad de pollo a sellar”, la “temperatura de cocina” y el “tiempo de sellado” como factores principales para la ejecución del experimento. Según lo establecido anteriormente, se procedió a seleccionar los niveles y rangos para cada factor.

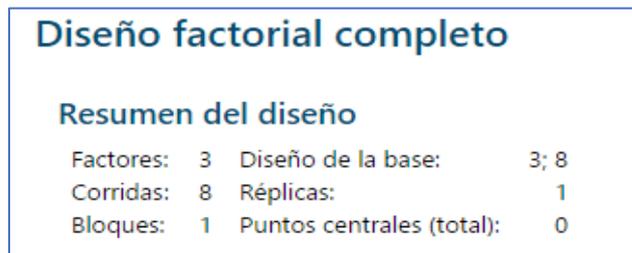
<b>FACTOR</b> <b>A</b>	Cantidad de pollo a sellar <ul style="list-style-type: none"><li>• Nivel alto: 5 kg (+1)</li><li>• Nivel bajo: 3 kg (-1)</li></ul>
<b>FACTOR</b> <b>B</b>	Temperatura de cocina <ul style="list-style-type: none"><li>• Nivel alto: 82 °C (+1)</li><li>• Nivel bajo: 76 °C (-1)</li></ul>
<b>FACTOR</b> <b>C</b>	Tiempo de sellado <ul style="list-style-type: none"><li>• Nivel alto: 50`` (+1)</li><li>• Nivel bajo: 48`` (-1)</li></ul>

*Figura 32. Factores para el Diseño de Experimentos*

*Fuente: Elaboración propia*

- **Variable de Respuesta:** La variable de respuesta seleccionada es el sellado correcto del alimento, para ello se considerará la cantidad de pollo que se logra sellar correctamente, esto representado porcentualmente.

Teniendo esto en cuenta, si se considera el diseño 2k completo con dos réplicas se necesitará un total de 16 tratamientos. Se consideró los tres factores mencionados: Cantidad de pollo a sellar (A), Temperatura de cocina (B) y Tiempo de sellado (C).



*Figura 33. Resumen de Diseño de Experimento*

*Fuente: Minitab 18*

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	OrdenEst	OrdenCorrida	PtCentral	Bloques	PESO	TEMPERATURA	TIEMPO	RESPUESTA
2	2	2	1	1	5	78	48	54.00
3	3	3	1	1	3	82	48	100.00
4	4	4	1	1	5	82	48	84.00
5	5	5	1	1	3	78	50	73.33
6	6	6	1	1	5	78	50	64.00
7	7	7	1	1	3	82	50	100.00
8	8	8	1	1	5	82	50	82.00
9	9	9	1	1	3	78	48	73.33
10	10	10	1	1	5	78	48	40.00
11	11	11	1	1	3	82	48	80.00
12	12	12	1	1	5	82	48	76.00
13	13	13	1	1	3	78	50	86.67
14	14	14	1	1	5	78	50	58.00
15	15	15	1	1	3	82	50	96.67
16	16	16	1	1	5	82	50	90.00

*Figura 34. Matriz DOE*

*Fuente: Minitab 18*

A continuación, se analizará los resultados obtenidos del experimento con la finalidad de determinar los factores que son relevantes para la variable de respuesta. Estos resultados fueron analizados en el software Minitab, donde se plantea la siguiente prueba de hipótesis:

- $H_0: \tau_A = \tau_B = \tau_C = \tau_{AB} = \tau_{AC} = \tau_{BC} = \tau_{ABC} = 0$  (El factor no influye)
- $H_1: El\ factor\ si\ influye\ en\ la\ variable\ de\ respuesta$

Se obtuvo el análisis de varianza que se muestra en la figura N° 35.

Regresión factorial: RESPUESTA vs. PESO; TEMPERATURA; TIEMPO						
Coeficientes codificados						
Término	Efecto	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante		-490	136	-3.60	0.004	
PESO	-18.58	-9.29	2.15	-4.33	0.001	1.00
TEMPERATURA	10.79	5.40	1.07	5.03	0.000	1.00
TIEMPO	7.08	3.54	2.15	1.65	0.125	1.00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

RESPUESTA = -490 - 9.29 PESO + 5.40 TEMPERATURA + 3.54 TIEMPO

Figura 35. Análisis de Varianza DOE

Fuente: Minitab 18

Se observa que los valores del p-value para el factor A y el factor B son menores a 0,05. Por lo tanto, esta interacción es significativa y se rechaza la hipótesis nula para estos factores.

En la figura N° 36 se muestra un Diagrama de Pareto de efectos estandarizados donde se observa el efecto sobre la variable de respuesta que toma los factores y sus distintas combinaciones.

Por otro lado, se puede observar que el factor B tiene el mayor efecto en la variable de respuesta que los demás factores. Por otro lado, el factor C es el que tiene el menor efecto en la variable de respuesta.

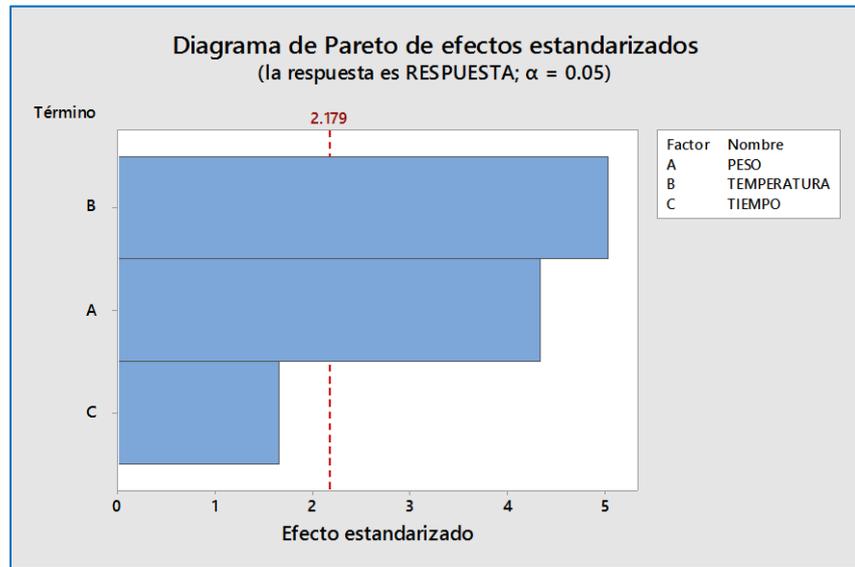


Figura 36. Diagrama de Pareto para efectos estandarizados

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se concluye que los factores A (Cantidad de pollo a sellar) y B (Temperatura de sellado) son relevantes para la variable de respuesta “Diferencia en cocción”.

#### 4.2.4. MEJORAR

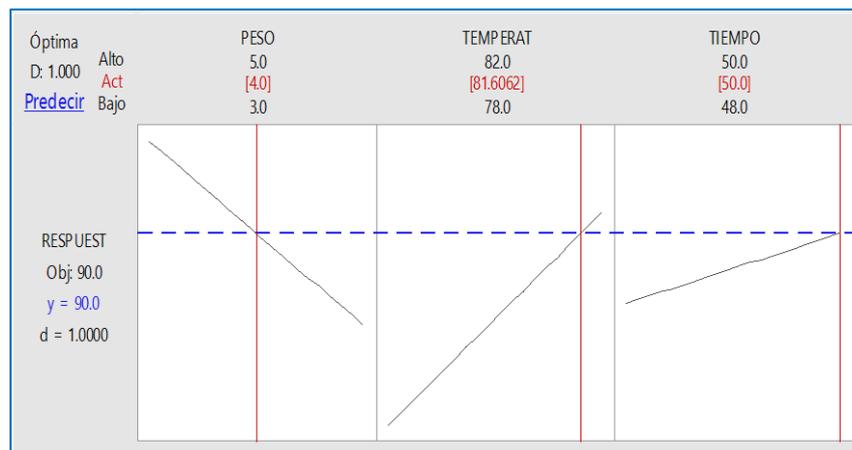
En la etapa anterior se encontró las causas que originan los problemas de calidad en el área de escaldado. Con base en estos resultados la presente etapa detalla las propuestas de mejora en el proceso. A continuación, se propone la combinación óptima de acuerdo con los resultados del diseño de experimentos. Seguidamente, se propone el uso del método Poka Yoke para evitar fallas inadvertidas. También se propone, la

estandarización de procesos mediante la implementación de procedimientos y un plan de capacitación al personal.

#### 4.2.4.1. Optimización de Diseño de Experimentos (DOE)

En el punto anterior a través del Diseño de Experimentos se demostró que los factores relevantes para el proceso son la cantidad de pollo a sellar y la temperatura de sellado.

Para el estudio se desea conocer el ajuste adecuado de estos factores relevantes para que la variable de respuesta se ajuste a una diferencia óptima. Para ello se utilizó el optimizador de respuesta del software Minitab para determinar la combinación de los niveles óptimos para cada factor, los cuales se representan en la figura N° 37, a fin de obtener las menores diferencias en la cocción de la materia prima.



**Figura 37. Gráficos de Efectos Principales**

*Fuente: Elaboración propia*

En conclusión, los niveles adecuados para los factores principales son los siguientes: 4 kg de pollo crudo, 81.6 °C y 50 segundos para la temperatura y tiempo de sellado respectivamente.

#### 4.2.4.2. Poka Yoke

Con el fin de alcanzar cero defectos y evitar errores en la operación de un sistema se utilizará el método Poka Yoke.

Este método se aplicará en el área de escaldado, ya que según el análisis causa efecto (Ishikawa) se identificó que uno de los principales problemas es la falta de precisión en los sistemas de medición del área.

A continuación, se presentará la aplicación de la herramienta Poka Yoke para tres casos:

- **Aplicación de un colaborador:** En el DOE se estableció la cantidad óptima de pollo a sellar, el cual es un factor crítico para el proceso productivo. Este colaborador, ayudará a prevenir que los operarios excedan la cantidad de pollo a cocinar. En la tabla N° 8 se puede observar el detalle de la propuesta.

*Tabla 8. Propuesta Poka Yoke 1*

<b>PROPUESTA POKA YOKE 1</b>	
<b>Proceso</b>	Escaldado.
<b>Problema</b>	Exceso de pollo crudo en jabas.
<b>Solución</b>	Aplicación de un colaborador para el supervisor de calidad.
<b>Mejora clave</b>	Permite llevar un control de la cantidad de pollo crudo en las jabas para su sellado, además de colaborar en otros aspectos en el área de escaldado.
<b>Descripción del Proceso</b>	El proceso precedente abastece de jabas con pollo crudo al proceso de escaldado, para ello el colaborador controla la cantidad óptima de alimento para su respectivo sellado.

*Fuente: Elaboración propia*

- **Realización de un Chek List:** Este Poka Yoke, mostrado en la tabla N° 9, busca eliminar las paradas en las operaciones por falta de materiales. Además, busca eliminar la causa de que los materiales y equipos se encuentren en un estado no óptimo de trabajo de acuerdo con el análisis de Ishikawa del capítulo 4.3.3.1.

*Tabla 9. Propuesta Poka Yoke 2*

<b>PROPUESTA POKA YOKE 2</b>	
<b>Proceso</b>	Escaldado.
<b>Problema</b>	Materiales y equipos en mal estado.
<b>Solución</b>	Realización de un Check List previo al sellado del alimento.
<b>Mejora clave</b>	Permite llevar un control sobre el estado de los materiales y equipos utilizados en el proceso.
<b>Descripción del Proceso</b>	El proceso de escaldado se realiza en el escaldador con la ayuda de las paletas, para ello se revisa el cumplimiento de los requerimientos de los materiales y equipos a través de un Check List (ver anexo 3).

*Fuente: Elaboración propia*

- **Rediseño de Jabas y manipulación de las paletas:**  
Este Poka Yoke propone el rediseño de las jabas que contienen al pollo (ver Figura N° 38) y busca el uso adecuado de las paletas estableciéndose un método de removido del alimento a sellar (ver Figura N°39). Todo esto con el objetivo de evitar mermas en el proceso y una mal cocción del alimento. El detalle de la propuesta se observa en la tabla N° 10.

Tabla 10. Propuesta Poka Yoke 3

<b>PROPUESTA POKA YOKE 3</b>	
<b>Proceso</b>	Escaldado.
<b>Problema</b>	Presencia de mermas y cocción no homogénea.
<b>Solución</b>	Rediseño de las jabas y adecuada manipulación de paletas para el removido.
<b>Mejora clave</b>	Permite llevar un método de removido adecuado, para así evitar la pérdida de pollo durante el removido, y la cocción no homogénea de la materia prima.
<b>Descripción del Proceso</b>	El proceso implica remover la materia prima con la ayuda de las paletas hasta lograr su sellado, un adecuado uso de las paletas y el rediseño de jabas permite la homogenización del sellado y la eliminación de las mermas presentes.

Fuente: Elaboración propia

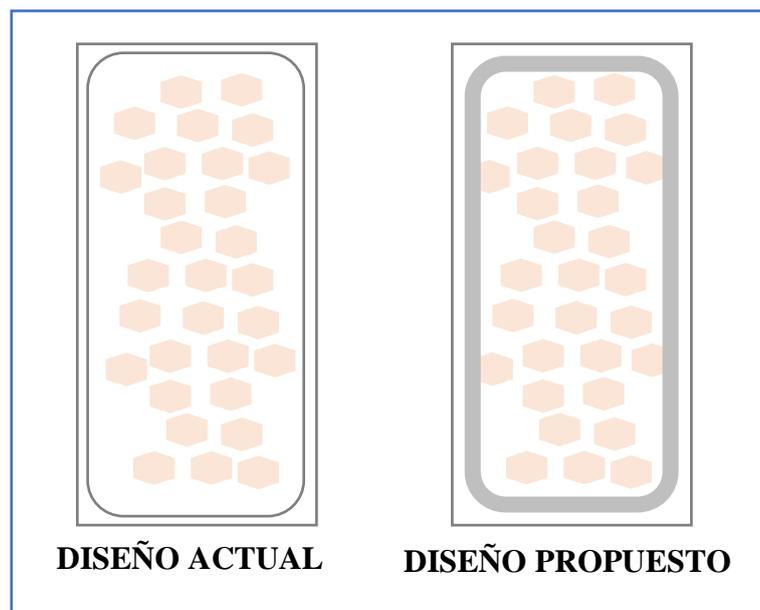


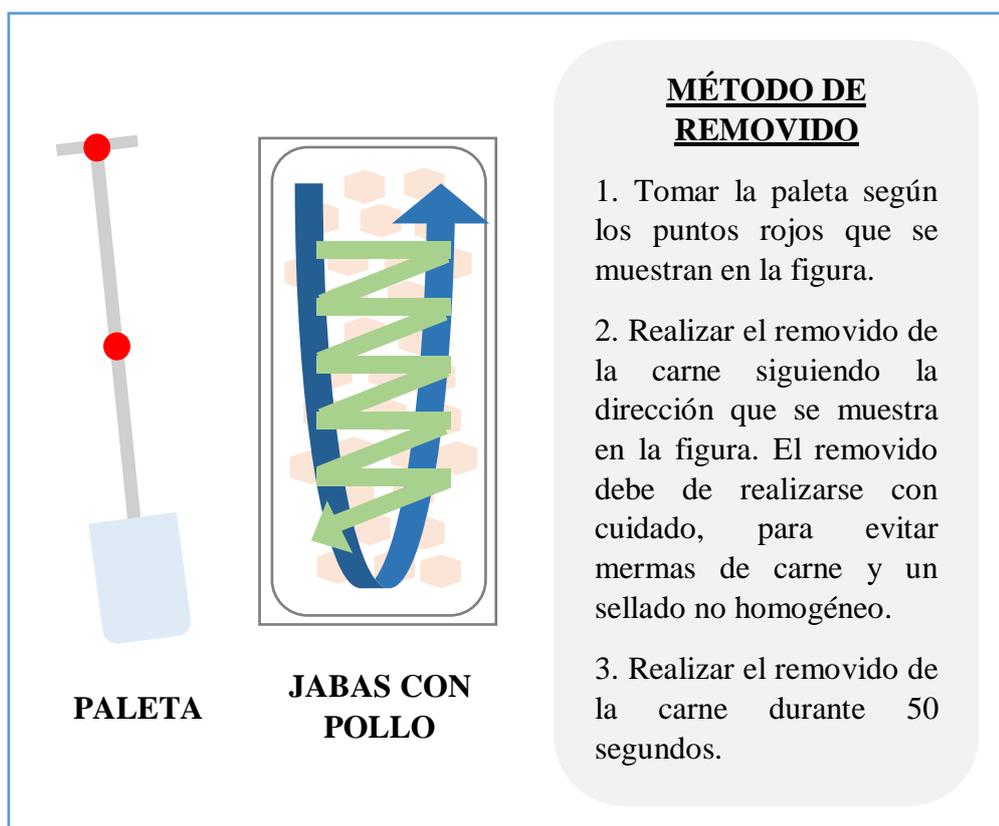
Figura 38. Rediseño de las jabas de pollo

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4.3. Estandarización de Procesos

Dentro del proceso de Escaldado se identificó que la operación de removido genera una cocción no homogénea del alimento, así como la presencia de mermas.

Con la finalidad de reducir estos problemas y asegurar la estandarización del mismo se proponen procedimientos (ver figura N° 39) que indican la forma adecuada de realizar la operación de removido para que los resultados se ajusten a las especificaciones del producto y evitar mermas del alimento.



*Figura 39. Estandarización de Procesos para el Método de Removido*

*Fuente: Elaboración propia*

#### **4.2.4.4. Capacitación al personal**

La metodología DMAIC es una herramienta que se enfoca en la mejora incremental de los procesos existentes proponiendo valores óptimos para las operaciones. Para ello se debe considerar dentro del estudio al factor humano quien está involucrado de manera directa en la efectividad de las mejoras, ya que sin el interés y los conocimientos necesarios por parte de los operarios no se podría conseguir un nivel significativo de mejoras y disminución de defectos.

Por estas razones se capacitarán a los operarios y líderes de cargo medio y alto en temas identificados en el diagrama causa-efecto (ver figura N° 31) y de acuerdo con los temas propuestos por los especialistas del área de escaldado:

- Concepto de la calidad y sus ventajas de aplicación.
- Orientación y conceptos de metodología DMAIC.
- Procesos y herramientas de la metodología DMAIC.
- Rol fundamental de la empresa para la sociedad.
- Rol fundamental del trabajador para la empresa.
- Herramientas de la calidad.
- Condiciones adecuadas del ambiente de trabajo (área de escaldado).
- Mantenimiento periódico y preventivo de equipos.

#### **4.2.5. CONTROLAR**

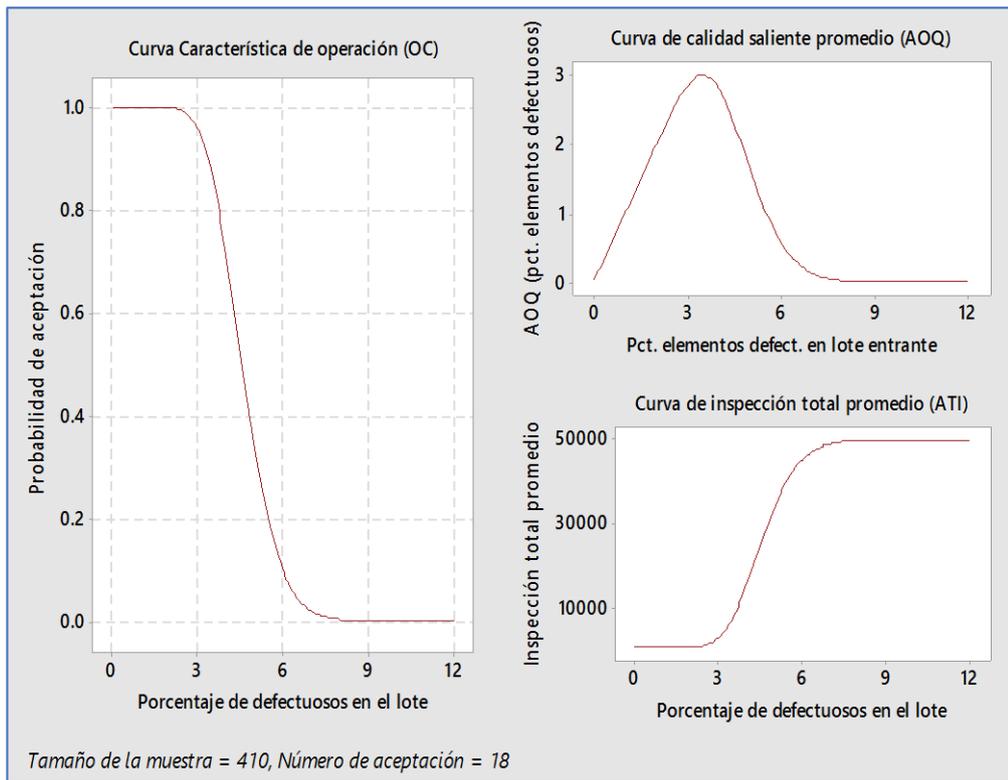
La etapa final de la metodología DMAIC busca establecer mecanismos de control para las mejoras propuestas cuyo objetivo es asegurar que las mejoras se mantengan en el tiempo y detectar cambios que afecten al proceso para mantener los procesos bajo control. A continuación, se propone la utilización de gráficas de control para las diferencias en medidas y uso de hojas de verificación para el proceso crítico.

- **Gráfico de Control por variable:**

Debido a que se identificó que la variable diferencia de “Temperatura” es crítica para el área de escaldado. Se deberá establecer gráficas de control para esta variable, ya que actualmente solo se registran los datos con una frecuencia de 15 minutos.

El tipo de gráfico que se propone es el de X-R para poder controlar las diferencias en mediciones de la materia prima sellada. El área de calidad ve conveniente realizar la gráfica cada 4 horas, para evitar complicaciones en el trabajo del supervisor de calidad correspondiente al área de escaldado. La muestra que se determinó con la Curva de Operación es de 410 jabas con un nivel de aceptación de 18 jabas (ver figura N° 40).

Teniendo esto en cuenta y luego de implementar las mejoras propuestas se deben tomar nuevos datos para establecer los límites de control para las diferencias en medidas Temperatura.



**Figura 40. Curva de Operación**

Fuente: Minitab 18

- **Monitoreo con hoja de verificación**

Para ejercer un control sobre las propuestas de mejora, se propone utilizar una hoja de verificación para corroborar el cumplimiento de las condiciones adecuadas para la ejecución del proceso de escaldado (ver anexo 4). El supervisor de calidad del área de escaldado será el responsable de velar por el cumplimiento de las condiciones requeridas.

### 4.3. Mejora de Procesos

Las propuestas de mejora planteadas en el desarrollo de la metodología DMAIC buscan la mejora del proceso de escaldado en la producción de conservas de pollo, incrementando la eficiencia del proceso con la optimización de mermas, defectos (fallas) y tiempos muertos. Así mismo, aseguran el cumplimiento de estándares de calidad que está relacionado con la eficacia del proceso.

**a) Propuesta 1:** La optimización de Diseño de Experimentos (DOE)

determinó que los niveles adecuados para los factores principales son: 4 kg de pollo crudo, 81.6 °C y 50 segundos para la temperatura y tiempo de sellado respectivamente. Estos factores aseguran un adecuado sellado del pollo, lo cual evita que se generen defectos por cocción en el proceso de escaldado.

**b) Propuesta 2:** Sistema Poka Yoke.

- **Poka Yoke 1 (Aplicación de un colaborador):** La aplicación de un colaborador, ayudará a prevenir que los operarios excedan la cantidad de pollo a cocinar, asegurando así que se cumpla con el DOE, es decir que la cantidad de pollo a sellar debe ser de 4 kg para evitar defectos de cocción.
- **Poka Yoke 2 (Realización de un Chek List):** Este Poka Yoke busca eliminar las paradas en las operaciones por falta de materiales eliminando así los tiempos muertos presentes en el proceso. Además, busca eliminar la causa de que los materiales y equipos se encuentren en un estado no óptimo de trabajo, lo cual puede originar defectos en el proceso.

- **Poka Yoke 3 (Rediseño de Jabas y manipulación de las paletas):** Este Poka Yoke establece un rediseño de las jabas y un adecuado método de removido de la materia prima a sellar, lo que se busca con esto es evitar que se generen defectos de cocción y del mismo modo mermas al momento del removido.
  
- c) **Propuesta 3:** La estandarización de procesos tiene como finalidad reducir la variabilidad del proceso. Los procedimientos propuestos están orientados a asegurar la eficacia de los procesos, los procedimientos indican la forma adecuada de realizar el proceso de removido para que los resultados se ajusten a las especificaciones del producto (cocción adecuada) y evitar mermas del alimento.
  
- d) **Propuesta 4:** Las capacitaciones del personal tienen como finalidad incluir al factor humano en la mejora para que esta sea integral y efectiva. Ya que, se pueden realizar las mejores innovaciones y mejoras en un proceso, pero si estas no cuentan con la identificación e interés del operario no se podrá conseguir un nivel significativo de mejoras desde el punto de vista de la eficiencia y eficacia del proceso.

#### 4.4. Resultados metodológicos

##### 4.4.1. Validez del instrumento

Se realizó la validez del contenido mediante juicio de expertos para el instrumento de investigación (ver anexo 5), donde los expertos seleccionados fueron:

**Experto 1:** Ing. Israel Narvasta Torres – CIP. 146766

**Experto 2:** Ing. José Toledo Soto – CIP. 108544

**Experto 3:** Ing. Alfonzo Díaz Gúzman

La calificación que se obtuvo de cada uno de los expertos, así como la validez obtenida se muestra en la tabla N°11.

*Tabla 11. Validez del instrumento*

<b>Experto</b>	<b>Calificación</b>	<b>Calificación (%)</b>	<b>Validez</b>
Israel Narvasta Torres	14	82%	
José Toledo Soto	15	84%	83%
Alfonzo Díaz Gúzman	14	82%	

*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 12. Escala de validez*

<b>Escala</b>	<b>Indicador</b>
0,00 - 0,53	Validez nula
0,54 - 0,64	Validez baja
0,65 - 0,69	Valida
0,70 - 0,80	Muy valida
0,81 - 0,94	Excelente validez
0,95 - 1,00	Validez perfecta

*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.4.2. Confiabilidad del instrumento

Se realizó el análisis de fiabilidad en el programa estadístico SPSS Statistics 25.0 al instrumento aplicado a los dueños del problema (56 trabajadores según muestreo). Se obtuvo una fiabilidad de 0,869 (ver tabla N° 13), este instrumento estuvo conformado por 25 ítems, distribuidos en tres dimensiones para la variable X (Identificación de Problemas, Análisis de Causas y Propuestas de Soluciones) y dos dimensiones para la variable Y (Eficiencia del proceso y Eficacia del proceso).

*Tabla 13. Alfa de Cronbach aplicado al instrumento*

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,869	25

*Fuente: SPSS Statistics 25.0*

Esto quiere decir que el instrumento es excelentemente confiable según la escala de Herrera (1998), como se muestra en la tabla N° 14.

*Tabla 14. Escala de confiabilidad*

ESCALA	INDICADOR
0,00 – 0,53	Confiabilidad Nula
0,54 – 0,64	Confiabilidad Baja
0,65 – 0,69	Confiable
0,70 – 0,80	Muy Confiable
0,81 – 0,94	Excelente Confiabilidad
0,95 – 1,00	Confiabilidad perfecta

*Fuente: Notas sobre Psicometría. Herrera (1998)*

#### 4.4.3. Modelamiento de la investigación

Determinaremos el modelamiento de la investigación que pretende evaluar la relación existente entre las variables, metodología DMAIC y mejora de procesos, a fin de responder el problema y el objetivo general de la investigación.

*Tabla 15. Resumen del modelo general*

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,921 <sup>a</sup>	,849	,840	1,552

*Fuente: SPSS Statistics 25.0*

Debido a que el modelo tiene un  $R = 92,1\%$  significa que tiene una **correlación muy alta** según la escala de la siguiente tabla.

*Tabla 16. Escala de Correlación*

ESCALA	INDICADOR
0,00 – 0,19	Correlación Nula
0,20 – 0,39	Correlación Baja
0,40 – 0,69	Correlación Moderada
0,70 – 0,89	Correlación Alta
0,90 – 0,99	Correlación Muy Alta
1,00	Correlación Grande y Perfecta

*Fuente: Notas sobre Psicometría. Herrera (1998)*

*Tabla 17. Coeficientes del modelo general*

COEFICIENTES					
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	T	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
1 (Constante)	-,906	,908		-,998	,323
X1	,158	,088	,158	1,794	,079
X2	,384	,106	,383	3,611	,001
X3	2,398	,670	,438	3,579	,001

*Fuente: SPSS Statistics 25.0*

La ecuación del modelo es:

**MEJORA DE PROCESOS (Y) = -9,06 + 0,158 (Identificación de Problemas) + 0,384 (Análisis de Causas) + 2,398 (Propuesta de Soluciones)**

#### 4.4.4. Modelamientos parciales

##### 4.4.4.1. Identificación de Problemas (X<sub>1</sub>) - Mejora de Procesos (Y)

El modelo pretende evaluar la relación existente entre las variables, identificación de problemas y mejora de procesos a fin de responder el problema específico 1 y el objetivo específico 1 de la investigación.

*Tabla 18. Resumen Modelo (Identificación de Problemas - Mejora de Procesos)*

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,775 <sup>a</sup>	,601	,594	2,474

*Fuente: SPSS Statistics 25.0*

**Tabla 19. Coeficientes (Identificación de Problemas - Mejora de Procesos)**

COEFICIENTES					
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
1 (Constante)	2,855	1,288		2,216	,031
X1	,772	,086	,775	9,022	,000

Fuente: SPSS Statistics 25.0

La ecuación del modelo es:

$$\text{MEJORA DE PROCESOS (Y)} = 2,855 + 0,772 (\text{Identificación de Problemas})$$

#### 4.4.4.2. Análisis de Causas (X<sub>2</sub>) - Mejora de Procesos (Y)

El modelo pretende evaluar la relación existente entre las variables, análisis de causas y mejora de procesos a fin de responder el problema específico 2 y el objetivo específico 2 de la investigación.

**Tabla 20. Resumen Modelo (Análisis de Causas - Mejora de Procesos)**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,872 <sup>a</sup>	,761	,756	1,915

Fuente: SPSS Statistics 25.0

**Tabla 21. Coeficientes (Análisis de Causas - Mejora de Procesos)**

COEFICIENTES					
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	T	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
1 (Constante)	1,163	1,019		1,142	,259
X2	,873	,067	,872	13,108	,000

Fuente: SPSS Statistics 25.0

La ecuación del modelo es:

$$\text{MEJORA DE PROCESOS (Y)} = 1,163 + 0,873 \text{ (Análisis de Causas)}$$

#### 4.4.4.3. Propuesta de Soluciones (X3) - Mejora de Procesos (Y)

El modelo pretende evaluar la relación existente entre las variables, propuesta de soluciones y mejora de procesos a fin de responder el problema específico 3 y el objetivo específico 3 de la investigación.

Tabla 22. Resumen del modelo (Propuesta de Soluciones - Mejora de Procesos)

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,893 <sup>a</sup>	,798	,794	1,761

Fuente: SPSS Statistics 25.0

Tabla 23. Coeficientes (Propuesta de Soluciones - Mejora de Procesos)

COEFICIENTES					
Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
1 (Constante)	-,214	1,008		-,212	,833
X3	4,884	,335	,893	14,600	,000

Fuente: SPSS Statistics 25.0

La ecuación del modelo es:

$$\text{MEJORA DE PROCESOS (Y)} = -0.214 + 4,884 \text{ (Propuesta de Soluciones)}$$

#### 4.4.5. Contrastación de hipótesis

##### 4.4.5.1. Metodología DMAIC (X) – Mejora de Procesos (Y)

En este apartado se pretende evaluar la relación existente entre las variables generales, metodología DMAIC y mejora de procesos a fin de aceptar o rechazar la hipótesis nula o la hipótesis alternativa, correspondientes a la hipótesis general de la investigación.

##### 1° Formulación de las hipótesis

**H<sub>0</sub>** = La metodología DMAIC, **no se relaciona** con la mejora de procesos en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

**H<sub>1</sub>** = La metodología DMAIC, **se relaciona** con la mejora de procesos en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

##### 2° Nivel de significancia

$$\alpha = 5\%$$

##### 3° Estadístico de prueba

$$X^2_{crítica}(gl; \alpha)$$

##### 4° Establecer el criterio de decisión

Se rechazará la **H<sub>0</sub>** si:  $X^2_{crítica} < X^2_{calculado}$

## 5° Cálculos

### a) Tabla de contingencia y frecuencias esperadas

La tabla N° 24; consolida las respuestas del instrumento de la investigación en valor cuantitativo según la escala de Likert que corresponden las variables Metodología DMAIC (X) y Mejora de Procesos (Y), asimismo consolida las frecuencias esperadas según el cálculo respectivo con la siguiente ecuación. (ver Anexo 6).

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n}$$

Dónde:

$f_e$ : Frecuencia esperada

$f_r$ : Frecuencia total de una fila

$f_k$ : Frecuencia total de una columna

Por ejemplo, el cálculo de la frecuencia esperada para la fila 2, columna 1 es:

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n} = \frac{12 * 18}{56} = 3,9$$

Tabla 24. Tabla de Contingencia: Metodología DMAIC\*Mejora de Procesos

		MEJORA DE PROCESOS				Total	
		Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Siempre		
		METODOLOGIA DMAIC	Casi nunca	Recuento	12		0
Recuento esperado	3,9			5,6	2,1	,4	12,0
Algunas veces	Recuento		6	22	8	0	36
	Recuento esperado		11,6	16,7	6,4	1,3	36,0
Casi siempre	Recuento		0	4	2	2	8
	Recuento esperado		2,6	3,7	1,4	,3	8,0
Total	Recuento		18	26	10	2	56
	Recuento esperado		18,0	26,0	10,0	2,0	56,0

Fuente: SPSS Statistics 25.0

### b) Grados de Libertad

Para el cálculo de los grados de libertad se considera la siguiente ecuación:

$$gl = (r - 1)(k - 1)$$

Dónde:

$gl$ : Grados de libertad

$r$ : Número de filas

$k$ : Número de columnas

Por lo tanto:  $gl = (r - 1)(k - 1) = (3 - 1)(4 - 1) = 6$

### c) Valor crítico para el estadístico de prueba

$$X^2_{crítica}(gl; \alpha) = X^2_{crítica}(gl = 6; \alpha = 0,05) = 12,59$$

#### d) Valor calculado para el estadístico de prueba

El estadístico de prueba chi cuadrada, se calcula con la ecuación:

$$X^2 \text{ calculado} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Dónde:

$X^2$ : Estadístico de prueba chi cuadrada

$f_o$ : Frecuencia observada

$f_e$ : Frecuencia esperada

Por lo tanto:

$$X^2 = \frac{(12 - 3,9)^2}{3,9} + \frac{(0 - 5,6)^2}{5,6} + \dots + \frac{(2 - 1,4)^2}{1,4} + \frac{(2 - 0,3)^2}{0,3}$$

$$X^2 = 44,465$$

#### 6° Toma de decisión

Como  $X^2$  calculado es mayor a  $X^2$  crítico y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la hipótesis nula ( $H_0$ ); es decir, que la metodología DMAIC, **se relaciona** con la mejora de procesos en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

#### 4.4.5.2. Identificación de Problemas ( $X_1$ ) – Mejora de Procesos (Y)

En este apartado se pretende evaluar la relación existente entre las variables identificación de problemas y mejora de procesos a fin de aceptar o rechazar la hipótesis nula o la hipótesis alternativa, correspondientes a la hipótesis general de la investigación.

##### 1° Formulación de las hipótesis

$H_0$  = La identificación de problemas, **no se relaciona** con la mejora de procesos en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

$H_1$  = La identificación de problemas, **se relaciona** con la mejora de procesos en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

##### 2° Nivel de significancia

$$\alpha = 5\%$$

##### 3° Estadístico de prueba

$$X^2_{crítica}(gl; \alpha)$$

##### 4° Establecer el criterio de decisión

Se rechazará la  $H_0$  si:  $X^2_{crítica} < X^2_{calculado}$

## 5° Cálculos

### a) Tabla de contingencia y frecuencias esperadas

La tabla N° 25; consolida las respuestas del instrumento de la investigación en valor cuantitativo según la escala de Likert que corresponden las variables Identificación de Problemas (X1) y Mejora de Procesos (Y), asimismo consolida las frecuencias esperadas según el cálculo respectivo con la siguiente ecuación. (ver Anexo 7).

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n}$$

Dónde:

$f_e$ : Frecuencia esperada

$f_r$ : Frecuencia total de una fila

$f_k$ : Frecuencia total de una columna

Por ejemplo, el cálculo de la frecuencia esperada para la fila 2, columna 1 es:

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n} = \frac{16 * 18}{56} = 5,1$$

Tabla 25. Tabla de Contingencia: Identificación de Problemas\*Mejora de Procesos

		TABLA CRUZADA X1*Y				Total	
		MEJORA DE PROCESOS					
		Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Siempre		
<b>IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS</b>	<b>Casi nunca</b>	Recuento	12	4	0	0	16
		Recuento esperado	5,1	7,4	2,9	,6	16,0
	<b>Algunas veces</b>	Recuento	6	15	6	0	27
		Recuento esperado	8,7	12,5	4,8	1,0	27,0
	<b>Casi siempre</b>	Recuento	0	7	3	2	12
		Recuento esperado	3,9	5,6	2,1	,4	12,0
	<b>Siempre</b>	Recuento	0	0	1	0	1
		Recuento esperado	,3	,5	,2	,0	1,0
	<b>Total</b>	Recuento	18	26	10	2	56
		Recuento esperado	18,0	26,0	10,0	2,0	56,0

Fuente: SPSS Statistics 25.0

### b) Grados de Libertad

Para el cálculo de los grados de libertad se considera la siguiente ecuación:

$$gl = (r - 1)(k - 1)$$

Dónde:

*gl*: Grados de libertad

*r*: Número de filas

*k*: Número de columnas

Por lo tanto:  $gl = (r - 1)(k - 1) = (4 - 1)(4 - 1) = 9$

**c) Valor crítico para el estadístico de prueba**

$$X^2 \text{ crítica}(gl; \alpha) = X^2 \text{ crítica}(gl = 9; \alpha = 0,05) = 16,92$$

**d) Valor calculado para el estadístico de prueba**

El estadístico de prueba chi cuadrada, se calcula con la ecuación:

$$X^2 \text{ calculado} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Dónde:

$X^2$ : Estadístico de prueba chi cuadrada

$f_o$ : Frecuencia observada

$f_e$ : Frecuencia esperada

Por lo tanto:

$$X^2 = \frac{(12 - 5,1)^2}{5,1} + \frac{(4 - 7,4)^2}{7,4} + \dots + \frac{(1 - 0,2)^2}{0,2} + \frac{(0 - 0,0)^2}{0,0}$$

$$X^2 = 31,646$$

**6° Toma de decisión**

Como  $X^2$  calculado es mayor a  $X^2$  crítico y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la hipótesis nula ( $H_0$ ); es decir, que la identificación de problemas, **se relaciona** con la mejora de procesos en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

#### 4.4.5.3. Análisis de Causas (X<sub>2</sub>) – Mejora de Procesos (Y)

En este apartado se pretende evaluar la relación existente entre las variables análisis de causas y mejora de Procesos a fin de aceptar o rechazar la hipótesis nula o la hipótesis alternativa, correspondientes a la hipótesis general de la investigación.

##### 1° Formulación de las hipótesis

**H<sub>0</sub>** = El análisis de causas, **no se relaciona** con la mejora de procesos en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

**H<sub>1</sub>** = El análisis de causas, **se relaciona** con la mejora de procesos en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

##### 2° Nivel de significancia

$$\alpha = 5\%$$

##### 3° Estadístico de prueba

$$X^2_{crítica}(gl; \alpha)$$

##### 4° Establecer el criterio de decisión

Se rechazará la **H<sub>0</sub>** si:  $X^2_{crítica} < X^2_{calculado}$

## 5° Cálculos

### a) Tabla de contingencia y frecuencias esperadas

La tabla N° 26; consolida las respuestas del instrumento de la investigación en valor cuantitativo según la escala de Likert que corresponden las variables Análisis de Causas (X2) y Mejora de Procesos (Y), asimismo consolida las frecuencias esperadas según el cálculo respectivo con la siguiente ecuación. (ver Anexo 8).

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n}$$

Dónde:

$f_e$ : Frecuencia esperada

$f_r$ : Frecuencia total de una fila

$f_k$ : Frecuencia total de una columna

Por ejemplo, el cálculo de la frecuencia esperada para la fila 2, columna 1 es:

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n} = \frac{19 * 18}{56} = 6,1$$

Tabla 26. Tabla de Contingencia: Análisis de Causas\*Mejora de Procesos

		TABLA CRUZADA X2*Y				Total	
		MEJORA DE PROCESOS					
		Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Siempre		
ANÁLISIS DE CAUSAS	<b>Casi nunca</b>	Recuento	16	3	0	19	
		Recuento esperado	6,1	8,8	3,4	,7	19,0
	<b>Algunas veces</b>	Recuento	2	15	4	0	21
		Recuento esperado	6,8	9,8	3,8	,8	21,0
	<b>Casi siempre</b>	Recuento	0	8	6	2	16
		Recuento esperado	5,1	7,4	2,9	,6	16,0
	<b>Total</b>	Recuento	18	26	10	2	56
		Recuento esperado	18,0	26,0	10,0	2,0	56,0
		esperado					

Fuente: SPSS Statistics 25.0

### b) Grados de Libertad

Para el cálculo de los grados de libertad se considera la siguiente ecuación:

$$gl = (r - 1)(k - 1)$$

Dónde:

$gl$ : Grados de libertad

$r$ : Número de filas

$k$ : Número de columnas

Por lo tanto:  $gl = (r - 1)(k - 1) = (3 - 1)(4 - 1) = 6$

**c) Valor crítico para el estadístico de prueba**

$$X^2 \text{ crítica}(gl; \alpha) = X^2 \text{ crítica}(gl = 6; \alpha = 0,05) = 12,59$$

**d) Valor calculado para el estadístico de prueba**

El estadístico de prueba chi cuadrada, se calcula con la ecuación:

$$X^2 \text{ calculado} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Dónde:

$X^2$ : Estadístico de prueba chi cuadrada

$f_o$ : Frecuencia observada

$f_e$ : Frecuencia esperada

Por lo tanto:

$$X^2 = \frac{(16 - 6,1)^2}{6,1} + \frac{(3 - 8,8)^2}{8,8} + \dots + \frac{(6 - 2,9)^2}{2,9} + \frac{(2 - 0,6)^2}{0,6}$$

$$X^2 = 43,090$$

**6° Toma de decisión**

Como  $X^2$  calculado es mayor a  $X^2$  crítico y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la hipótesis nula ( $H_0$ ); es decir, que el análisis de causas de problemas, **se relaciona** con la mejora de procesos en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

#### 4.4.5.4. Propuestas de Soluciones (X<sub>3</sub>) – Mejora de Procesos (Y)

En este apartado se pretende evaluar la relación existente entre las variables propuesta de soluciones y mejora de Procesos a fin de aceptar o rechazar la hipótesis nula o la hipótesis alternativa, correspondientes a la hipótesis general de la investigación.

##### 1° Formulación de las hipótesis

**H<sub>0</sub>** = La propuesta de soluciones, **no se relaciona** con la mejora de procesos en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

**H<sub>1</sub>** = La propuesta de soluciones, **se relaciona** con la mejora de procesos en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

##### 2° Nivel de significancia

$$\alpha = 5\%$$

##### 3° Estadístico de prueba

$$X^2_{crítica}(gl; \alpha)$$

##### 4° Establecer el criterio de decisión

Se rechazará la **H<sub>0</sub>** si:  $X^2_{crítica} < X^2_{calculado}$

## 5° Cálculos

### a) Tabla de contingencia y frecuencias esperadas

La tabla N° 27; consolida las respuestas del instrumento de la investigación en valor cuantitativo según la escala de Likert que corresponden las variables Propuesta de Soluciones (X3) y Mejora de Procesos (Y), asimismo consolida las frecuencias esperadas según el cálculo respectivo con la siguiente ecuación. (ver Anexo 9).

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n}$$

Dónde:

$f_e$ : Frecuencia esperada

$f_r$ : Frecuencia total de una fila

$f_k$ : Frecuencia total de una columna

Por ejemplo, el cálculo de la frecuencia esperada para la fila 2, columna 1 es:

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n} = \frac{21 * 18}{56} = 6,8$$

Tabla 27. Tabla de Contingencia: Propuesta de Soluciones\*Mejora de Procesos

		TABLA CRUZADA X3*Y				Total	
		MEJORA DE PROCESOS					
		Casi nunca	Algunas veces	Casi siempre	Siempre		
<b>PROPUESTA DE SOLUCIONES</b>	<b>Casi nunca</b>	Recuento	16	4	1	0	21
		Recuento esperado	6,8	9,8	3,8	,8	21,0
	<b>Algunas veces</b>	Recuento	1	17	4	0	22
		Recuento esperado	7,1	10,2	3,9	,8	22,0
	<b>Casi siempre</b>	Recuento	1	5	5	2	13
		Recuento esperado	4,2	6,0	2,3	,5	13,0
	<b>Total</b>	Recuento	18	26	10	2	56
		Recuento esperado	18,0	26,0	10,0	2,0	56,0

Fuente: SPSS Statistics 25.0

### b) Grados de Libertad

Para el cálculo de los grados de libertad se considera

la siguiente ecuación:

$$gl = (r - 1)(k - 1)$$

Dónde:

$gl$ : Grados de libertad

$r$ : Número de filas

$k$ : Número de columnas

Por lo tanto:  $gl = (r - 1)(k - 1) = (3 - 1)(4 - 1) = 6$

### c) Valor crítico para el estadístico de prueba

$$X^2_{crítica}(gl; \alpha) = X^2_{crítica}(gl = 6; \alpha = 0,05) = 12,59$$

#### d) Valor calculado para el estadístico de prueba

El estadístico de prueba chi cuadrada, se calcula con la ecuación:

$$X^2 \text{ calculado} = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Dónde:

$X^2$ : Estadístico de prueba chi cuadrada

$f_o$ : Frecuencia observada

$f_e$ : Frecuencia esperada

Por lo tanto:

$$X^2 = \frac{(16 - 6,8)^2}{6,8} + \frac{(4 - 9,8)^2}{9,8} + \dots + \frac{(5 - 2,3)^2}{2,3} + \frac{(2 - 0,5)^2}{0,5}$$

$$X^2 = 40,107$$

#### 6° Toma de decisión

Como  $X^2$  calculado es mayor a  $X^2$  crítico y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la hipótesis nula ( $H_0$ ); es decir, que la propuesta de soluciones, **se relaciona** con la mejora de procesos en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

## CAPITULO V:

---

# DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Discusiones

Los resultados obtenidos de la presente investigación explican la relación de la metodología DMAIC y mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

La validez de la presente investigación permitió dar la confiabilidad de los datos tomados de las muestras, en este caso se realizó con el coeficiente de alfa de Cronbach que fue igual al 86,9 %; es decir, la toma de datos de las encuestas es excelentemente confiable.

En mi trabajo de investigación, obtuve los siguientes resultados en el desarrollo de la metodología DMAIC:

El diagnóstico de la empresa descritos en las dos primeras etapas de la metodología DMAIC determinó que el proceso crítico en la producción de conservas de pollo es el Escaldado, el cual presenta fallas importantes relacionadas con la cocción de la materia prima. Para ello las propuestas que se obtuvieron fueron la combinación óptima de acuerdo con los resultados del diseño de experimentos, el uso del método Poka Yoke para evitar fallas inadvertidas, la estandarización de procesos mediante la implementación de procedimientos y un plan de capacitación al personal.

En los resultados obtenidos, observamos que las propuestas de mejora planteadas en el desarrollo de la metodología DMAIC buscan la mejora del proceso

de escaldado en la producción de conservas de pollo, incrementando la eficiencia del proceso con la optimización de mermas, defectos (fallas) y tiempos muertos. Así mismo, aseguran el cumplimiento de metas que está relacionado con la eficacia del proceso.

Según Lozano (2017), con las mejoras planteadas en la metodología DMAIC, se logra reducir la variación del tiempo de entrega; asimismo, con la automatización de documentos, se permite reducir el tiempo de actualización de documentos. Permitiendo dichas mejoras optimizar la eficiencia y eficacia de los procesos existentes.

Comparando nuestros resultados con los del antecedente, observamos similitud, ya que se obtiene un incremento de la eficiencia y eficacia, a través de optimización de tiempos improductivos, defectos y mermas en el proceso crítico; así como el cumplimiento de los estándares de calidad.

## 5.2. Conclusiones

1. Problema General: El modelo de investigación que explica la relación entre las variables metodología DMAIC y mejora de procesos es: **MEJORA DE PROCESOS (Y) = -9,06 + 0,158 (Identificación de Problemas) + 0,384 (Análisis de Causas) + 2,398 (Propuesta de Soluciones).**
2. Objetivo General: El coeficiente de correlación entre las variables metodología DMAIC y mejora de procesos es de R= 92,1%, lo cual significa que existe una relación muy alta. El desarrollo de la metodología DMAIC diagnosticó que el proceso crítico en la producción de conservas de pollo es el Escaldado, el cual presenta fallas importantes relacionadas con el sellado de la materia prima. Para mejorar el proceso la metodología Six Sigma propone la combinación óptima de acuerdo con los resultados del diseño de experimentos. Seguidamente,

propone el uso del método Poka Yoke para evitar fallas inadvertidas. También se propone, la estandarización de procesos mediante la implementación de procedimientos y un plan de capacitación al personal.

3. Hipótesis General: Como  $X^2$  calculado es mayor a  $X^2$  crítico y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la hipótesis nula ( $H_0$ ); es decir, que la metodología DMAIC, se relaciona con la mejora del proceso en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.
4. Problema Específico 1: El modelo de investigación que explica la relación entre las variables identificación de problemas y mejora de procesos es: **MEJORA DE PROCESOS (Y) = 2,855 + 0,772 (Identificación de Problemas)**.
5. Objetivo Específico 1: El coeficiente de correlación entre las variables identificación de problemas y mejora de procesos es de  $R = 77,5\%$ , lo cual significa que existe una relación alta. En las dos primeras etapas de la metodología DMAIC (Definir y Medir) se identificaron los problemas más frecuentes que se encuentran en el proceso productivo, determinando al proceso de escaldado como crítico. Así mismo, se explicó el método que el área de calidad utiliza para detectar las diferencias en el sellado del alimento y se identificaron aquellas medidas que tienen mayor variabilidad, determinando que el sistema de medición para el proceso es confiable.
6. Hipótesis Específica 1: Como  $X^2$  calculado es mayor a  $X^2$  crítico y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la hipótesis nula ( $H_0$ ); es decir, que la identificación de problemas, se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

7. Problema Específico 2: El modelo de investigación que explica la relación entre las variables análisis de causas y mejora de procesos es: **MEJORA DE PROCESOS (Y) = 1,163 + 0,873 (Análisis de Causas)**.
8. Objetivo Específico 2: El coeficiente de correlación entre las variables análisis de causas y mejora de procesos es de R= 87,2%, lo cual significa que existe una relación muy alta. En la etapa Analizar de la metodología DMIAC se analizaron las causas que originan problemas con el sellado del alimento en el proceso de escaldado, además con un AMFE (análisis modal de falla y efecto) se establecieron que las causas de fallo con mayor efecto son el método de removido. Así mismo, se determinó que los factores A (Cantidad de pollo a sellar) y B (Temperatura de sellado) son relevantes para la variable de respuesta “Diferencia en cocción”.
9. Hipótesis Específica 2: Como  $X^2$  calculado es mayor a  $X^2$  crítico y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la hipótesis nula (H0); es decir, que el análisis de causas de problemas, se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.
10. Problema Específico 3: El modelo de investigación que explica la relación entre las variables Propuesta de Soluciones y Mejora de Procesos es: **MEJORA DE PROCESOS (Y) = -0.214 + 4,884 (Propuesta de Soluciones)**.
11. Objetivo Específico 3: El coeficiente de correlación entre las variables propuesta de soluciones y mejora de procesos es de R= 89,3%, lo cual significa que existe una relación muy alta. En las dos últimas etapas de la metodología DMAIC (Mejorar y Controlar) se propusieron soluciones para mejorar el proceso. Para ello, se optimizaron los factores relevantes para la variable

respuesta (Peso: 4 kg, Temperatura: 82 °C y Tiempo: 50 segundos). Además, con el fin de alcanzar cero defectos y evitar errores en el proceso crítico se aplicó 3 métodos Poka Yoke. Así mismo, para la optimización de mermas en el proceso se estandarizó el procedimiento de removido en el proceso crítico. Por otro lado, teniendo en cuenta que la experiencia y conocimientos de los trabajadores son relevantes para la mejora del proceso se realizó un plan de capacitación con temas de calidad y la metodología Six Sigma desarrollada en el estudio. Finalmente, para ejercer un control sobre las propuestas de mejora descritas cuyo objetivo es asegurar que las mejoras se mantengan en el tiempo y detectar cambios que afecten al proceso para mantener los procesos bajo control, se propuso gráficas de control y hojas de verificación, así como un plan de muestreo con un nivel de aceptación para el proceso crítico.

12. Hipótesis Específica 3: Como  $X^2$  calculado es mayor a  $X^2$  crítico y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la hipótesis nula ( $H_0$ ); es decir, que la propuesta de soluciones, se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.

### **5.3. Recomendaciones**

Se recomienda que la alta dirección de la empresa fomente y se involucre en los proyectos de mejora. Esto puede darse a través de asignar recursos, asignar un responsable para los proyectos.

Para el proceso crítico actual, se debe realizar la implementación de los procedimientos para la etapa de removido, de esta manera toda la persona inmersa en este proceso tendrá todo detallado las condiciones o parámetros que deben

emplearse en la realización de dicha actividad. Además, se sugiere capacitar a los empleados en el uso de estos.

Se sugiere formar grupos conformados por operarios y supervisores que se reúnan y planteen oportunidades de mejora para el proceso de forma planificada. Estos grupos plantearán los problemas que se presenten y propondrán mejoras al problema.

Se recomienda aplicar la combinación de factores críticos determinados en el Diseño de Experimento, esto con el objetivo de optimizar la variable respuesta; así mismo, para evitar errores y fallas inadvertidos en el proceso crítico se recomienda la aplicación de los métodos Poka Yokes descritos en el desarrollo de la metodología.

Se recomienda implementar el plan de capacitación y hacer una revisión constante de los temas para actualizarlo según las nuevas necesidades que demanden los procesos.

Se recomienda el uso de las hojas de verificación para ejercer un control sobre las condiciones adecuadas para el proceso de escaldado. Así mismo, ejecutar eventos KAIZEN con la finalidad de mejorar los procesos productivos.

Finalmente se recomienda utilizar la metodología DMAIC como base para las propuestas de mejora futuras en los procesos productivos de la empresa.

## CAPITULO V:

---

---

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, C. A. (2010). Aplicación de metodología DMAIC para la mejora de procesos y reducción de pérdidas en las etapas de fabricación de chocolate. Santiago de Chile, Chile.
- Breyfogle, F. W. (2003). *Implementing SIX SIGMA Smarter Solutions Using Statistical Methods*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Calero, W. A. (2012). Mejora del proceso de fundición aplicando la metodología lean - six sigma. Lima, Perú.
- Collier, D. A., & Evans, J. R. (2009). *Administración de operaciones*. México: Cengage Learning.
- Cordova, D. A. (2016). Análisis y mejora del proceso productivo de confecciones de prendas t-shirt en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta. Lima, Perú.
- Cuatrecasas, L. (2000). *Gestión Integral de la Calidad. 3ra Edición Ampliada*. Barcelona: Ediciones Gestion 2000, Planeta de Agostoni Profesional y Formación.
- El Comercio. (8 de julio de 2013). *Peruanos gastan más de US\$600 millones al año en comida enlatada*. Obtenido de <https://peru.com/actualidad/economia-y-finanzas/peruanos-gastan-mas-us600-millones-al-ano-comida-enlatada-estima-san-fernando-noticia-150169>
- Escalante, E. V. (2003). *Seis-Sigma: metodología y técnicas*. México: Limusa.
- García, M. P., Quispe, C. A., & Ráez, L. G. (2003). Mejora continua de la calidad en los procesos. *Industrial Data*, 6(1).
- Gonzalez, F. G. (2003). *Seis sigma para gerentes y directores*. LibrosEnRed.
- Gutiérrez, H. P., & De la Vara, R. S. (2008). *Control estadístico de calidad y Seis Sigma, 2da edición*. México: Editorial McGraw Hill.

- Harrington, H. J. (1993). *Mejoramiento de los procesos de la empresa*. Bogotá: McGraw-Hill.
- Herrera, A. (1998). *Notas sobre Psicometría*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Hitpass, B. (2014). *Business Process Management – Fundamentos y conceptos de implementación*. Chile: Tercera Edición.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2008). *Administración de Operaciones: Proceso y Cadena de Valor. 8va Edición*. Naucalpan de Juárez: Pearson.
- Lozano, G. D. (2017). Análisis y mejora de procesos en una empresa de automatización industrial y electrificación aplicando la metodología DMAIC. Lima, Perú.
- Macedo, J. A. (2007). Aplicación de la metodología Seis Sigma, en la mejora del desempeño en el consumo de combustible de un vehículo en las condiciones de uso del mismo. México D.F, México.
- Maldonado, J. A. (2011). *Gestión de procesos*. Obtenido de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2011e/1084/mejoramiento.html>
- Montgomery, D. C. (2006). *Control Estadístico de la Calidad. 3da Edición*. México: Limusa Wiley.
- Nishihira, T. R. (2011). Mejora de procesos para asegurar el abastecimiento de moldes de bolas de acero en una fundición limeña. Lima, Perú.
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2011). *Las claves prácticas del Seis Sigma. Una guía dirigida a los equipos de mejora de procesos*. México: McGraw-Hill Education.
- Pérez, J. A. (2010). *Gestión por procesos. Cuarta Edición*. Madrid: ESIC EDITORIAL.
- Polesky, G. (2006). Curso de preparación para Green Belt en la Metodología Seis Sigma. Puebla, México.
- Pyzdek, T., & Keller, P. A. (2003). *The six sigma handbook*. New York: McGraw-Hill Education.

- Rodríguez, J. G. (2016). Estudio de pre-factibilidad sobre la implementación de la metodología Lean Six Sigma para la mejora del proceso de fabricación de zunchos de polipropileno en una empresa del rubro de embalaje. Lima, Perú.
- Sandino, O. B. (2008-2009). Análisis y mejora de los procesos operativos y administrativos del centro de producción confecciones de la fundación benéfica acción solidaria. Guayaquil, Ecuador.
- Soto, R. A. (2012). Metodología de mejora de la eficiencia en la utilización de recursos en la construcción de edificaciones. Caso: Proyecto Golf Milenium. Lima, Perú.
- Vásquez, G. R. (2016). Propuesta de mejora para la reducción de productos defectuosos en una planta de producción de neumáticos aplicando la metodología Six sigma. Lima, Perú.
- Zaratiegui, J. R. (1999). La gestión por procesos: Su papel e importancia. *Economía industrial*, 330, 81-88.

# ANEXOS

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

### METODOLOGIA DMAIC Y MEJORA DE PROCESOS EN LA PRODUCCIÓN DE CONSERVAS DE POLLO, EMPRESA AGROINDUSTRIA SUPE S.A.C. - BARRANCA, 2017

PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLES	INDICADORES	TIPO Y DISEÑO
¿De qué manera la metodología DMAIC se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017?	Demostrar la relación que existe entre la metodología DMAIC y la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.	La empresa Agroindustrias Supe S.A.C. presenta el interés de brindar a través de procesos efectivos productos de calidad a sus clientes, eliminando así cualquier problema presente en el proceso productivo, y para obtenerla se requiere la aplicación de una filosofía basada en el mejoramiento continuo.	La metodología DMAIC se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.	<b><u>VARIABLE X</u></b>  <b>Metodología DMAIC</b>  X1: Identificación de Problemas	<b><u>VARIABLE X</u></b>  X1.1: Diagrama de Proceso X1.2: Voz del Cliente X1.3: Capacidad del Proceso  X2.1: Diagrama de Ishikawa X2.2: AMFE X2.3: Diseño de Experimentos	<b>TIPO:</b> La presente investigación es de tipo aplicada, transversal debido a que se ciñe en un segmento de tiempo durante el presente año.  <b>NIVEL:</b> Descriptivo - Correlacional.  <b>MÉTODO:</b> Deductivo y analítico.  <b>DISEÑO:</b> No experimental.  <b>ENFOQUE:</b> Cuantitativo.
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICOS</b>		<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>	X2: Análisis de Causas  X3: Propuesta de Soluciones	X3.1: Estandarización de procesos X3.2: Capacitaciones X3.3: Controles visibles	
¿De qué manera la identificación de problemas se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017?	Identificar problemas mediante el desarrollo de la metodología DMAIC y demostrar la relación que existe con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.		La identificación de problemas se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.	<b><u>VARIABLE Y</u></b>  <b>Mejora de procesos</b>  Y1: Eficiencia  Y2: Eficacia	<b><u>VARIABLE Y</u></b>  Y1.1: Defectos Y1.2: Mermas Y1.3: Tiempos muertos  Y2.2: Cumplimiento de los estándares de calidad	
¿De qué manera el análisis de causas se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017?	Analizar causas mediante el desarrollo de la metodología DMAIC y demostrar la relación que existe con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.		El análisis de causas se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.			
¿De qué manera la propuesta de soluciones se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017?	Proponer soluciones mediante el desarrollo de la metodología DMAIC y demostrar la relación que existe con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.		La propuesta de soluciones se relaciona con la mejora de procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017.			

## ANEXO 2: INSTRUMENTOS

### CUESTIONARIO

**I. Presentación:** El tesista Angel Joel Miyasato Ramirez de la EAP Ingeniería Industrial de la FIISI, UNJFSC-Huacho, ha desarrollado la tesis titulada: “Metodología DMAIC y Mejora de Procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustria Supe S.A.C. - Barranca, 2017”, cuyo objetivo es beneficiar tanto a los clientes, como a la empresa. Por tanto, es importante que usted ANÓNIMAMENTE nos facilite sus puntos de vista a los factores o aspectos más importantes considerados.

**II. Instrucciones:**

2.3. La información que Ud. nos brinde es personal, anónima y sincera.

2.4. Conteste todas las preguntas, marcando con (X) solo una respuesta según la escala calificativa, la que Ud. considere correcta.

#### ESCALA CALIFICATIVA

1	2	3	4	5
Nunca	Casi Nunca	Algunas Veces	Casi Siempre	Siempre
Muy en Desacuerdo	En Desacuerdo	No sé	De Acuerdo	Muy de Acuerdo

#### DIMENSIONES DE LAS VARIABLES METODOLOGÍA DMAIC Y MEJORA DE PROCESOS

Identificación de Problemas	Análisis de Causas	Propuesta de Soluciones	Eficiencia del Proceso	Eficacia del Proceso
(1 al 5)	(6 al 10)	(11 al 15)	(16 al 20)	(21 al 25)

#### METODOLOGÍA DMAIC

#### CALIFICACIÓN

		1	2	3	4	5
1	Considera que el proceso es fácil de describir.					
2	Identifica los factores controlables y no controlables del proceso.					
3	Identifica lo que el cliente desea y necesita.					
4	El proceso es capaz de cumplir con los requerimientos del cliente.					
5	Las mediciones que se le da al proceso son los más adecuados.					
6	Identifica fallas en diferentes puntos del proceso productivo.					
7	Clasifica las fuentes de fallas por mano de obra, material, máquina y método.					
8	Identifica recursos críticos que influyen en la calidad del producto.					
9	Algunas fallas ocurren con más frecuencia que otras.					
10	Algunos efectos de fallas son más críticos que otras.					
11	Identifica oportunidades de mejora a partir de fallas en el proceso productivo.					

12	El método de trabajo que realiza es el más adecuado.					
13	Se relaciona los factores del proceso con sus características de salida.					
14	Recibe capacitación sobre temas de calidad en el proceso.					
15	Identifica los procesos que requieren más control.					
<b>MEJORA DE PROCESOS</b>		<b>CALIFICACIÓN</b>				
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
16	Si existiera un buen manejo de los recursos se reduciría las fallas y mermas en el proceso.					
17	Si hay un control de los recursos se optimizaría los tiempos muertos del proceso.					
18	Si se identifican las fuentes de falla en el proceso se obtendrían oportunidades de mejora.					
19	Si se establece un solo método de trabajo se reducirían las fallas y mermas del proceso.					
20	Si se establece un sistema de control adecuado se reduciría las variaciones en el proceso.					
21	Si existiera un sistema de medición confiable se mejorarían los resultados.					
22	Considera que si se capacita al personal habría una mejoría en los resultados.					
23	Si existiera una combinación óptima de factores se cumpliría con los estándares de calidad.					
24	Si se jerarquizan las deficiencias y sus efectos se obtendrían oportunidades de mejora.					
25	Si se establece un monitoreo en el proceso se cumpliría con los estándares de calidad.					

### ANEXO 3: CHECK LIST DEL PROCESO DE ESCALDADO

	<b>BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA</b>	<b>Responsables:</b> Ing. Gerald Iparraguirre Revisión 1, diciembre 2017
---	--	--

#### CHECK LIST DEL PROCESO DE ESCALDADO

Responsable: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

<b>EQUIPOS</b>		<b>Medida Correctiva</b>	<b>Observaciones</b>
La cocina se encuentra en buen estado.			
La cocina se encuentra operativa.			
La cocina presenta adecuada limpieza.			
<b>MATERIALES</b>		<b>Medida Correctiva</b>	<b>Observaciones</b>
Los materiales (jabas, paletas y guantes) se encuentran en su lugar correspondiente.			
Los materiales (jabas, paletas y guantes) se encuentran en buen estado.			
Los materiales (jabas, paletas y guantes) presentan adecuada limpieza.			
<b>INSTRUMENTOS</b>		<b>Medida Correctiva</b>	<b>Observaciones</b>
Los instrumentos (termómetro y cronómetro) están calibrados.			
Los instrumentos (termómetro y cronómetro) están en buen estado.			
<b>OPERARIOS</b>		<b>Medida Correctiva</b>	<b>Observaciones</b>
Los operarios están adecuadamente uniformados.			

\_\_\_\_\_  
Responsable de verificación

\_\_\_\_\_  
Control de Calidad



## ANEXO 5: EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO POR JUICIO DE EXPERTOS



### UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

#### VALIDACIÓN CON JUICIO DE EXPERTO: Encuesta General.

**TEMA:** "Metodología DMAIC y Mejora de Procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017".

#### OPINIÓN O JUICIO DE EXPERTO:

1. La opinión que Ud. nos brinde es personal, sincera y anónima.
2. Marque con un aspa "X" dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que Ud. considere su opción.

**1 = Muy Malo 2 = Malo 3 = Regular 4 = Bueno 5 = Muy Bueno**

CRITERIOS	VALORACION				
	1	2	3	4	5
<b>Claridad:</b> Esta formulado con lenguaje apropiado.				X	
<b>Objetividad:</b> Esta expresado en conductas observables.					X
<b>Actualidad:</b> Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				X	
<b>Organización:</b> Existe una organización lógica.				X	
<b>Suficiencia:</b> Comprende los aspectos de cantidad y calidad.			X		
<b>Intencionalidad:</b> Adecuado para conocer las opciones de las encuestadas.					X
<b>Consistencia:</b> Basados en aspectos teóricos científicos de organización.			X		
<b>Coherencia:</b> Establece coherencia entre las variables y los indicadores.				X	
<b>Metodología:</b> La estrategia responde a los propósitos del estudio.				X	
<b>Pertinencia:</b> El instrumento es adecuado al tipo de investigación.					X

Muchas Gracias por su Respuesta.

  
ISRAEL  
NARVÁEZ TORRES  
INGENIERO QUÍMICO  
Reg. CIP N° 146788

Datos y firma del juez experto



## UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

**VALIDACIÓN CON JUICIO DE EXPERTO:** Encuesta General.

**TEMA:** "Metodología DMAIC y Mejora de Procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017".

**OPINIÓN O JUICIO DE EXPERTO:**

1. La opinión que Ud. nos brinde es personal, sincera y anónima.
2. Marque con un aspa "X" dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que Ud. considere su opción.

1 = Muy Malo 2 = Malo 3 = Regular 4 = Bueno 5 = Muy Bueno

CRITERIOS	VALORACION				
	1	2	3	4	5
<b>Claridad:</b> Esta formulado con lenguaje apropiado.				X	
<b>Objetividad:</b> Esta expresado en conductas observables.			X		
<b>Actualidad:</b> Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				X	
<b>Organización:</b> Existe una organización lógica.				X	
<b>Suficiencia:</b> Comprende los aspectos de cantidad y calidad.					X
<b>Intencionalidad:</b> Adecuado para conocer las opciones de las encuestadas.				X	
<b>Consistencia:</b> Basados en aspectos teóricos científicos de organización.				X	
<b>Coherencia:</b> Establece coherencia entre las variables y los indicadores.				X	
<b>Metodología:</b> La estrategia responde a los propósitos del estudio.					X
<b>Pertinencia:</b> El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				X	

Muchas Gracias por su Respuesta.

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

Mg. Ing. Alfonso Díaz Guzmán  
DOCENTE UNIVERSITARIO

Datos y firma del juez experto



## UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

### VALIDACIÓN CON JUICIO DE EXPERTO: Encuesta General.

**TEMA:** "Metodología DMAIC y Mejora de Procesos en la producción de conservas de pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. - Barranca, 2017".

### OPINIÓN O JUICIO DE EXPERTO:

1. La opinión que Ud. nos brinde es personal, sincera y anónima.
2. Marque con un aspa "X" dentro del cuadro de valoración, solo una vez por cada criterio, el que Ud. considere su opción.

1 = Muy Malo 2 = Malo 3 = Regular 4 = Bueno 5 = Muy Bueno

CRITERIOS	VALORACION				
	1	2	3	4	5
<b>Claridad:</b> Esta formulado con lenguaje apropiado.					✓
<b>Objetividad:</b> Esta expresado en conductas observables.				✓	
<b>Actualidad:</b> Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					✓
<b>Organización:</b> Existe una organización lógica.					✓
<b>Suficiencia:</b> Comprende los aspectos de cantidad y calidad.					✓
<b>Intencionalidad:</b> Adecuado para conocer las opciones de las encuestadas.				✓	
<b>Consistencia:</b> Basados en aspectos teóricos científicos de organización.					✓
<b>Coherencia:</b> Establece coherencia entre las variables y los indicadores.				✓	
<b>Metodología:</b> La estrategia responde a los propósitos del estudio.					✓
<b>Pertinencia:</b> El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				✓	

Muchas Gracias por su Respuesta.

Datos y firma del juez experto

ING. José Yocco Q30

CIP N° 108544

## ANEXO 6: PRUEBA DE $X^2$ PARA METODOLOGÍA DMAIC (X) Y MEJORA DE PROCESOS (Y)

### METODOLOGÍA DMAIC \* MEJORA DE PROCESOS

PX			PY				Total
			CASI NUNCA	ALGUNAS VECES	CASI SIEMPRE	SIEMPRE	
PX	CASI NUNCA	Recuento	12	0	0	0	12
		Recuento esperado	3,9	5,6	2,1	,4	12,0
	ALGUNAS VECES	Recuento	6	22	8	0	36
		Recuento esperado	11,6	16,7	6,4	1,3	36,0
	CASI SIEMPRE	Recuento	0	4	2	2	8
		Recuento esperado	2,6	3,7	1,4	,3	8,0
Total	Recuento	18	26	10	2	56	
	Recuento esperado	18,0	26,0	10,0	2,0	56,0	

### Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	44,465 <sup>a</sup>	6	,000
Razón de verosimilitud	44,670	6	,000
Asociación lineal por lineal	24,512	1	,000
N de casos válidos	56		

a. 8 casillas (66,7%) han esperado un recuento menor que 5.  
El recuento mínimo esperado es ,29.

### Método del p-valor

**Criterio de decisión:** valor-p <  $\alpha$  (significancia) → Rechazar  $H_0$

Como el valor-p **0,000** es menor al nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ ; entonces, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), lo que significa que la **METODOLOGÍA DMAIC se relaciona con la MEJORA DE PROCESOS** en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017 a un 5% de nivel de significancia.

## ANEXO 7: PRUEBA DE $\chi^2$ PARA IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS ( $X_1$ ) Y MEJORA DE PROCESOS (Y)

### IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS \* MEJORA DE PROCESOS

			PY			Total	
			CASI NUNCA	ALGUNAS VECES	CASI SIEMPRE		SIEMPRE
PX1	CASI NUNCA	Recuento	12	4	0	0	16
		Recuento esperado	5,1	7,4	2,9	,6	16,0
	ALGUNAS VECES	Recuento	6	15	6	0	27
		Recuento esperado	8,7	12,5	4,8	1,0	27,0
	CASI SIEMPRE	Recuento	0	7	3	2	12
		Recuento esperado	3,9	5,6	2,1	,4	12,0
	SIEMPRE	Recuento	0	0	1	0	1
		Recuento esperado	,3	,5	,2	,0	1,0
Total	Recuento	18	26	10	2	56	
	Recuento esperado	18,0	26,0	10,0	2,0	56,0	

### Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	31,646 <sup>a</sup>	9	,000
Razón de verosimilitud	33,784	9	,000
Asociación lineal por lineal	20,982	1	,000
N de casos válidos	56		

a. 11 casillas (68,8%) han esperado un recuento menor que  
5. El recuento mínimo esperado es ,04.

### Método del p-valor

**Criterio de decisión:** valor-p <  $\alpha$  (significancia) → Rechazar  $H_0$

Como el **valor-p 0,000** es menor al nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ ; entonces, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), lo que significa que la **IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS se relaciona** con la **MEJORA DE PROCESOS** en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017 a un 5% de nivel de significancia.

## ANEXO 8: PRUEBA DE $\chi^2$ PARA ANÁLISIS DE CAUSAS ( $X_2$ ) Y MEJORA DE PROCESOS (Y)

### ANÁLISIS DE CAUSAS \* MEJORA DE PROCESOS

		PY				Total	
		CASI NUNCA	ALGUNAS VECES	CASI SIEMPRE	SIEMPRE		
PX2	CASI NUNCA	Recuento	16	3	0	0	19
		Recuento esperado	6,1	8,8	3,4	,7	19,0
	ALGUNAS VECES	Recuento	2	15	4	0	21
		Recuento esperado	6,8	9,8	3,8	,8	21,0
	CASI SIEMPRE	Recuento	0	8	6	2	16
		Recuento esperado	5,1	7,4	2,9	,6	16,0
Total	Recuento	18	26	10	2	56	
	Recuento esperado	18,0	26,0	10,0	2,0	56,0	

### Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	43,090 <sup>a</sup>	6	,000
Razón de verosimilitud	48,023	6	,000
Asociación lineal por lineal	29,391	1	,000
N de casos válidos	56		

a. 6 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5.  
El recuento mínimo esperado es ,57.

### Método del p-valor

**Criterio de decisión:** valor- $p < \alpha$  (significancia)  $\rightarrow$  Rechazar  $H_0$

Como el **valor-p 0,000** es menor al nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ ; entonces, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), lo que significa que la **ANÁLISIS DE CAUSAS se relaciona con la MEJORA DE PROCESOS** en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017 a un 5% de nivel de significancia.

**ANEXO 9: PRUEBA DE  $\chi^2$  PARA PROPUESTA DE SOLUCIONES (X<sub>3</sub>) Y MEJORA DE PROCESOS (Y)**

**PROPUESTA DE SOLUCIONES \* MEJORA DE PROCESOS**

			PY				
			CASI NUNCA	ALGUNAS VECES	CASI SIEMPRE	SIEMPRE	Total
PX3	CASI NUNCA	Recuento	16	4	1	0	21
		Recuento esperado	6,8	9,8	3,8	,8	21,0
	ALGUNAS VECES	Recuento	1	17	4	0	22
		Recuento esperado	7,1	10,2	3,9	,8	22,0
	CASI SIEMPRE	Recuento	1	5	5	2	13
		Recuento esperado	4,2	6,0	2,3	,5	13,0
Total		Recuento	18	26	10	2	56
		Recuento esperado	18,0	26,0	10,0	2,0	56,0

**Pruebas de chi-cuadrado**

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	40,107 <sup>a</sup>	6	,000
Razón de verosimilitud	40,170	6	,000
Asociación lineal por lineal	23,577	1	,000
N de casos válidos	56		

a. 7 casillas (58,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,46.

**Método del p-valor**

**Criterio de decisión:** valor-p <  $\alpha$  (significancia) → Rechazar  $H_0$

Como el **valor-p 0,000** es menor al nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ ; entonces, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), lo que significa que la **PROPUESTA DE SOLUCIONES se relaciona** con la **MEJORA DE PROCESOS** en la producción de conservas pollo, empresa Agroindustrias Supe S.A.C. – Barranca, 2017 a un 5% de nivel de significancia.