

UNIVERSIDAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA UTEC

Carrera de Ingeniería Industrial



**IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE
CALIDAD QUE INFLUY EN EL PORCENTAJE DE
PRODUCTOS DEFECTUOSOS EN EL PROCESO DE
POTA CONGELADA APLICANDO LA
METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Industrial

Almendra Caroline Morales Moreno

Código 2001310074

Asesor

Alejandro Gallegos Chocce

Lima – Perú

Febrero 2019

La tesis

Identificación de los factores de calidad que influyen en el porcentaje de productos defectuoso en el proceso de congelado de pota aplicando la metodología Lean Six Sigma.

Ha sido aprobada

[José Gaspar De la Puente Maldonado]

[Patricia Araujo Pantoja]

[Oscar Pablo Gamonal Pajares]

Dedicatoria:

Dedico esta investigación a mi familia por su apoyo incondicional y confianza brindada.

Agradecimientos:

Agradezco el apoyo de los profesores de la UTEC por su constante “feedback”. Asimismo, agradezco a la empresa Austral Group S.A.A. quien me brindó las facilidades para desarrollar la tesis.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO I	13
MARCO TEÓRICO.....	13
1. <i>Filosofía lean.....</i>	<i>13</i>
2. <i>Filosofía Six Sigma.....</i>	<i>15</i>
2.1. Métrica estadística Six Sigma.....	16
2.2. Nivel Sigma	16
2.3. Estructura de Six Sigma	18
2.4. Evolución de Six Sigma	19
3. <i>Integración de Lean y Six Sigma</i>	<i>20</i>
3.1. Objetivos de Lean y Six Sigma	21
3.2. Herramientas de Lean Six Sigma	23
3.2.1. Caracterización de los procesos – SIPOC	23
3.2.2. Matriz AMEF	24
3.2.3. Diagrama de Ishikawa	26
3.2.4. Diagrama Bimanual.....	27
3.3. Factores Críticos de Éxito (FCE) para la implementación de Lean Six Sigma	29
3.4. Retos, desafíos y barreras en la implementación de Lean Six Sigma	30
CAPÍTULO II.....	34
SECTOR PESCA Y LA EMPRESA.....	34
4. <i>Desarrollo de los congelados en el Sector Pesca</i>	<i>35</i>
4.1. Evolución del Desembarque.....	35
4.2. Evolución del Procesamiento	36
4.3. Evolución de las ventas internas 2016.....	37
4.4. Evolución de exportación pesqueras 2016	38

5.	<i>Austral Group S.A.A.</i>	38
5.1.	Desempeño Operativo por Unidades de Negocio.....	39
5.2.	Desembarque total en el 2016	40
5.3.	Marco estratégico corporativo	40
CAPÍTULO III		42
METODOLOGÍA.....		42
6.	<i>Esquema de la implementación global de LSS</i>	42
6.1.	Despliegue de la investigación y de la metodología a aplicar	44
6.2.	Alcance de la investigación	44
6.3.	Tipo de diseño de investigación	46
6.4.	Unidad de análisis.....	47
6.5.	Población de estudio.....	47
6.6.	Tamaño de muestra.....	47
6.7.	Selección de muestra	48
6.8.	Técnicas de recolección de datos.....	48
6.9.	Análisis de datos	48
6.10.	Limitaciones	49
CAPÍTULO IV.....		50
RESULTADOS		50
7.	<i>Fase Definir</i>	50
7.1.	Descripción del proceso de la unidad de análisis	50
7.1.1.	Recepción, selección y pesaje de la materia prima	52
7.1.2.	Corte y despielado	52
7.1.3.	Lavado	52
7.1.4.	Cocción.....	53
7.1.5.	Enzunchado y enracado	53
7.1.6.	Congelado.....	53
7.1.7.	Deslocado y empaque.....	53

7.1.8. Análisis detallado del proceso	54
7.2. Alcance de la investigación	56
7.2.1. Tipo de producto.....	56
7.2.2. Tipo de defecto	57
7.3. Cuantificación del problema.....	59
7.3.1. Penalidad en el precio del producto.....	62
7.4. Identificación y valoración de los CTQs del cliente.....	63
7.4.1. Resumen de la fase Definir.....	63
8. <i>Desarrollo de la fase Medir</i>	66
8.1. Análisis y medición del Modo y Efectos de Fallas del proceso - AMEF.....	66
8.2. Medición y análisis de capacidad de las operaciones.....	70
8.2.1. Resumen de la fase Medir	76
8.3. Desarrollo de la fase Analizar	76
8.3.1. Identificación de causas posibles – probables	77
8.3.2. Identificación de causas probables – reales	79
8.3.3. Resumen de las pruebas de hipótesis.....	95
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	97
9. <i>Variable: Tiempo de cocción</i>	97
9.1. Variable: Procedencia de la materia prima.....	100
9.2. Variable: % de personal con experiencia y número de trabajadores eventuales	
104	
CONCLUSIONES	108
RECOMENDACIONES	111
REFERENCIAS	113
ANEXOS	118

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación entre el Nivel Sigma, el DPMO y el rendimiento.	17
Tabla 2. Resumen de los factores críticos de éxito en el despliegue de LSS	29
Tabla 3. Plantas operativas de Austral Group S.A.A.	39
Tabla 4. Despliegue de la investigación y las fases de la metodología LSS.	45
Tabla 5. Ventas de TM de pota congelada del año 2016.....	62
Tabla 6. Cuantificación del lucro cesante del proceso de pota congelada.	63
Tabla 7. Valoración de los CTQs del cliente.....	63
Tabla 8. Matriz AMEF del proceso productivo de pota congelada.	67
Tabla 9. Variable independiente, % de daño físico en los filetes de pota congelada.	80
Tabla 10. Variable dependiente, procedencia de la materia prima.....	80
Tabla 11. Variable independiente, % de daño mecánico en la materia prima.....	83
Tabla 12. Variable independiente, % de personal con experiencia.	86
Tabla 13. Variable independiente, número de trabajadores eventuales.	89
Tabla 14. Variable independiente, Kg de pota cruda a cocinar por bach.	92
Tabla 15. Variable independiente, tiempo de cocción.....	94
Tabla 16. Resumen de las pruebas de hipótesis.....	96
Tabla 17. Tabla de Parámetros del proceso de cocción de daruma de pota.	100
Tabla 18. Desembarque de pota en Perú en los años 2014, 2015 y 2016.....	102

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cinco principios de Lean Thinking.....	14
Figura 2. Niveles Sigmas.....	17
Figura 3. El enfoque cambiante de la calidad.....	20
Figura 4. Objetivos de Lean y Six Sigma.....	21
Figura 5. Oportunidades de mejora ocurren entre y dentro de los pasos del proceso.	22
Figura 6. SIPOC: Mapeo del Procesos de Alto Nivel.	24
Figura 7. Análisis del Modo y Efecto de Fallas – AMEF	26
Figura 8. Estructura el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa y Efecto.....	27
Figura 9. Diagrama Bimanual – Ejercicio del Recargado de cartucho.	28
Figura 10. Desembarque de recursos marítimos para congelado según especie, 2007-16 TM	36
Figura 11. Producción de congelado de pescados y mariscos marítimos según especie, 2007-16 TM (más detalle, ver anexo 2).	37
Figura 12. A) Exportación de congelado según continente. B) Exportación de congelado según país de destino.	38
Figura 13. Mapa de Procesos de la compañía Austral Group S.A.A	41
Figura 14. Hoja de ruta para la implementación global de Lean Six Sigma	43
Figura 15. Diagrama de Operaciones de Procesos del proceso productivo de pota congelada.....	51

Figura 16. Illex coindetii más conocido como pota.....	52
Figura 17. Diagrama de caracterización de procesos – SIPOC.....	55
Figura 18. Porcentajes de facturación respecto a la producción de congelado de pota del año 2016.	56
Figura 19. Diagrama de Pareto de defectos encontrados en el producto terminado de filete de pota congelada.	58
Figura 20. Gráfica de atributos de Laney de Kg defectuosos de filete de pota congelada...	59
Figura 21. Prueba de normalidad del % de daño físico en los filetes de pota congelada.	60
Figura 22. Análisis de capacidad del % de daño físico en los filetes de pota congelada.	61
Figura 23. Hoja de vida del proyecto.	65
Figura 24. Diagrama de Pareto de los Efectos de las fallas del AMEF.....	70
Figura 25. Prueba de Normalidad del % de daño físico en los filetes de pota congelada.	71
Figura 26. Análisis de capacidad de los kilos/bach de filetes de pota cruda.	72
Figura 27. Prueba de Normalidad del tiempo de cocción de los filetes de pota.....	73
Figura 28. Análisis de Capacidad del tiempo de cocción de los filetes de pota.	74
Figura 29. Prueba de Correlación de Spearman entre kg/bach y tiempo de cocción.	75
Figura 30. Prueba de Regresión entre kg/bach y tiempo de cocción.....	75
Figura 31. Tipos de causas: posibles, probables y reales.	77
Figura 32. Diagrama de Ishikawa del % daño físico en los filetes de pota congelada.	78
Figura 33. Prueba de hipótesis de ANOVA de un solo factor de la procedencia de la materia prima.	81

Figura 34. Gráfica de cajas del % Daño físico del producto final vs Procedencia de la materia prima.....	82
Figura 35. Prueba de Normalidad del tiempo del % Daño mecánico en la materia prima...	84
Figura 36. Análisis de Correlación de Spearman entre % de daño mecánico en la materia prima y % de daño físico en el producto terminado.....	84
Figura 37. Análisis de regresión del % Daño físico vs. % Daño mecánico de MP.....	85
Figura 38. Prueba de Normalidad del % de personal con experiencia.....	87
Figura 39. Análisis de Correlación de Pearson entre % de personal con experiencia y % de daño físico en el producto terminado.	87
Figura 40. Análisis de regresión entre el % de personal con experiencia y % daño físico en el producto terminado.....	88
Figura 41. Prueba de Normalidad del número de trabajadores eventuales.	90
Figura 42. Análisis de Correlación de Pearson entre el número de trabajadores eventuales y el % de daño físico en el producto terminado.	90
Figura 43. Análisis de Regresión entre el número de trabajadores eventuales y % de daño físico en el producto terminado.	91
Figura 44. Prueba de Correlación de Pearson entre kilos de pota cruda a cocinar por bach.	92
Figura 45. Prueba de Regresión entre kg de pota cruda a cocinar por bach y % de daño físico en el producto terminado.	93
Figura 46. Prueba de Correlación de Spearman entre el Tiempo de cocción y el % de daño físico en el producto terminado.	94
Figura 47. Prueba de Regresión entre el Tiempo de cocción y el % de daño físico en el producto terminado.....	95

Figura 48. Prueba de Correlación de Pearson entre el tiempo de cocción, kilos/bach y temperatura.	98
Figura 49. Prueba de Regresión entre el tiempo de cocción y los kilos/bach y temperatura.	99
Figura 50. Imagen referencial de embarcaciones terceras artesanales.	101
Figura 51. Ubicación de los puertos de desembarque de pota en el Perú y las plantas de procesamiento de Austral Group S.A.A.	103
Figura 52. Diagrama Bimanual del proceso de corte de pota.....	105
Figura 53. Diagrama Bimanual del proceso de despielado de pota.....	106
Figura 54. Flujo del proceso de selección del talento.....	107

INTRODUCCIÓN

El sector pesquero es uno de los sectores de producción de alimentos de origen animal de más rápido crecimiento y que, en el próximo decenio, la producción total de la pesca de captura y la acuicultura superará a la de carne de vacuno, porcino y aves de corral [1]. Y el Perú es uno de los países pesqueros más ricos a nivel mundial considerado como uno de los principales exportadores mundiales [2]. Desde esta perspectiva se debe buscar que países abastecedores de los recursos pesqueros y acuícolas, como el Perú, mejoren sus procesos de producción, la calidad de los productos, sus canales de distribución, y así mismo garanticen la seguridad alimentaria.

Actualmente, una empresa pesquera peruana dedicada a la exportación, producción y comercialización de harina, aceite y congelados registró en esta última línea, en el año 2016, una producción de más de 9 mil sacos de pota congelada de 20 kilos cada una, donde más del 89% de los bloques presentaban defectos en términos de daño mecánico, humedad y tamaño. Este porcentaje de defectos por unidad (DPU) se traduce a un nivel de calidad sigma de 2,03 considerando que 6 sigmas es el nivel máximo de calidad.

El proceso de producción de pota congelada es considerado como un proceso no estable completamente, debido a que el flujo del proceso se ve interrumpido por varios tipos de inconsistencias conocidos como desperdicios, tales como, movimiento innecesario, tiempos de espera y defectos en el producto. Esta tasa de defectos genera una alta variabilidad en el proceso haciéndolo más complejo y difícil de gestionar [3]. Lo que finalmente repercute en el no cumplimiento de los requisitos del cliente y una penalidad económica por productos defectuosos, ya que se pierde el 3% del precio real por cada bloque defectuoso. Conociendo el precio por unidad de \$25, en el año 2016, se estimó un lucro cesante de US\$ 21,567.06.

Dentro de los distintos enfoques de trabajo existentes para la mejora de procesos, Lean y Six Sigma son dos de las técnicas más eficaces disponibles en la actualidad, ya que destacan por lograr impactos significativos en reducción de costos, reducción de tiempos y reducción de defecto con cara a la satisfacción de los clientes [4]. Tanto Lean como Six Sigma han sido aplicados en todo tipo de industria y su efectividad ha sido comprobada. Lean orientado a la reducción sistemática de desperdicios para agilizar el flujo del proceso [3] y Six Sigma centrado en comprender la variación de los procesos identificando las causas del problema para mejorar el proceso eliminando las causas raíz y controlándolo para asegurarse de que los defectos no vuelvan a aparecer [3] [4] [5] [6].

Por otro lado, debido a la naturaleza estacional del sector pesquero sumado a la incertidumbre de los recursos hidrobiológicos a causa de los cambios en las condiciones climatológicas y fenómenos oceanográficos como el fenómeno de El niño costero, la producción de filetes de pota de la empresa en cuestión fue afectada y suspendida para el año 2017. Por lo que el alcance de la presente investigación se delimitó siendo el objeto de estudio el proceso de congelado de pota desarrollado en el año 2016. Es así como el objetivo general de la presente tesis es identificar los factores de calidad que influyen en el porcentaje de productos defectuosos en el proceso de congelado.

Actualmente, la empresa está asignando recursos para mejorar el flujo del proceso y, al mismo tiempo, validar el sistema de medición de tal modo que el proceso se encuentre listo para la siguiente temporada de pesca. Lo cual facilitará la identificación y determinación de las causas posibles, probables y reales que están afectando la calidad del proceso como, por ejemplo, la procedencia de la materia prima, el daño mecánico que esta presenta, el porcentaje de personal con experiencia, la cantidad de trabajadores eventuales, kg de pota por bach a cocer, el tiempo de cocción, entre otros.

La metodología Lean Six Sigma sigue una secuencia lógica de pasos basada en el ciclo DMAIC (por sus siglas en inglés de definir, medir, analizar, mejorar y controlar), el alcance de la tesis irá acorde a las tres primeras etapas de la metodología, definir, medir y analizar. De tal forma que primera se definirá el alcance y el problema presentado en el

proceso de congelado de pota para luego aplicar herramientas de calidad para analizar y conocer a más detalle el proceso. Esto será indispensable para la determinación de las causas posibles y probables que intervienen en el proceso para finalmente a través de herramientas estadísticas identificar las causas reales, es decir, las causas que influyen significativamente en el problema en cuestión.

De este modo, el planteamiento y desarrollo de esta tesis responderá a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los factores de calidad que influyen en el porcentaje de productos defectuosos en el proceso de congelado de pota aplicando la metodología Lean Six Sigma?

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de la presente tesis, es necesario entender con claridad que tanto Lean como Six Sigma, son grandes influyentes del cambio como métodos autónomos, pero de forma más efectiva, si se fusionan. Pueden representar una herramienta poderosa. El marco teórico explica cómo ambos paradigmas se alinean convirtiéndose en un enfoque genuino y sostenible para el cambio organizacional y la mejora de procesos.

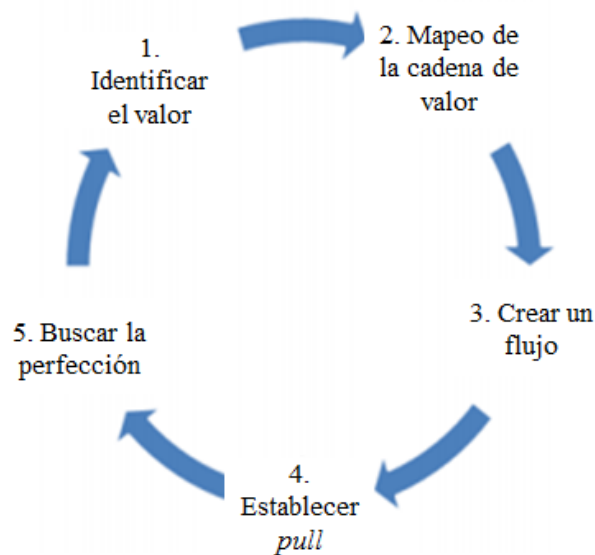
Asimismo, con ayuda de la literatura, se describe los factores críticos de éxito (SCF, por sus siglas en inglés), desafíos, barreras y errores más comunes en la implementación y desarrollo de la metodología, con el objetivo de mitigar posibles riesgos en el despliegue del proyecto en cuestión.

1. Filosofía lean

El Sistema de Producción Toyota (TPS) proporcionó la base a lo que ahora se conoce como pensamiento Lean y que ha sido popularizado por Womack y Jones [7]. Esta filosofía de fabricación fue iniciada por los ingenieros japoneses Taiichi Ohno y Shigeo Shingo [8]. Sin embargo, se conoce que Henry Ford logró un alto rendimiento y bajos inventarios, y practicó la fabricación de ciclo corto a finales de 1910. El TPS también es acreditado como el lugar de nacimiento del método de producción just-in-time (JIT) [9], un elemento clave de la producción lean, y por esta razón el TPS sigue siendo un modelo de excelencia para los defensores de la gestión lean.

El término Lean se utilizó por primera vez en el libro La máquina que cambió el mundo [10], donde se introduce el enfoque lean como un desarrollo del TPS. En un volumen posterior, Lean Thinking [11], describe los cinco principios Lean (ver figura 1):

- (1) Especificar la cadena de valor [12] desde el punto de vista del cliente final por familia de productos.
- (2) Identificar todos los pasos de la cadena de valor para cada familia de productos, eliminando siempre que sea posible aquellos pasos que no crean valor.
- (3) Hacer que los pasos de creación de valor ocurran en secuencia estrecha para que el producto fluya continuamente hacia el cliente.
- (4) Permitir que los clientes extraigan valor de la siguiente actividad ascendente a través del concepto de que el proceso posterior demanda al anterior, sistema “pull” [10].
- (5) Gestionar hacia la perfección de manera que el número de pasos, el tiempo de producción invertido y la información necesaria para servir al cliente se desarrolle continuamente.



Fuente: Libro “Lean Thinking” [10]

Figura 1. Cinco principios de Lean Thinking.

Womack y Jones [11] definen Lean como la eliminación sistemática de los desperdicios por todos los miembros de la organización de todas las áreas de la cadena de valor, entendiendo por desperdicios a “cualquier cosa distinta de la cantidad mínima de equipamiento, materiales, partes, espacio y tiempo, que sea absolutamente esencial para añadir valor al producto” [13].

Existen 7 tipos de desperdicio: sobreproducción, tiempo de espera, transporte innecesario, sobre-procesamiento, inventario, movimiento innecesario y defectos. A éstos se ha añadido un octavo desperdicio fundamental, el desaprovechamiento de la capacidad de las personas. Por lo que se puede concluir que la producción Lean es una filosofía que busca la mejora continua y la eliminación de desperdicios y/o actividades que no agregan valor, involucrando a todo el personal para lograrlo [8].

El enfoque de Lean se basa en el mapeo y el análisis de las actividades en los procesos. En la terminología Lean se le conoce como “value stream mapping”, el mapeo del flujo de valor [14] [15]. Este flujo de valor incluye todas las actividades necesarias para fabricar el producto. El análisis está basado primordialmente en la identificación de actividades que se pueden definir como desperdicios o aquellas que añaden valor al producto.

Hernández señala que el objetivo final de la filosofía Lean es el de generar una nueva cultura de la mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo; para ello es indispensable adaptar el método a cada caso concreto [16]. La filosofía Lean está en constante búsqueda de nuevas formas de hacer las cosas de una manera más ágil, flexible y económica.

2. Filosofía Six Sigma

Six Sigma fue desarrollado en Motorola por el ingeniero Bill Smith a mediados de los años ochenta, quien desarrolló un papel importante en el cambio de compañía [3]. El siguiente paso para el enfoque fue despliegues significativos liderados por los principales ejecutivos de Allied-Signal y General Electric. La iniciativa recibió un uso importante en los negocios y la industria, primero en los Estados Unidos y luego en el mundo [4].

Arnheiter y Maleyeff [3] sostienen que las raíces de Six Sigma pueden atribuirse a dos fuentes primarias: la gestión de la calidad total (TQM) y la métrica estadística Six-Sigma originada en Motorola Corporation. Hoy en día, Six Sigma es considerada como una estrategia de largo plazo para la toma de decisiones en lugar de un programa de gestión de la calidad.

2.1. Métrica estadística Six Sigma

Esta metodología de mejora de procesos se apoya en técnicas estadísticas y presenta un enfoque estructurado y sistemático que está centrado en la reducción de la variabilidad, consiguiendo reducir la tasa de defectos a 3,4 defectos por cada millón de oportunidades (DPMO) [17], entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente [18].

Arnheiter y Malayeff señalan que, en Motorola, a medida que los productos se volvían más complejos, los productos defectuosos eran más comunes, mientras que al mismo tiempo los clientes exigían una mayor calidad.

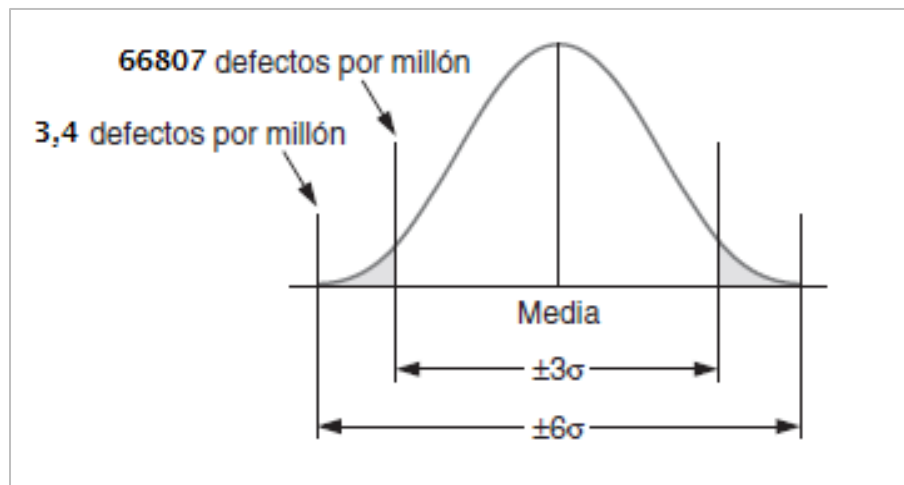
Otras industrias enfrentan desafíos similares para lograr una calidad superior. Además de la industria de electrónica de consumo y otros productos como automóviles, motores, fuselajes y computadoras, muchas industrias donde los productos son menos complejos también enfrentan desafíos similares. Las empresas que fabrican productos menos complejos, pero los venden en volúmenes muy grandes también deben enfocarse en lograr una calidad superior.

2.2. Nivel Sigma

El nivel sigma es un indicador de variación el cual corresponde a cuantas desviaciones estándar caben entre los límites de especificación del proceso [19].

Por ejemplo, si tengo un proceso manufacturero donde el producto final es una caja de electrodos de soldadura que debe tener un peso de 25 ± 0.125 kg. Para considerarse conformes según las especificaciones del cliente, esto significa que se tiene el límite de

especificación inferior a 24.875 kg y un límite de especificación superior de 25.125 kg, con un objetivo de 25 kg. Si el proceso tiene un desempeño de 6 sigma, entonces por cada millón de cajas de electrodos que fabriquen, 3,4 tendrán un peso inferior a 24.875 o superior a 25.125 kg, mientras que, si el proceso tiene un rendimiento de 3 sigma, por cada millón de cajas que fabrique, 66.807 tendrán un peso inferior a 24.875 o superior a 25.125 kg. Esta relación entre la calidad de los componentes y la calidad del producto final se observan en la figura 2 y se resumen en la tabla 1.



Fuente: Soporte Minitab 18 [19]

Figura 2. Niveles Sigmas.

Tabla 1. Relación entre el Nivel Sigma, el DPMO y el rendimiento.

Nivel en Sigma	DPMO	Rendimiento
6	3.4	99.9997%
5	233	99.98%
4	6 210	99.3%
3	66 807	93.3%
2	308 537	69.15%
1	690 000	30.85%
0	933 200	6.68%

Fuente: Soporte Minitab 18 [19].

2.3. Estructura de Six Sigma

La metodología Six Sigma desarrolla la estructura de mejora del proceso proporcionando un esquema más detallado del ciclo de Deming (planear, hacer, verificar, actuar) a través de un ciclo de cinco etapas conformadas por definir, medir, analizar, mejorar, controlar (DMAIC por sus siglas en inglés) [20]:

- (1) Definir el problema/oportunidad de mejora, los objetivos del proyecto y los requerimientos del cliente (interno y externo).
- (2) Medir el rendimiento del proceso.
- (3) Analizar el proceso para determinar las causas raíz de variación o del bajo rendimiento (defectos).
- (4) Mejorar el rendimiento del proceso abordando y eliminando las causas raíz.
- (5) Controlar el proceso mejorado y el futuro rendimiento del proceso.

Cada fase descrita tiene una serie de herramientas y técnicas correspondientes, tales como el control estadístico de procesos, el diseño de experimentos y la metodología de superficie de respuesta, lo que proporciona al usuario una extensa caja de herramientas para medir, analizar y mejorar procesos críticos con el objetivo de tenerlos bajo control [21].

El marco actual de la mejora de procesos ha evolucionado exponencialmente desde el uso de este o similares enfoques en todo el mundo y en muchas circunstancias diferentes de mejora [4] [25]. Si bien es cierto, las fases se presentan de forma lineal y secuencial; sin embargo, pueden surgir iteraciones entre las fases o desarrollarse en paralelo.

Por otro lado, los programas de Six Sigma generalmente crean una estructura transversal de conocimientos en la organización, donde la capacitación formalizada y respaldada de los empleados es factor clave para asegurar la efectividad del programa. Todos los empleados involucrados en actividades que impactan la satisfacción del cliente son entrenados en habilidades básicas para resolver problemas, asimismo, otros empleados

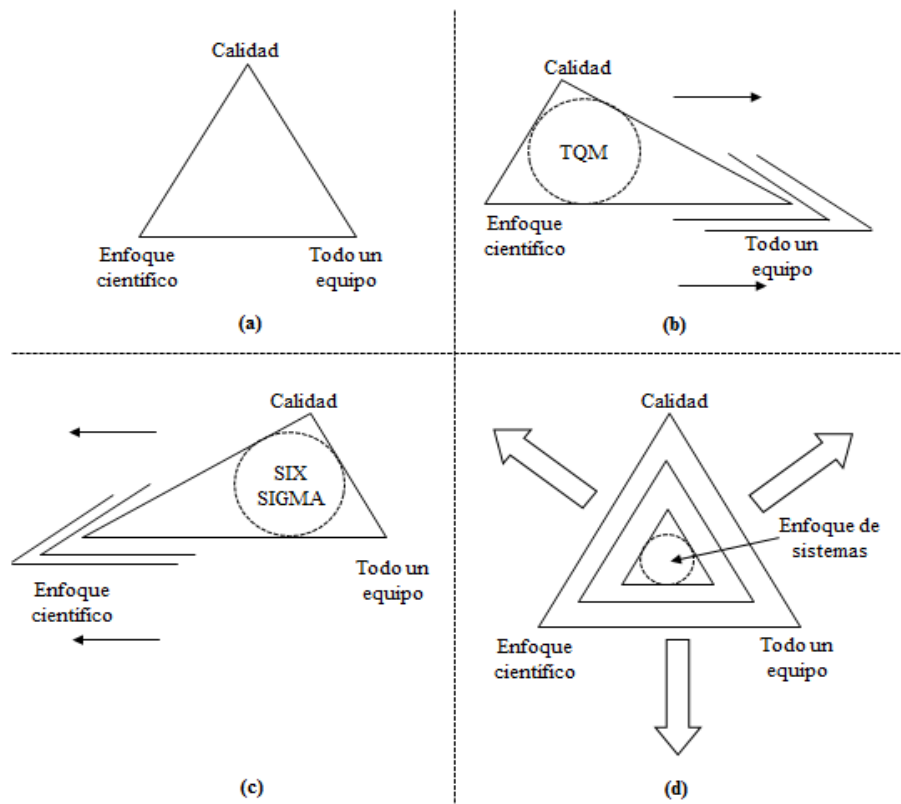
reciben capacitación avanzada y para luego actuar como mentores de otros en apoyo y desarrollo .de proyectos de mejora de la calidad [3].

2.4. Evolución de Six Sigma

Es necesario que Six Sigma evolucione si quiere seguir siendo un enfoque relevante y sostenible para los negocios. McAdam y Lafferty [22] sugieren que debe ser considerado como una filosofía de gestión de mejora continua, asimismo, demuestran que Six Sigma no es en realidad un reemplazo para la gestión de la calidad total (TQM), sino que reenfoca el lado mecanizado de la misma, proporcionando métricas de negocio importantes [6].

Joiner trata de explicar mejor este reenfoque tomado a través del tiempo y propone el Triángulo de Joiner [6] mostrado en la figura 3. Se observa que en la figura 3b la filosofía Gestión de la calidad total (TQM), se orientó en gran medida hacia las organizaciones de personas y los conceptos filosóficos y culturales detrás de la calidad total. La calidad sigue siendo la fuerza impulsora; sin embargo, se pierde énfasis en el enfoque científico. De la misma forma, la metodología Six Sigma también ha provocado otro sesgo, pero en la dirección opuesta, enfatizando en el enfoque científico (figura 3c), esto a costa del elemento personas.

Es así como Joiner plantea como solución incorporar una filosofía coherente que integre la cultura con un enfoque científico a través de una filosofía unificada. En otras palabras, se necesita apuntar a un crecimiento igual a cada lado del triángulo, tomando una visión holística de la organización como una entidad estructurada y compleja (Figura 3d).



Fuente: El triángulo de Joiner [6].

Figura 3. El enfoque cambiante de la calidad.

3. Integración de Lean y Six Sigma

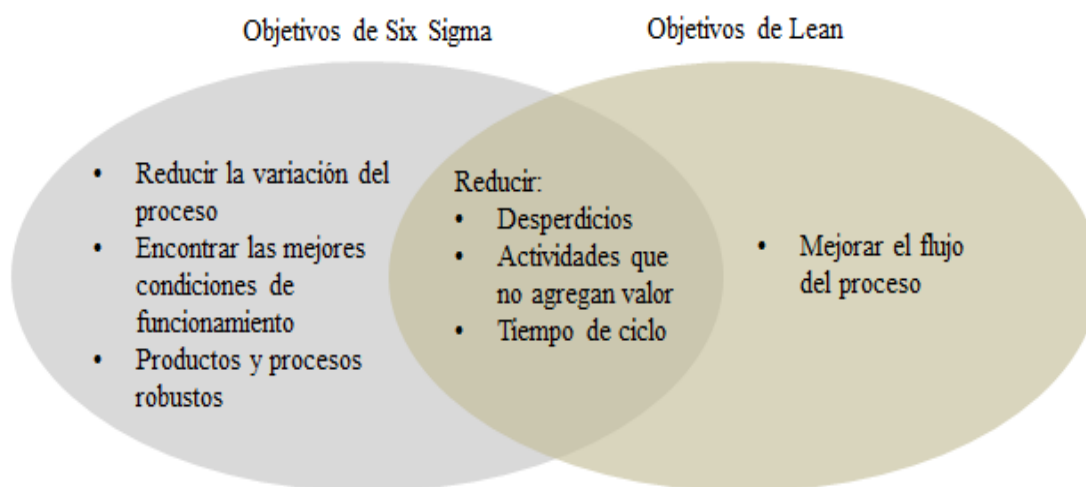
El concepto de Lean Six Sigma (LSS) combina dos enfoques de mejora operativa previamente separados: Lean Management y Six Sigma [3] [23] [24]. Lean Management orientado principalmente a reducir y/o eliminar las actividades que no agregan valor y Six Sigma, en la reducción de la variabilidad del proceso. Snee [4] definió a LSS como “una estrategia y una metodología de negocio que aumentan el rendimiento del proceso, lo que resulta en una mayor satisfacción del cliente y mejores resultados finales”.

Tanto el pensamiento Lean como la filosofía Six Sigma son considerados grandes influyentes del cambio como métodos autónomos, pero si se fusionan, pueden lograr ser una herramienta excepcionalmente poderosa [6]. Alinear los aspectos culturales de Lean con las investigaciones impulsadas por datos de Six Sigma tiene un gran potencial en una búsqueda por un enfoque justificado y sostenible del cambio organizacional y la mejora de procesos.

3.1. Objetivos de Lean y Six Sigma

La categoría de proyectos Lean Six Sigma está claramente ausente en este enfoque. Snee [4] anunció que esto se debe a que, en una metodología de mejora holística, donde el objetivo general es la mejora, sin importar cómo se logre, todos los proyectos son proyectos Lean Six Sigma, basados en una caja de herramientas en común.

Los objetivos y necesidades de mejora de una organización se muestran en la figura 4. Y dependiendo de la naturaleza del problema estas herramientas tradicionalmente consideradas como parte de Lean o asociadas a Six Sigma pueden dominar. Algunas necesidades de mejora encontradas comúnmente son: Agilizar el flujo del proceso, mejorar la calidad del producto, reducir costos del proceso y del producto, reducir la variación del proceso para reducir el desperdicio, mejorar el control del proceso, entre otros.

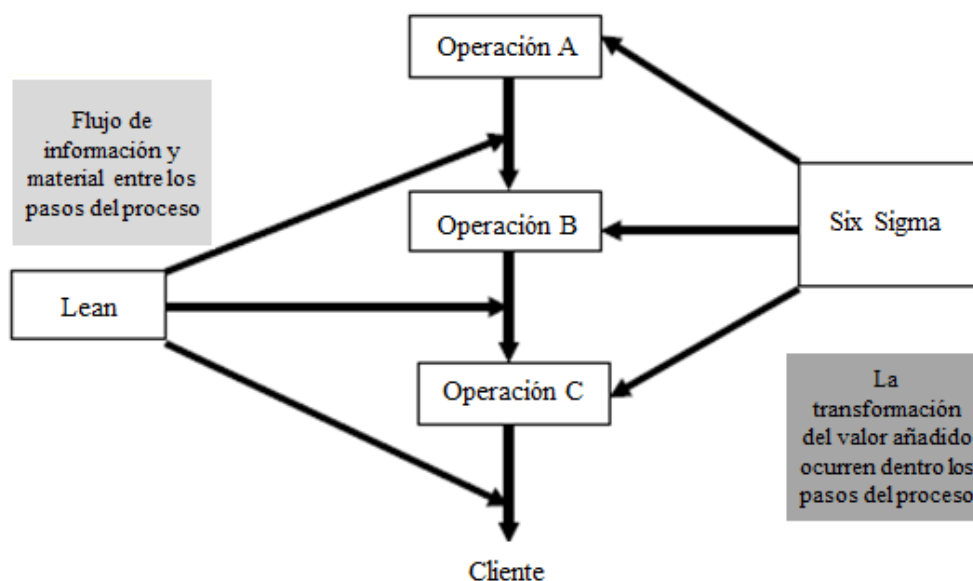


Fuente: International Journal – Lean Six Sigma getting better all the time [4].

Figura 4. Objetivos de Lean y Six Sigma

La integración de lean y Six Sigma apunta a cada tipo de oportunidad de mejora dentro de una organización. Estas oportunidades de mejora suelen encontrarse dentro de las operaciones del proceso y/o entre ellas, es decir, el flujo entre operaciones. La figura 5 muestra el flujo de información y material entre las operaciones del proceso y la “transformación de valor añadido” dentro de las operaciones del proceso.

Los principios Lean suelen ser más eficaces para manejar el flujo de información y materiales, mientras que el enfoque Six Sigma se usa para abordar las transformaciones de valor añadido. Esta transformación se refiere a la gestión de la complejidad de las operaciones del proceso. Es fundamental recordar que el objetivo es llegar a las causas raíz del mal funcionamiento de los procesos, no simplemente centrarse donde aparecen los síntomas.



Fuente: International Journal – Lean Six Sigma getting better all the time [4].

Figura 5. Oportunidades de mejora ocurren entre y dentro de los pasos del proceso.

Arnheiter y Maleyeff [3], concluyen que una organización LSS incluiría los tres siguientes principios básicos de la gestión Lean:

- (1) Incorporaría una filosofía predominante que busca maximizar el contenido de valor agregado de todas las operaciones.
- (2) Evaluaría constantemente todos los sistemas de incentivos existentes para asegurar que resulten en optimización global en lugar de optimización local.
- (3) Incorporaría un proceso de toma de decisiones de la gerencia que basa cada decisión en su impacto relativo en el cliente.

Y los tres siguientes principios básicos de Six Sigma:

- (1) Subrayaría las metodologías basadas en datos en todas las decisiones, de modo que los cambios se basen en estudios científicos y no en estudios *ad hoc*.

- (2) Promovería metodologías que se esforzaran por minimizar la variación de las características de calidad.
- (3) Diseñará y aplicará un régimen de educación y formación de toda la empresa y altamente estructurado.

3.2. Herramientas de Lean Six Sigma

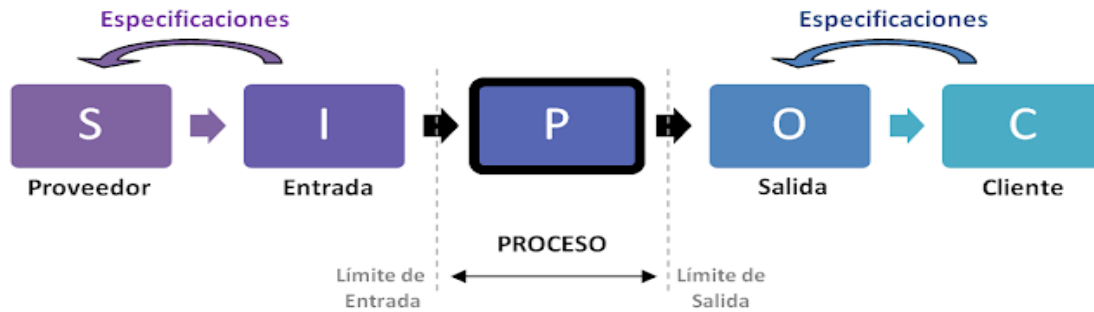
Las herramientas descritas a continuación serán usadas a lo largo del despliegue de la metodología Lean Six Sigma.

3.2.1. Caracterización de los procesos – SIPOC

El diagrama SIPOC, por sus siglas en inglés Supplier – Inputs – Process – Outputs – Customers, es la representación gráfica de un proceso de gestión. Esta herramienta permite visualizar el proceso de manera sencilla dando una vista macro del flujo del proceso o producto y sus interrelaciones dentro del negocio [25]. Asimismo, define los límites del proceso, el punto de inicio y final del proceso que necesita una mejora.

Las iniciales de esta herramienta representan a las partes implicadas (ver figura 6) [26]:

- **Supplier** (Proveedor): ¿Quién provee las entradas al proceso? Puede tratarse de un proveedor externo o, simplemente, el proceso anterior.
- **Input** (Entrada): ¿Qué precisa el proceso? Es todo lo que utiliza el proceso para desarrollarse. Puede tratarse de información, material o documentación.
- **Process** (Proceso): ¿Cuáles son las actividades que se realizan sobre las entradas, que añaden valor y las convierten en salidas?
- **Output** (Salida): ¿Qué entrega el proceso? Dependiendo del caso, puede ser un producto, información o documentación, entre otras posibilidades.
- **Customer** (Cliente): ¿Quién precisa las salidas del proceso? En este caso también puede ser un cliente externo, o el proceso siguiente.



Fuente: Calidad Total

Figura 6. SIPOC: Mapeo del Procesos de Alto Nivel.

3.2.2. Matriz AMEF

El Análisis del Modo y Efecto de Fallas, también conocido como AMEF o FMEA por sus siglas en inglés (Failure Mode Effect Analysis), es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención.

La eliminación de los modos de fallas potenciales tiene beneficios tanto a corto como a largo plazo. A corto plazo, representa ahorros de los costos de reparaciones, las pruebas repetitivas y el tiempo de paro. Hidalgo señala que el beneficio a largo plazo es mucho más difícil medir debido a que se relaciona con la satisfacción del cliente con el producto y con sus percepciones de la calidad; esta percepción afecta las futuras compras de los productos y es decisiva para crear una buena imagen de estos [27].

Por otro lado, el AMEF apoya y refuerza el proceso de diseño ya que:

- Ayuda en la selección de alternativas durante el diseño.
- Incrementa la probabilidad de que los modos de fallas potenciales y sus efectos sobre la operación del sistema sean considerados durante el diseño.
- Proporciona una información adicional para ayudar en la planeación de programas de pruebas concienzudos y eficientes.
- Desarrolla una lista de modos de fallas potenciales, clasificados conforme a su probable efecto sobre el cliente.

- Proporciona un formato documentado abierto para recomendar acciones que reduzcan el riesgo para hacer el seguimiento de ellas.
- Detecta fallas en donde son necesarias características de auto corrección o de leve protección.
- Identifica los modos de fallas conocidos y potenciales que de otra manera podrían pasar desapercibidos.
- Detecta fallas primarias, pero a menudo mínimas, que pueden causar ciertas fallas secundarias.
- Proporciona un punto de visto fresco en la comprensión de las funciones de un sistema

Según Salazar, lo primero que se debe considerar para desarrollar el AMEF se requiere de un trabajo previo de recolección de información; en este caso el proceso debe contar con documentación suficiente acerca de todos los elementos que lo componen. El AMEF es un procedimiento sistemático cuyos pasos se describen a continuación [28] y se observan en la figura 7.

- Desarrollar un mapa del proceso (Representación gráfica de las operaciones).
- Formar un equipo de trabajo (Team Kaizen), documentar el proceso, el producto, etc.
- Determinar los pasos críticos del proceso.
- Determinar las fallas potenciales de cada paso del proceso, determinar sus efectos y evaluar su nivel de gravedad (severidad).
- Indicar las causas de cada falla y evaluar la ocurrencia de las fallas.
- Indicar los controles (medidas de detección) que se tienen para detectar fallas y evaluarlas.
- Obtener el número de prioridad de riesgo para cada falla y tomar decisiones.
- Ejecutar acciones preventivas, correctivas o de mejora.

Proceso	Responsable	Actividad	Modos Potenciales de Falla (Defectos del Proceso)	Efectos de Fallas Potenciales	SEV	Causas Potenciales de Falla	OCC	Controles de Proceso Actuales	DET	RPN	Recomendaciones
Entradas del proceso			¿Qué problemas pueden ocurrir en la entrada del proceso?	¿Cuáles son las consecuencias?	¿qué tan mal?	¿Cuáles son las causas?	¿cuán frecuente?	¿Cómo puede ser encontrado o prevenido?	¿qué tan bien?		¿Qué se ha hecho?

Fuente: Mentor y. <https://mentory.online/2016/03/analisis-de-modos-de-falla-y-efectos-fmea.html>

Figura 7. Análisis del Modo y Efecto de Fallas – AMEF

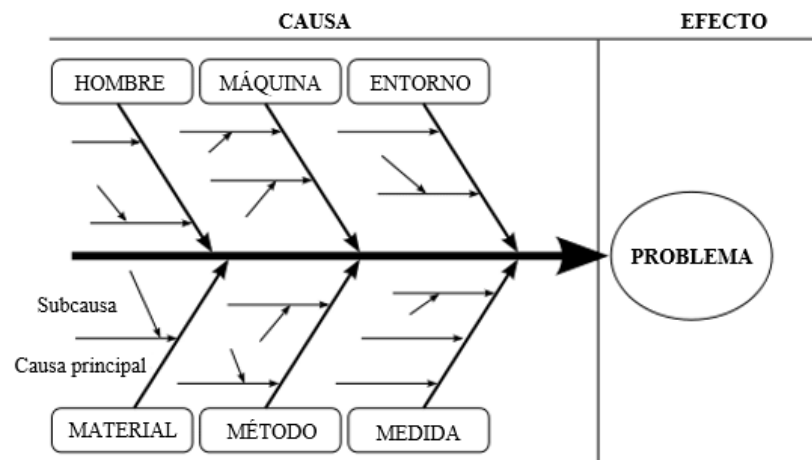
3.2.3. Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa, también conocido como Diagrama de Espina de Pescado o Diagrama de Causa y Efecto, es una herramienta de la calidad que ayuda a levantar las causas-raíces de un problema, analizando todos los factores que involucran la ejecución del proceso.

Para realizar el análisis de causas utilizando el diagrama de Ishikawa, basta con seguir algunos pasos [29]:

- Define el problema (efecto) que se va a analizar.
- Dibuje una flecha horizontal apuntando hacia la derecha y escriba el problema dentro de un rectángulo ubicado en la punta de la flecha.
- Realice una *brainstorming* (tormenta de ideas) para levantar las posibles causas que puedan estar generando el problema. Para ello, procure responder a la siguiente pregunta: “¿Por qué esto está sucediendo?”.
- Se dividen las causas identificadas en categorías, por ejemplo: máquina, mano de obra, método y materiales o de la forma que sea más coherente con el problema analizado y el contexto de su empresa.
- Luego de definir las sub-causas, es decir, los factores que llevaron aquella causa a suceder.

Es importante resaltar que, originalmente, se proponen 6 categorías por el método, que son: Máquina, Materiales, Mano de obra, Medio ambiente, Método y Medidas (los 6Ms) como se muestra en la figura 8. Sin embargo, no todos los procesos o problemas se utilizan de todos estos factores, así que es necesario evaluar cuáles de ellos están presentes o son importantes para la ejecución.



Fuente: Gestión de Operaciones. goo.gl/YtwzBB

Figura 8. Estructura el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa y Efecto.

3.2.4. Diagrama Bimanual

El desarrollo del diagrama de proceso bimanual, también llamado diagrama de proceso del operario es una herramienta del estudio de movimientos. Este diagrama muestra todos los movimientos y retrasos realizados por la mano derecha e izquierda [30]. Turmero señala que el propósito del diagrama de proceso bimanual es presentar una operación dada con suficiente detalle para analizar y mejorar el mismo.

El diagrama bimanual sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas, en cuyo caso se registra un solo ciclo completo de trabajo. Este diagrama facilita la modificación de un método, de tal manera que se pueda lograr una operación equilibrada de las dos manos, así como un ciclo parejo más rítmico que mantenga los retrasos y la fatiga del operario a niveles mínimos [31]. El hecho mismo de elaborar el diagrama le permite al especialista llegar a conocer a fondo los pormenores y gracias a él puede estudiar cada

elemento en relación con los demás, así tendrá la idea de posibles mejoras que debe implementar. El mejor método, por lo general, es el que menos movimientos necesita.

Para la construcción de esta gráfica (ver figura 9) es preferible concentrar la atención en una sola mano a la vez, y hacer una lista de los movimientos de una de ellas antes de hacer de la otra, empleándose los mismos símbolos que en los diagramas anteriores. Los símbolos se colocan en sucesión y se enumeran por el orden en que se producen de arriba abajo. Los movimientos de la mano derecha y de la mano izquierda que ocurren al mismo tiempo deben tener sus símbolos al lado uno de otro en el mismo nivel horizontal. Los intervalos entre los símbolos se conectan por líneas verticales. Así mismo se debe hacer una descripción breve correspondiente a cada movimiento que realiza cada mano. Tal como se muestra en la siguiente figura.

Diagrama Bimanual											
Diagrama	N° 1	Hoja Num. de	Resumen								
Dibujo y Pieza:			Actividad	Actual		Propuesto		Economía			
				Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.		
Operación:	Recargado de cartucho		Operación	○			5	4			
Descripción:	Completamente manual		Sostenimiento	▽			2	2			
Método :	Propuesto		Movimiento	⇒							
Operario (s) :	01	Ficha Num.01	Espera	D				1			
Compuesto por:	Fecha:	18/10/2016	Totales				7	7			
Descripción Mano Izquierda			Símbolo				Símbolo				Descripción Mano Derecha
			○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	
Toma fulminante			x				x			Toma casquillo	
Coloca fulminante			x						x	Sostiene casquillo	
Toma pólvora			x				x			Mueve casquillo a mesa	
Coloca pólvora en pesadora			x					x		Espera	
Toma pólvora y coloca en casquillo			x						x	Sostiene casquillo	
Sostiene casquillo						x	x			Toma bala	
Sostiene casquillo						x	x			Coloca la bala	

Fuente: ingenieriametodos.blogspot.com

Figura 9. Diagrama Bimanual – Ejercicio del Recargado de cartucho.

3.3. Factores Críticos de Éxito (FCE) para la implementación de Lean Six Sigma

En la tabla 2 se resumen los principales FCEs tal como han sido señalados por los autores listados:

Tabla 2. Resumen de los factores críticos de éxito en el despliegue de LSS

Autor	FCEs
Coronado and Antony [32]	Participación y compromiso de la dirección Cambio cultural Comunicación efectiva Infraestructura de la organización Formación Vinculación de Six Sigma a la estrategia empresarial, con el cliente, a Recursos Humanos, a proveedores. Gestión de proyectos Priorización y selección de proyectos Definición de la estrategia y objetivos de esfuerzos de mejora
Dag Naslud [33]	Plan de negocios y visión Soporte de la alta gerencia Gestión del cambio, cultura organizacional Educación y entrenamiento Gestión del conocimiento Estructura organizativa
Snee [34]	La selección correcta de personas y proyectos Comunicación de dirección y beneficios potenciales para garantizar un compromiso moderado Personas asignadas, tiempo, dinero y otros Reconocimiento de recursos y el refuerzo de alternativas y comportamientos de mejora

Henderson and Evans [35]	Apoyo y participación de la alta dirección Infraestructura organizacional Formación Herramientas Vínculos con acciones humanas
-----------------------------	--

Fuente: Adaptado de Manville et al. [36]

3.4. Retos, desafíos y barreras en la implementación de Lean Six Sigma

A medida que avanza el despliegue de la metodología, con frecuencia se presenta uno o más retos, ya sea en la forma en que se está gestionando el programa o en la forma en que se están llevando a cabo los proyectos. Snee [4] señala que los problemas se encuentran principalmente en dos áreas:

Los sistemas de gestión requeridos para administrar y monitorear el programa general de mejoramiento:

- Poco liderazgo de la alta gerencia incluyendo planes de despliegue - estrategia, metas, etc.
- Revisiones escasas o poco frecuentes de los proyectos.
- Talento superior no utilizado.
- Escaso apoyo de finanzas, TI, RR.HH., mantenimiento, etc.
- Se centra en la formación, no en la mejora.
- Mala comunicación de la iniciativa y el progreso.
- Falta de reconocimiento y recompensa apropiados.

La selección y gestión de proyectos individuales de mejora:

- Proyectos no alineados a los objetivos de negocio y resultados financieros.
- Alcance, métricas y objetivos del proyecto mal definido.
- Personas equivocadas asignadas a proyectos.
- Los líderes de proyecto y los equipos no tienen tiempo suficiente para trabajar en proyectos.
- Muchos proyectos que duran más de seis meses.

- Poco apoyo técnico de máster de mejora (MBB).
- Grandes equipos de proyecto - más de cuatro a seis personas por equipo.
- Reuniones no frecuentes del equipo.

A continuación, se describen algunos de los retos y focos que no deben perderse de vista:

- (1) Uno de los principales retos, y el más común frente al cambio, es la resistencia debido a la falta de comprensión de la metodología implementada y la falta de creencia de que va a funcionar. Todos son susceptibles a estos retos, la gerencia y otros similares. La educación puede ayudar, pero los casos de éxito son generalmente el mejor vehículo para reducir esta preocupación.
- (2) La falta de liderazgo visionario ha sido reportada como una barrera fundamental en el éxito de la introducción y despliegue de la metodología LSS en cualquier entorno industrial, independientemente del tamaño y la naturaleza de la industria [37]. El liderazgo visionario está ligado a la implicancia de la alta gerencia para con el desarrollo del programa de mejora. Las responsabilidades de liderazgo incluyen [38]:
 - Establecer una visión clara para establecer la cultura deseada;
 - La comunicación de la visión a todos los empleados en varios niveles para ganar el compromiso de la organización;
 - Y capacitar a los empleados y darles un sentido de propiedad.
 - Asignación de recursos financieros y humanos al esfuerzo.
 - Revisión periódica del progreso de los proyectos y aseguramiento el reconocimiento y recompensas para los participantes.
- (3) Falta de comunicación en los distintos niveles de la organización o entre las áreas interesadas. El personal puede percibir su participación como una pérdida de tiempo y esfuerzo. Snee [4] señala que es absolutamente crítico tener una comunicación efectiva en todos los niveles y hacer que los empleados sean

conscientes de la necesidad de la implementación de LSS y cuál es su rol en el logro de la visión establecida por la organización.

- (4) Relación débil entre los proyectos de mejora continua y los objetivos estratégicos de la compañía. Es importante seleccionar aquellos proyectos que están directamente alineados con los objetivos estratégicos de la organización y esto se puede lograr utilizando un ejercicio de Hoshin Kanri [39] con personas claves involucradas en la organización con las habilidades, conocimientos y experiencia adecuada.

Asimismo, se debe tomar en cuenta los siguientes criterios para identificar los proyectos adecuados [40]: a) Hay un desajuste entre el rendimiento actual y el necesario/deseado, b) La causa del problema no se entiende claramente y c) La solución no está predeterminada ni es aparentemente la mejor.

- (5) Otro desafío es la falta de hojas de ruta para seguir. Esto no debería ser un problema actualmente, ya que existe una serie de hojas de ruta que se pueden adaptar a las necesidades específicas de la organización. Un ejemplo de un plan de despliegue es discutido por Snee y Hoerl [37], establece el proceso de selección de proyectos y cómo se mantendrá la iniciativa a lo largo del tiempo. La selección de proyectos y el mantenimiento del esfuerzo son, sin duda, los dos aspectos más difíciles del despliegue de Lean Six Sigma.

- (6) Construir una infraestructura de soporte. Generalmente se piensa de forma equivocada que las empresas no necesitan una infraestructura permanente para apoyarlas y ejecutarlas de manera eficiente. Sin embargo, Snee dice lo contrario y señala cuatro elementos que la infraestructura debe tener:

- Un enfoque estructurado para la resolución de problemas. Esto podría ser, por ejemplo, el DMAIC de Lean Six Sigma para mejorar los procesos existentes y Diseño para Six Sigma (DFSS por sus siglas en inglés) [41] para generar y diseñar nuevos procesos.

- Técnicas analíticas comprobadas. Para entender mejor, solucionar problemas y mejorar los procesos de manufactura y servicios, sus técnicas analíticas deben ser tanto cualitativas como cuantitativas. Las técnicas cualitativas incluyen entrevistas, opinión de expertos, brainstorming, generación de hipótesis, proceso y Mapeo de Cadena de Valor (VSM) y matriz de causa y efecto. Las técnicas cuantitativas útiles incluyen gráficos de Pareto, análisis de gráficos de control y capacidad de procesos, modelado de regresión, estudios multi-variables y diseño de experimentos (DOE), por nombrar sólo algunos ejemplos.
- Personal capacitado en la mejora. Estos son los líderes a través de los cuales se realizan los proyectos. A medida que estén más capacitados, se irá formando grupos permanentes de expertos en mejora. Estas personas son potenciales candidatos para futuros puestos con mayores responsabilidades.
- Sistemas de gestión. Se debe crear un sistema de mejora general que guíe e integre todos los tipos de mejora organizativa y cree los sistemas de gestión de apoyo necesarios para sostenerlo. No es necesario crear nuevos sistemas de gestión sino integrar sistemas de gestión de mejoras con los sistemas de gestión existentes.

(7) Desarrollar un plan de para sostener las mejoras en el tiempo. Muchas organizaciones se centran en sostener las ganancias sólo después de que se hayan logrado mejoras, lo que debería ser al revés. Se debe comenzar a enfocar en mantener las ganancias de mejora antes de que empiece un proyecto y durante los primeros seis meses de su implementación, es decir, en los niveles estratégico y táctico, respectivamente. De lo contrario, es improbable que las mejoras duren [42].

CAPÍTULO II

SECTOR PESCA Y LA EMPRESA

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés) señala que, en los últimos 50 años, el abastecimiento mundial de productos basados en recursos hidrobiológicos destinados al consumo humano ha superado el crecimiento de la población mundial. La pesca y la acuicultura son consideradas actividades comerciales importantes para el bienestar y la prosperidad mundial ya que proporciona medios de vida e ingresos, tanto directa como indirectamente, a una parte considerable de la población mundial [43].

La actividad pesquera comprende las actividades de extracción y transformación de recursos pesqueros como peces, moluscos, crustáceos y otras especies, tanto para el consumo humano directo en enlatados, frescos o congelados, e industrial, a través de la harina y aceite de pescado [44]. A medida que aumente la población mundial, existirá una mayor demanda de alimentos y empleos, que una industria cada vez más desarrollada como la de la pesca puede ayudar a satisfacer. Asimismo, los mercados consumidores mundiales vienen exigiendo productos salubres y de menor impacto ambiental. Esto ha requerido el desarrollo de la diversificación de los productos pesqueros, además de una serie de estándares de calidad que garanticen y certifiquen la inocuidad de estos.

El Perú es uno de los países pesqueros más ricos a nivel mundial considerado como uno de los principales exportadores mundiales [2]. La actividad pesquera peruana está sostenida en los recursos pesqueros marinos más populares y comerciales como la anchoveta y otras especies como el jurel y la caballa. En los últimos años se ha incrementado la participación en la captura de otros recursos como pota, dorado o perico, entre otros.

A continuación, se detallan las principales situaciones consideradas como factores externos a la organización que no se pueden controlar, sin embargo, que pueden afectar

negativamente y de forma relevante a la producción o transformación de la materia prima. Entre ellas:

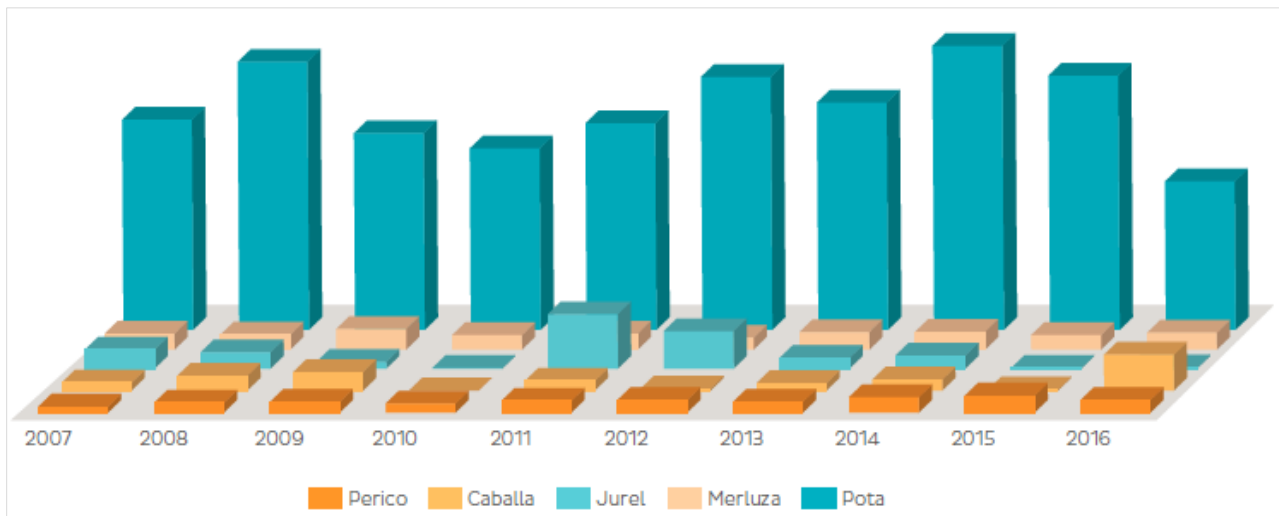
- *Los fenómenos oceanográficos “El Niño” y “La Niña”*, este fenómeno va acorde a los cambios biológicos y físicos que ocurren en el mar, esto afecta directamente a la distribución de la biomasa ya que existe una determinada temperatura del agua que asegura la supervivencia de los peces; o que estos migren buscando aguas más frías, siendo esta una desventaja para el sector pesquero [45] [46].
- *Efluentes en la industria harinera, minera, agraria y urbana*, que por una inadecuada manipulación de desechos tóxicos originado por procesos propios de su actividad generan altos desequilibrios en el ecosistema oceanográfico lo que trae como consecuencia la muerte masiva del recurso hidrobiológico.
- *Riesgo de sobreexplotación de recursos hidrobiológicos*, Graziano, director general de la FAO señala que el 30% de las poblaciones mundiales de peses están sobreexplotadas, agotadas o recuperándose del agotamiento.

4. Desarrollo de los congelados en el Sector Pesca

El Anuario Estadístico de Pesca 2016 muestra un detallado análisis sobre la evolución del Sector Pesca, considerando cuatro frentes importantes: el desembarque, el procesamiento y producción, la venta interna y la exportación.

4.1. Evolución del Desembarque

Durante el año 2016, el desembarque de recursos hidrobiológicos alcanzó un volumen acumulado de 3 890,0 miles de TM, que en comparación al periodo de enero a diciembre del 2015 significa una disminución en 1 053,2 miles de TM (21,3%); ocasionando la disminución en 181,0 miles de TM (28,1%) en el desembarque destinado a la industria de congelado debido a la gran disminución en el desembarque de la especie Pota como se muestra en la siguiente figura y se detalla en el anexo 1.



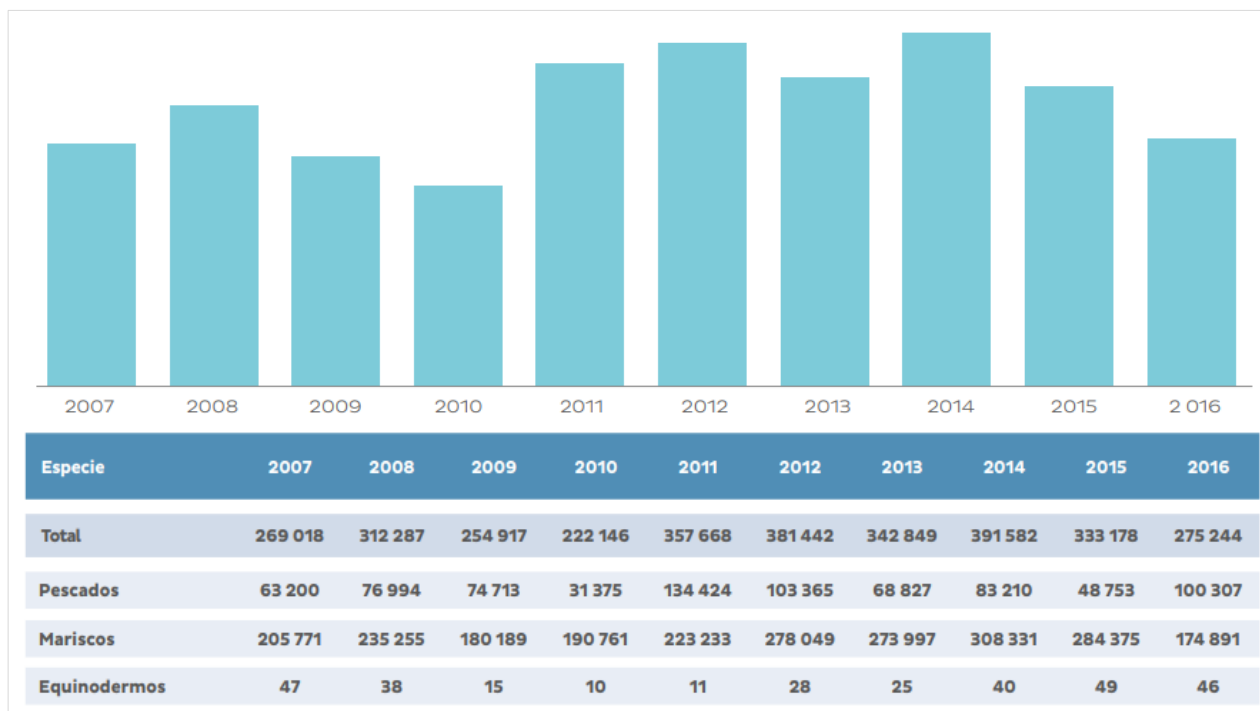
Fuente: Anuario estadístico de pesca 2016.

Figura 10. Desembarque de recursos marítimos para congelado según especie, 2007-16 TM.

4.2. Evolución del Procesamiento

Como se observa en la figura 11, el procesamiento de recursos hidrobiológicos en el año 2016 alcanzó un volumen de 1 119.2 miles de TMB, que en comparación a 2015 representa una caída en 258.3 miles de TMB (18.7%); comportamiento que es motivado por la disminución de 23.4% en la producción de harina de pescado y en 18.0% en productos congelados.

Según la Sociedad Nacional de Pesquería, la industria de congelados de recursos hidrobiológicos, en 2016 obtuvo una producción total de 275.2 miles de TMB, que a comparación del periodo 2015 tuvo una reducción del 18% como se muestra en la figura 11. Esto se debió a la significativa disminución de la producción de congelado en base a las especies Pota, Langostino, Calamar, Concha de Abanico y Merluza, entre otras. Precisándose que en el año 2016 la mayor producción de congelados se registró en los establecimientos industriales ubicados en las localidades de Paita, Sullana, Callao, Coishco, Tambo de Mora y La Cruz.



Fuente: Anuario estadístico de pesca 2016.
 Figura 11. Producción de congelado de pescados y mariscos marítimos según especie, 2007-16 TM (más detalle, ver anexo 2)

4.3. Evolución de las ventas internas 2016

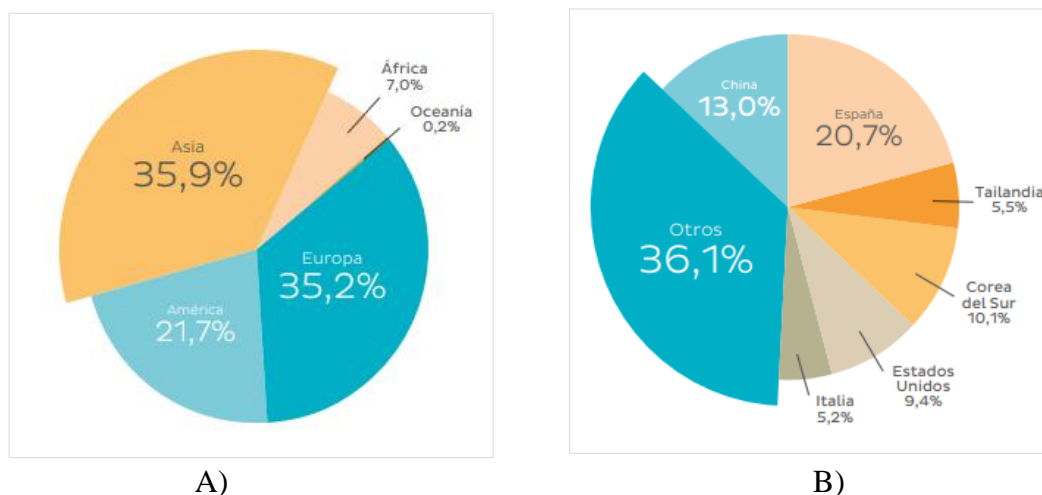
Las ventas internas de productos hidrobiológicos entre enero a diciembre del 2016 totalizaron un volumen de 776.33 miles de TMB, que representa una cantidad superior respecto al 2015 del 20.0% influenciado principalmente por las mayores ventas de harina y aceite crudo de pescado, así como de productos congelados, cuyos volúmenes se incrementaron en 227.3%, 58.7% y 11.6%, respectivamente.

Del total de ventas internas, el 80.1% se destinaron al consumo humano directo, de los cuales el 58.0% corresponde al estado fresco, 15.4% de congelado, 6.0% a enlatado y 0.8% a productos curados. Y de acuerdo con estos volúmenes en el 2016 se ha logrado alcanzar a nivel nacional un consumo per cápita aparente de productos pesqueros en 23.5 kilos por habitante, que en relación con el año anterior significa una disminución en 0.9 kilos (3.7%).

4.4. Evolución de exportación pesqueras 2016

En el transcurso del 2016, la exportación de productos pesqueros acumuló un volumen total de 1 083,64 miles de TMB lo cual representa una disminución en 191,95 miles de TMB (15%), en comparación al periodo enero-diciembre del 2015. Este comportamiento fue ocasionado básicamente por la reducción en la exportación de harina (8.5%), de los productos congelados (23.9%) y de aceite crudo de pescado (27.7 %).

La exportación de productos congelados en el 2016 totalizó un volumen de 293.34 miles de TMB, el mismo que representa una reducción del 23.9% con respecto al año anterior. Esto como resultado de la menor disponibilidad de productos en base a las especies pota, jurel y caballa. En la figura 12 se observa que los mayores volúmenes se destinaron a España (20.7%), China (13%), Corea del Sur (10.1%), EE. UU. (9.4%), Japón (5.5 %), Tailandia (5.5 %) e Italia (5.2 %).



Fuente: Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT) – Oficina de Estadística.
Figura 12. A) Exportación de congelado según continente. B) Exportación de congelado según país de destino.

5. Austral Group S.A.A.

Austral Group es una empresa pesquera miembro del grupo noruego Austevoll Seafood ASA, empresa listada en Oslo Bourse. El objeto social de las principales entidades que conforman el grupo es la extracción, cultivo, procesamiento y comercialización de especies hidrobiológicas [47].

Como una pesquera pelágica integrada y especialista en alimentos marinos, Austevoll opera por medio de subsidiarias, compañías asociadas, embarcaciones pesqueras con licencia de cuotas en tres de los países pesqueros más importantes del mundo: Noruega, Chile y Perú. Comprometidos con brindar productos de calidad a sus clientes, Austevoll emplea una sofisticada tecnología y estrategias de pesca responsable que extraen los recursos del océano tratando de no comprometer su sostenibilidad.

5.1. Desempeño Operativo por Unidades de Negocio

Según la Memoria Anual del 2016, Austral cuenta con seis plantas de producción de harina y aceite de pescado de las cuales sólo cuatro están operativas, estratégicamente distribuidas a lo largo del litoral peruano. Como se muestra en la tabla 3, la planta con mayor capacidad operativa es la Planta Coishco, además, es en la única planta donde se produce harina, conservas y congelados.

Tabla 3. Plantas operativas de Austral Group S.A.A.

Capacidad de producción	Harina	Conservas	Congelado
Planta Chicama 1/	45 TM x Hora	-	-
Planta Coishco 2/	160 TM x Hora	15,029 cajas x turno	475 TM por día
Planta Huarmey 1/	113 TM x Hora	-	-
Planta Chancay	100 TM x Hora	-	-
Planta Pisco	120 TM x Hora	9,600 cajas x turno	-
Planta Ilo	100 TM x Hora	-	-
Capacidad total	638 TM x Hora	24,629 cajas x turno	475 TM por día

1/ Planta CHI con operaciones suspendidas

2/ Planta CHD (conservas) con operaciones suspendidas

Fuente: Memoria Anual de Austral Group.

La flota de Austral hasta el presente año está compuesta por 21 embarcaciones, de las cuales las 19 registraron operaciones durante las temporadas pesqueras correspondientes al 2016. Del total de la flota, Austral cuenta con 12 embarcaciones con sistema refrigerado de recirculación de agua (RSW) que alcanzan una capacidad de bodega conjunta de 6,955.02 m³.

5.2. Desembarque total en el 2016

El desembarque total registrado por Austral proveniente tanto de su flota propia como de terceros fue de 253,316 TM durante el año 2016, cifra inferior en 12% a lo alcanzado en el 2015 (286,353 TM) [48].

a) Harina y Aceite de pescado

Según PRODUCE el desembarque nacional de anchoveta destinado a la producción de harina y aceite de pescado fue de 2'729,223 TM, de las cuales 244,162 TM equivalente al 8.9%, fueron descargadas en nuestras plantas.

b) Congelados y frescos

Durante el año 2016, Austral registró ventas por un volumen de 7,837 TM, cifra significativamente superior a las registradas en el 2015 (26 TM). El principal destino fue el mercado externo que representó el 90% de las ventas mientras que las principales especies comercializadas fueron la Caballa y, en menor medida, la Pota y el Calamar. Además, se realizaron ventas de pescado fresco para Consumo Humano Directo por 3,113 TM correspondiente a la especie Caballa.

5.3. Marco estratégico corporativo

Austral Group ha definido su marco estratégico, el mismo que busca convertirla en la empresa líder en el sector pesca. Este se detalla a continuación [47]:

- **Misión**

Satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes con productos de alta calidad sobre la base de un equipo humano comprometido con la sostenibilidad de los

recursos pesqueros a través de una operación eficiente, ambiental y socialmente responsable, en un contexto de creación de valor e innovación.

- **Visión**

Ser reconocidos como la empresa pesquera líder en la elaboración de productos alimenticios de alta calidad.

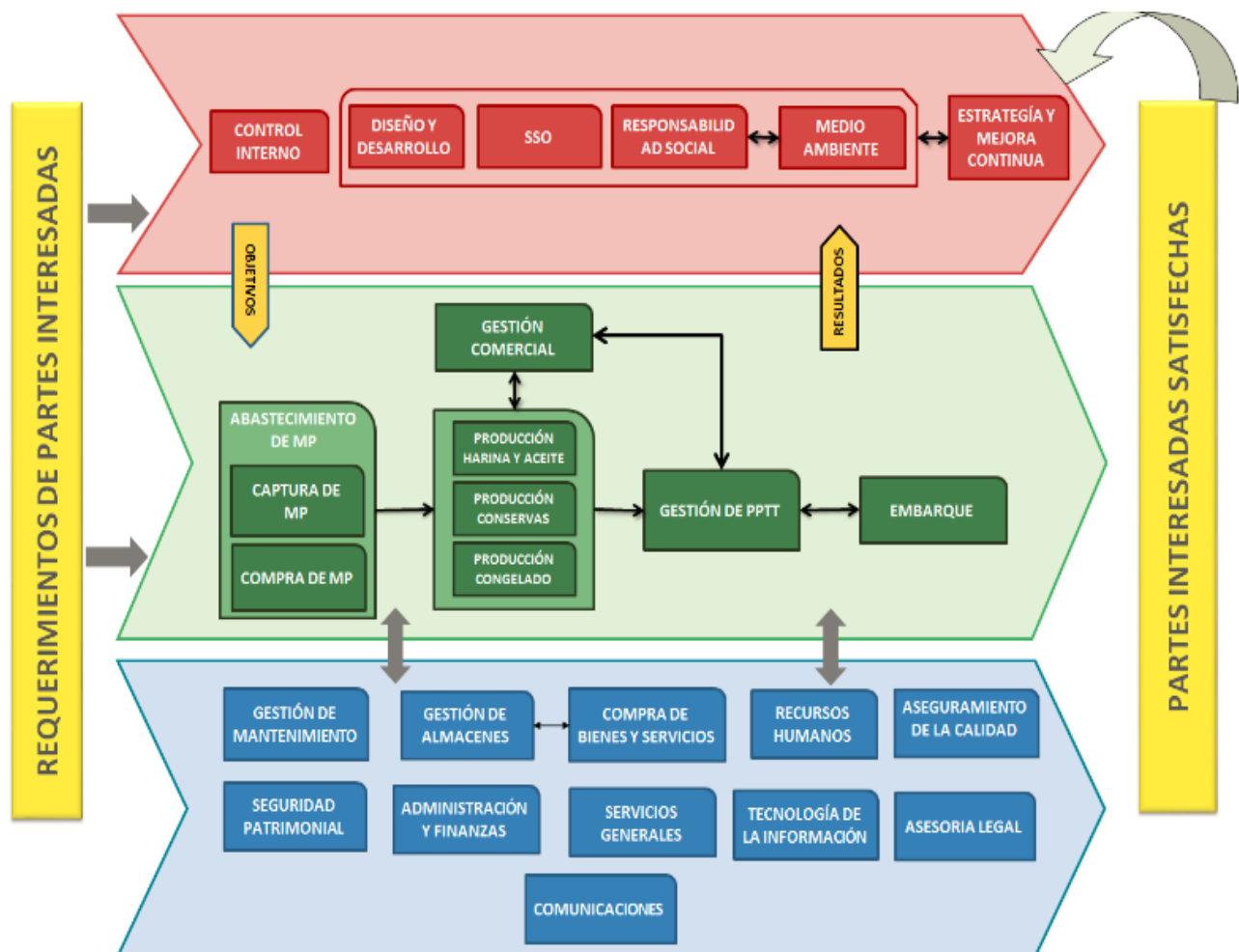
- **Valores**

Trabajo en equipo, compromiso, integridad y responsabilidad.

- **Factores de éxito**

Ser líderes responsables, ser eficientes y estar preparados.

La siguiente figura muestra el Mapa de Procesos de la compañía:



Fuente: Memoria Anual de Austral Group S.A.A.

Figura 13. Mapa de Procesos de la compañía Austral Group S.A.A.

CAPÍTULO III

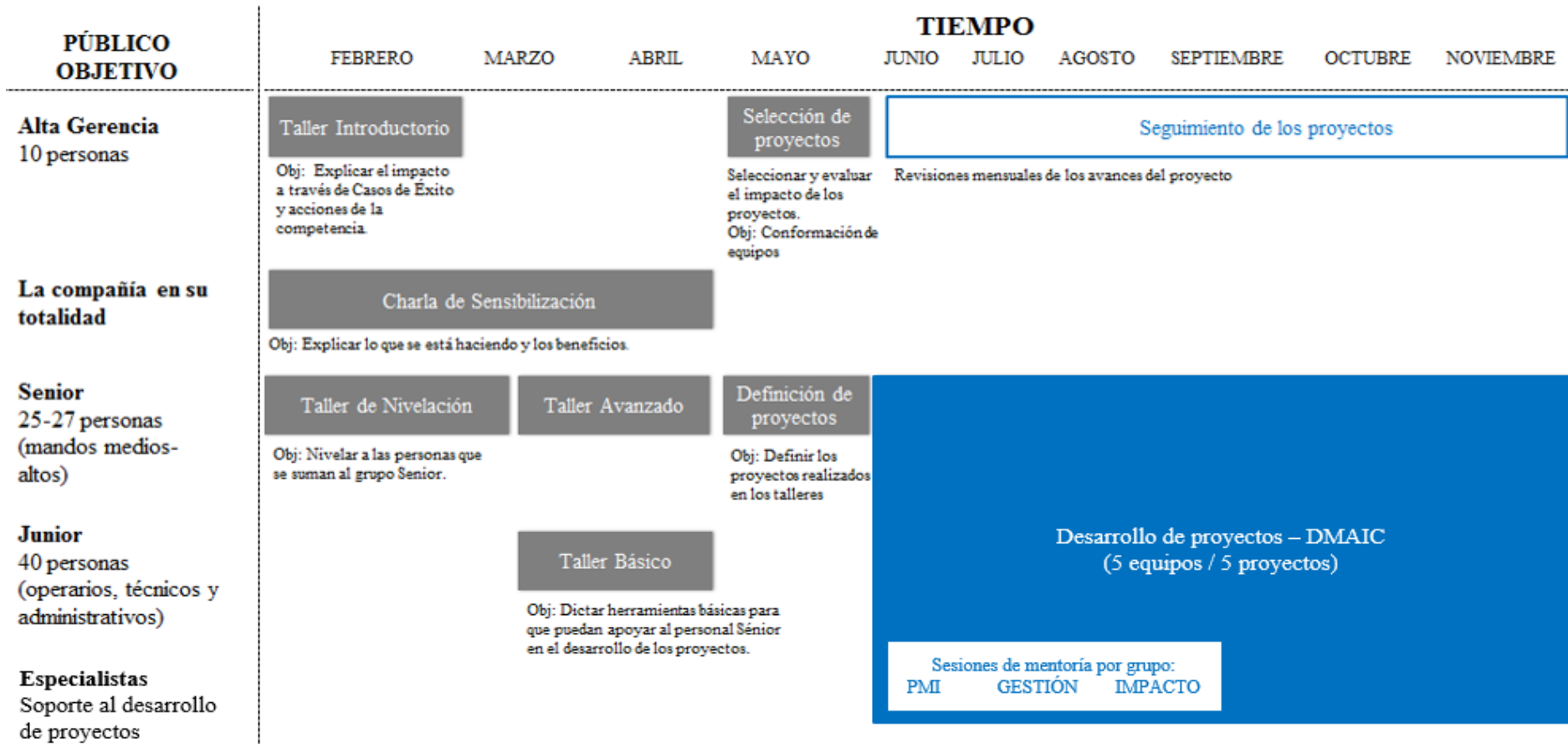
METODOLOGÍA

En esta sección se describe la secuencia de pasos a emplear para el desarrollo de esta investigación correspondiente a la reducción de defectos en el proceso de congelado de pota aplicando la metodología Lean Six Sigma. Se cree conveniente mostrar la hoja de ruta de la implementación global del programa de LSS en la compañía debido a que el proyecto de mejora en cuestión se desarrolla dentro de esta, y porque reúne y evidencia los factores de éxito tomados en cuenta y descritos previamente. Además, se conocerá las variables a medir que intervienen en el proceso, y cómo será la recolección y análisis de estas.

6. Esquema de la implementación global de LSS

Actualmente, la empresa Austral Group se encuentra en un proceso de despliegue e implementación de la metodología Lean Six Sigma en toda la compañía. Este programa sigue dos principales objetivos; (1) capacitar al personal para que desarrollen una Cultura de Calidad y Mejora Continua dentro de la organización, y así, (2) facilitar la ejecución y seguimiento de proyectos de mejora continua aplicando las herramientas de Lean Six Sigma.

En la Figura 14 se observa la hoja de ruta que se siguió para la implementación global del enfoque LSS. Los factores críticos de éxito documentados por Manville y otros [42] han sido considerados lineamientos claves para el desarrollo de la implementación. Donde se pretende lograr la participación y compromiso de la gerencia desde los inicios de la implementación en adelante. Asimismo, a través de las charlas de sensibilización, se busca hacer partícipe de esta ola de mejora continua a la compañía en su totalidad.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Hoja de ruta para la implementación global de Lean Six Sigma

Se desarrolla una estrategia de abajo hacia arriba, es decir, se equipa a los niveles más bajos de la organización con una comprensión de las diversas herramientas y técnicas de solución de problemas [49], esto a través del entrenamiento del recurso.

Estas capacitaciones tienen un enfoque teórico-práctico, de tal forma que van desarrollando proyectos de mejora a pequeña escala que luego de una evaluación de impacto financiero y organizacional, abren paso al despliegue y desarrollo de proyectos de mejora. Un proyecto de LSS tiene un tiempo estimado de desarrollo de 3 a 6 meses [41] [42].

El proyecto por desarrollar en esta investigación, correspondiente al proceso de congelado de pota, se encuentra dentro de este programa de mejora como uno de los 5 proyectos seleccionados.

6.1. Despliegue de la investigación y de la metodología a aplicar

La tabla 4 muestra el despliegue general a emplear en este trabajo de investigación. Se detalla las 3 primeras fases de la metodología Lean Six Sigma, las cuales se desarrollarán de manera secuencial y lógica para alcanzar los objetivos planteados. Asimismo, se describe el objetivo de cada fase, las preguntas a resolver, la descripción y herramientas a emplear.

6.2. Alcance de la investigación

Debido a que la metodología Lean Six Sigma se basa en el ciclo el DMAIC para alcanzar los objetivos planteados; la presente investigación abarca tres tipos de alcance durante su intervención, que son: Descriptivo, explicativo y correlacional [50].

Tabla 4. Despliegue de la investigación y las fases de la metodología LSS.

Fases de la metodología	Objetivo	Preguntas a resolver	Descripción	Herramientas
Definir	Determinar el problema que se pretende resolver, el alcance y el impacto del mismo.	<p>¿Cuál es el problema</p> <p>¿Cuál es el alcance?</p> <p>¿Quiénes son las partes interesadas?</p>	<p>Identificar el problema u oportunidad</p> <p>Mapear el proceso</p> <p>Identificar a los clientes y definir los CTQs</p>	<p>Hoja de vida del Proyecto</p> <p>SIPOC</p> <p>DOP/DAP</p>
Medir	Conocer cómo es el proceso bajo análisis para conocer su desempeño actual.	<p>¿Cuál es la extensión del problema?</p> <p>¿Cuál es el rendimiento actual del proceso?</p> <p>¿Cuáles son los indicadores que permitirán acotar el problema a sus causas raíces?</p>	<p>Identificar y medir las variables que intervienen en el proceso.</p> <p>Medir y analizar los modos de falla de todas las operaciones del proceso.</p> <p>Medir y analizar la capacidad de las operaciones Identificar las causas posibles.</p>	<p>Value Stream Map - VSM</p> <p>Análisis de Modo y Efecto de la Falla - AMEF</p> <p>Análisis de Capacidad</p>
Analizar	Entender cómo y por qué se genera el problema a través de la identificación de las causas raíces.	<p>¿Cuáles son las causas raíces?</p> <p>¿Las causas raíces fueron</p> <p>¿Qué pistas hemos descubierto?</p>	<p>Identificar las causas probables</p> <p>Identificar las causas reales</p>	<p>Diagrama de Ishikawa</p> <p>Los cinco porqués</p> <p>Selección y prueba de hipótesis</p>

Fuente: Elaboración propia.

Hernández et al. [50] señalan que los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Por lo que, únicamente, en este tipo de estudios, se pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren. La presente investigación tiene un alcance descriptivo ya que durante las fases definir y medir de la metodología de calidad empleada se describe a detalle el problema a resolver, su alcance y su impacto; asimismo, se describe el proceso productivo en cuestión.

Además, tiene un alcance explicativo, ya que como su nombre lo dice, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables [50]. En la fase analizar, mediante las herramientas de calidad AMEF, Ishikawa y los 5 porqués se pretende identificar las causas del problema en cuestión.

Para la fase analizar se considera un alcance correlacional donde se evalúa el grado de asociación entre las variables independientes identificadas como las causas probables y reales con la variable dependiente, en este caso, el porcentaje de productos defectuosos en el proceso de pota congelada. Se miden cada una de estas variables y, después, se cuantifican y analizan la vinculación. Dichas correlaciones se respaldan en hipótesis sometidas a prueba. La utilidad principal de este tipo de estudios es saber cómo se puede comportar una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas. Hernández et al. [50] mencionan que es como intentar predecir el valor aproximado que tendrá un grupo de individuos o casos en una variable, a partir del valor que poseen las variables relacionadas.

6.3. Tipo de diseño de investigación

Es una investigación de tipo no experimental debido a que no se realiza una manipulación deliberada de variables, es decir, no se hace variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables.

Asimismo, Hernández et al. [50] definen los tipos de investigación no experimental, donde la presente tesis tiene un diseño de investigación transeccional o transversal donde se recolectarán datos de la producción de pota congelada en un solo momento, en el año 2016 con el propósito de describir las variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

A su vez, los diseños transeccionales se dividen en tres: exploratorios, descriptivos y correlacionales-causales, siendo este último el considerado para la tesis, donde se describen las relaciones entre las variables a analizar independientes y la dependiente en el año 2016.

6.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis corresponde al producto final del proceso productivo de congelado de pota llevado a cabo en la planta ubicada en Coishco de la compañía pesquera, el cual es sacos de 20 kg de daruma o filete de pota congelada en presentaciones de 20x20cm.

6.5. Población de estudio

La población está representada por todas las muestras documentadas desde el año 1996, año donde se apertura como operativa la empresa y la planta de Coishco, que es donde se desarrolla la investigación.

6.6. Tamaño de muestra

Para determinar el tamaño de muestra se consideras todas aquellas muestras registradas en la hoja de trazabilidad en la segunda temporada de pesca en el año 2016. Cada muestra corresponde a un desembarque de materia prima, por lo que se tiene 30 muestras.

6.7. Selección de muestra

La selección de la muestra es el registro de datos que se origina en base a los sucesos ocurridos en las dos temporadas de producción del año 2016.

6.8. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas por utilizar para la presente investigación son:

a) Observación

Se aplica para determinar los datos adicionales que se puedan requerir en la presente investigación, adicionando información que nos puedan proporcionar los trabajadores de la línea de producción, el superintendente de planta y/o el jefe de aseguramiento de calidad.

b) Investigación de gabinete

Se realiza una revisión de los diversos datos históricos de la empresa relacionados a las variables de investigación.

c) Análisis de contenido cuantitativo

Esta técnica se utiliza para evaluar cuantitativamente los variables. Este análisis se realizará mediante la ayuda del programa computarizado de análisis estadístico MINITAB 17.

6.9. Análisis de datos

Análisis e interpretación de la información se emplea el análisis descriptivo porque se utiliza procedimientos que caracterizan, analizan y describen las características de los datos estudiados de una muestra.

También se va a utilizar un análisis inferencial dado que, a partir de los datos de la muestra, se harán estimaciones o inducciones hacia la población mediante pruebas estadísticas. Además, este análisis inferencial nos permitirá analizar las variables independientes que influyen o no en el % de defectos en el proceso.

Para comprobar las hipótesis que se plantean en la presente tesis se utilizará las siguientes técnicas de análisis: Análisis de normalidad, correlación y regresión.

6.10. Limitaciones

La naturaleza estacional del sector pesquero sumado a la incertidumbre de los recursos hidrobiológicos a causa de los cambios en las condiciones climatológicas o fenómenos oceanográficos como el fenómeno de El niño costero pueden verse reflejados en la producción. El presente año se suspendió la producción de congelados de pota debido a las causas ya mencionadas por lo que se trabajará con la data generada en el año 2016. Asimismo, la reducción del alcance de la tesis se debe a la misma ya que no existe un periodo de prueba posterior donde se puedan implementar propuestas de mejora y luego validarlas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

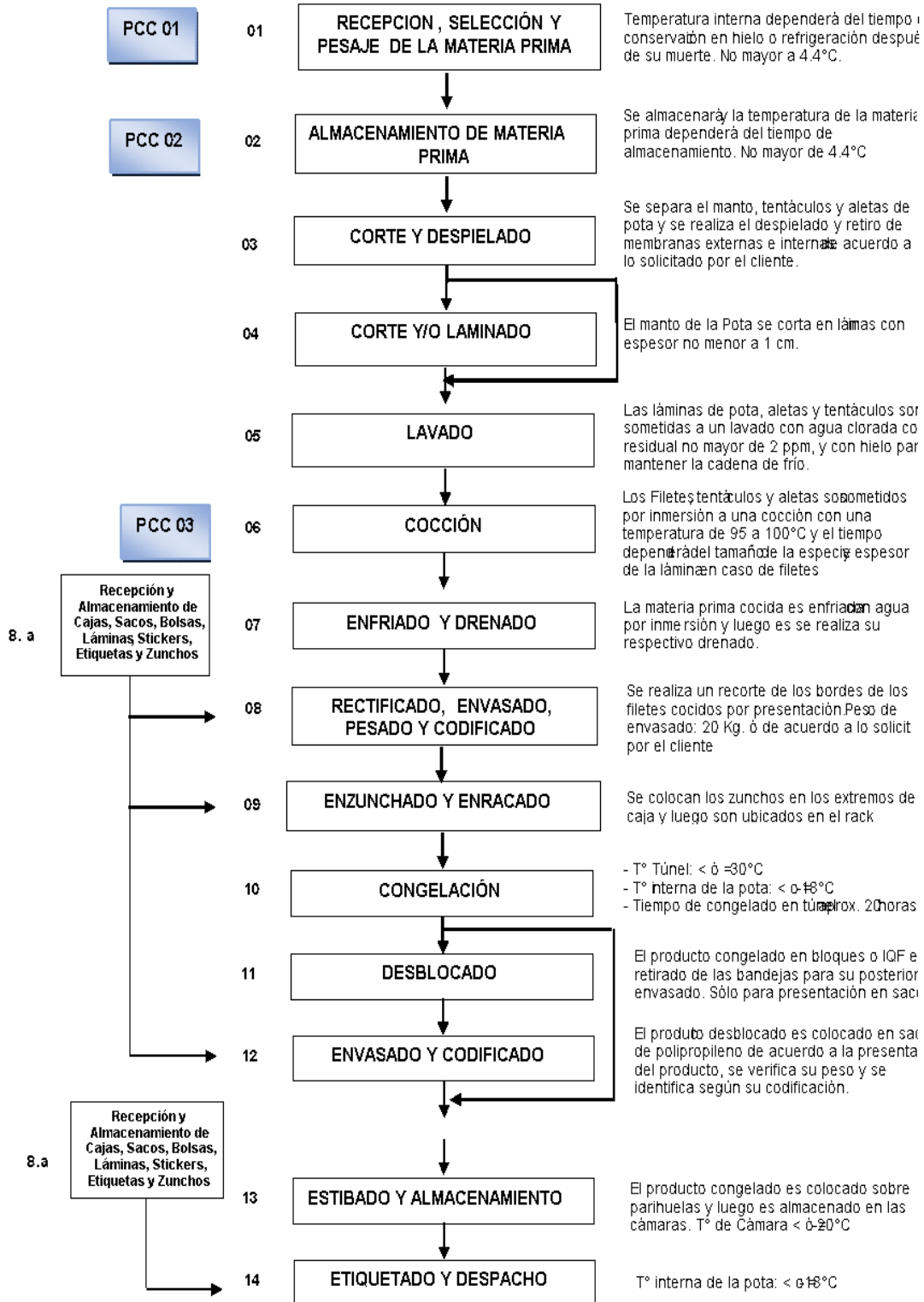
En este capítulo se muestra el desarrollo de la metodología Lean Six Sigma donde se describe a detalle cada una de las fases. Definir, se define y cuantifica el problema a resolver, su alcance y el impacto de este. Medir, medir la extensión del problema y las variables que intervienen en el proceso. Y Analizar, entender cómo y por qué se genera el problema a través de la identificación de las causas raíz. Para comenzar el desarrollo de la metodología es necesario.

7. Fase Definir

En esta fase se describirá el proceso productivo de filete de pota congelada, se acotará y cuantificará el problema mediante el uso de herramientas como diagramas de operaciones y caracterización de procesos, gráficas de capacidad, graficas de control, entre otros.

7.1. Descripción del proceso de la unidad de análisis

Como se mencionó anteriormente, la Unidad de Análisis corresponde al proceso productivo de congelado de pota desde la recepción de la materia prima hasta la operación de envasado y codificado. Este proceso tiene como producto final sacos de 20 kg, cada uno con dos bloques de 10kg de filetes cocidos de pota congelada, filetes cortados en 20x20 cm. Cabe señalar que se obtiene dos tipos de filetes, daruma y belly/vientre. Las operaciones del proceso mostradas en el diagrama de operaciones en la figura 15 son descritas a continuación:



Fuente: Austral Group S.A.A.

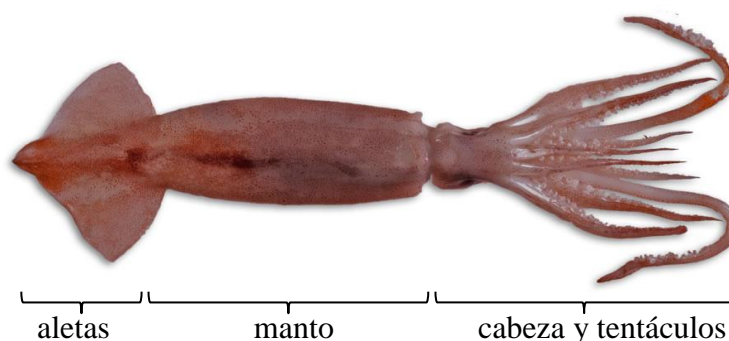
Figura 15. Diagrama de Operaciones del Proceso Productivo de Pota Congelada.

7.1.1. Recepción, selección y pesaje de la materia prima

El proceso empieza con la operación de recepción y pesaje de la materia prima en el puerto donde para proteger al medio ambiente se realiza una pesca artesanal y selectiva. Se almacena en una cámara de frío con las condiciones estructurales adecuadas para una temperatura no mayor a 4.4°.

7.1.2. Corte y despielado

En la etapa de Fileteo, se realiza una operación manual donde se extrae la cabeza y las vísceras dejando solo el cuerpo y las aletas de la pota (ver figura 16). Este paso consiste en cortar las aletas del cuerpo con un cuchillo con filo, dejando el tubo limpio. Las aletas y el tubo por separado, el cual se puede extraer la piel o no dependiendo del requerimiento del cliente.



Fuente: Base de datos terminológicos y de identificación de especies pesqueras de las costas de Andalucía [51].

Figura 16. *Dosidicus giga* más conocido como pota o calamar gigante.

7.1.3. Lavado

En la segunda etapa, el lavado, la materia prima es lavada manualmente con agua potable circulante con el fin de extraer los restos de suciedad propia del producto. Las aletas se depositan en las cajas bin con hielo hasta el emparrillado. Posteriormente utilizando una tijera de acero inoxidable se corta desde su base cada una de las ventosas adheridas logrando que cada tentáculo quede limpio. Toda la operación se realiza bajo una

ducha de agua potable circulante sacando los restos naturales de suciedad. Los tentáculos son depositados en bins para la siguiente etapa.

7.1.4. Cocción

En el área de cocción en tinas, en esta área el producto es sumergido en tinas de agua caliente donde se realiza un exhaustivo seguimiento de temperatura y tiempo de cocción del producto de tal forma de cumplir con los requerimientos del cliente.

En el área de túnel de cocción continua, esta área comprende las zonas de procesos semi-automatizados donde el producto en el caso del filete es laminado en maquinaria de corte horizontal y posteriormente llevadas a la cinta automatizada que lleva al producto a cocción dentro del túnel. Este cuenta con un enfriador continuo que se encarga de bajar la temperatura del producto según la programación.

7.1.5. Enzunchado y enracado

Enzunchado/emparrillado, línea de operarios, donde cada uno es encargado de pesar el producto en bandejas y de certificar que cumpla con las normas de calidad exigidas para posteriormente llevarlas al túnel de congelado. Luego en la etapa de dimensionado, el emparrillado se dispone el producto de forma ordenada en bandeja plásticas, cuya superficie tiene una lámina de polietileno la que envuelve y da forma al bloque.

7.1.6. Congelado

Etapa de congelado donde el producto se introduce en parrillas al interior de túneles estáticos de congelación. Por un tiempo entre 16 y 20 horas para alcanzar una temperatura de -18°C.

7.1.7. Deslocado y empaque

En la etapa final de empaque donde el producto congelado es empacado en boque y envuelto en láminas de polietileno aptas y aprobadas oficialmente para el uso en contacto

con alimentos de acuerdo con las especificaciones del cliente. Con respecto al peso, son depositadas en una bolsa donde además incluye la información del producto.

7.1.8. Análisis detallado del proceso

Asimismo, mediante la herramienta SIPOC (por sus iniciales en inglés de proveedor, entradas, procesos, salidas y clientes) se grafica el proceso en estudio para mostrar una vista macro del flujo del proceso y sus interrelaciones; asimismo, para definir los límites de alcance de manera visual del proceso a mejorar [25]. Tales límites empiezan con la recepción y selección de la materia prima hasta el almacenamiento del producto terminado. El proceso productivo de pota está conformado por 15 operaciones, donde algunos generan valor para el cliente y otros desperdicios que impactan en el tiempo de ciclo y la calidad del producto.

La figura 17 muestra las entradas y salidas que se relacionan con el proceso congelado de pota mediante la herramienta SIPOC.

CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS - SIPOC

Proceso:		PRODUCCIÓN DE FILETE DE POTA CONGELADA				
Area:		PRODUCCIÓN				
PROVEEDORES	ENTRADAS	PROCESOS		SALIDAS	CLIENTES	
		Actividad	¿Genera valor?			
Proveedores de Pota	<u>Entradas controladas</u>	1	Recepción	si	Filete Cocido Daruma Filete Cocido Belly Recortes Cocidos Mermas de Proceso <hr/> <div style="text-align: center; background-color: #e0e0e0; padding: 5px;"> PARÁMETROS DE CONTROL/MEDICIÓN </div> Características Organolépticas Temperaturas de Proceso Espesor de Laminado Tamaño de Filete Tiempos de congelamiento y reposo <hr/> <div style="text-align: center; background-color: #e0e0e0; padding: 5px;"> REQUISITOS A CUMPLIR </div> Humedad: 75% +/-3% Tamaño: ≥ 20 x 20 cm Daño mecánico: ≤ 10%	Supplier Input Process Output & Customer
Área de Compras	Pota Cruda	2	Seccionado	no		
Área de Calidad	Material de Empaque	3	Almacenamiento MP	no		
Área de Logística	Agua Potable	4	Corte y Limpieza	si		
Área de Mantenimiento.	Vapor	5	Pelado	si		
	<u>Entradas no controladas</u>	6	Laminado	si		
	Energía Eléctrica	7	Lavado	no		
	Combustible	8	Cocción	si		
		9	Enfriamiento	si		
		10	Perfilado	no		
		11	Pesaje	si		
		12	Enracado	no		
		13	Congelado	si		
		14	Envasado	si		
		15	Almacenamiento PT	si		
RESPONSABLES						
Jefe de Producción						
PROCESO DE SOPORTE						
Aseguramiento de Calidad						
Mantenimiento						
Costos						
Logística						
DOCUMENTOS DEL PROCESO		RECURSOS		REQUISITOS A CUMPLIR		
Manual de Calidad		Equipos				
Manual de Plan HACCP		Utensilios				
Formato de recepción de MP		Bandejas				
Formato de Control de Proceso		Racks				
Orden Producción		Instrumentos de medición				
		Personal				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Diagrama de caracterización de procesos – SIPOC.

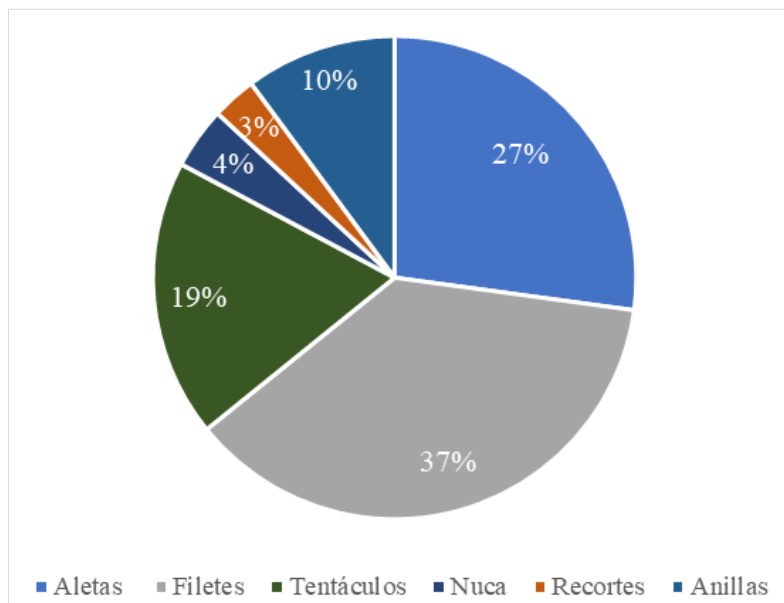
7.2. Alcance de la investigación

En esta sección se acotará el alcance de la investigación, se determinará el tipo de producto y el tipo de defecto a evaluar y a analizar.

7.2.1. Tipo de producto

Como se mencionó anteriormente, el proceso productivo actual de pota congelada tiene diversos productos como salida, entre ellos: filetes, anillas, aletas, tentáculos, nuca y recortes, los cuales todos se aprovechan y son vendidos. Donde el 63% de estos productos son exportados a países como España, Japón, China y Tailandia.

En la figura 18 se observa el porcentaje de facturación respecto a la producción de congelado de pota generado en el año 2016 donde el mayor porcentaje corresponde a filetes de pota, siendo este el producto más valorado por el cliente, con mejor precio y mayor margen generado. Por tal motivo, se decide centrar la presente investigación en la producción de filetes de pota congelada.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Porcentajes de facturación respecto a la producción de congelado de pota del año 2016.

7.2.2. Tipo de defecto

Para determinar en qué tipo de defectos se centrará la presente investigación es necesario saber que un producto es considerado defectuoso cuando no cumple con los criterios de calidad definidos por el cliente [6]. Los cuatro principales requerimientos del cliente son:

a) Porcentaje de humedad de PPTT

El porcentaje de humedad del producto terminado debe estar entre un rango de $>72\%$ y $<78\%$, este indicador dese ser asegurado y mantenido, finalmente, durante la operación de despacho.

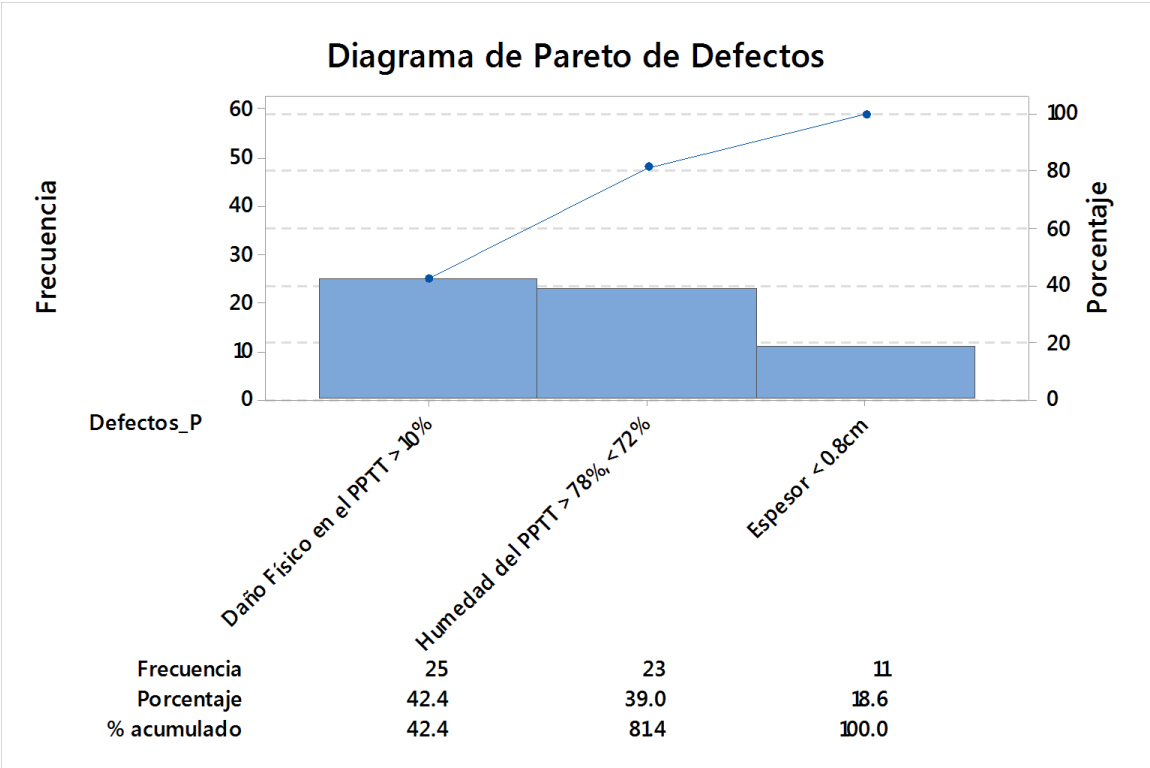
b) Porcentaje de daño físico de PPTT

El porcentaje de daño físico del producto terminado se calcula al dividir el peso de las piezas dañadas sobre el peso total de las piezas. Se consideran piezas dañadas cuando presentan daños mecánicos tales como cortes, magulladuras, manchas, agujeros, entre otros; asimismo, aquellas piezas que no obedecen al tamaño de 20x20 cm, el reclamo del cliente ocurre cual el tamaño de las piezas es inferior a este. El porcentaje de daño físico no debe superar el 10% por lote, que es lo establecido como tolerable por la compañía.

c) Espesor de las piezas/filetes

El espesor de las piezas es uno de los requisitos más importantes para el cliente debido a que la calidad de su producto depende en cierta medida de este. Como mínimo los filetes deben tener un espesor de 0.8 cm. Cabe mencionar que la operación de cocción ayuda a que el volumen del manto de pota crezca y se logre la mayor parte del tiempo alcanzar el espesor requerido.

A partir de estos defectos y su frecuencia de ocurrencia en la producción registrada, se construyó un diagrama de Pareto considerando que el análisis es en base a 30 muestras donde cada una de ellas representa un lote de producción.



Fuente: Elaboración propia.

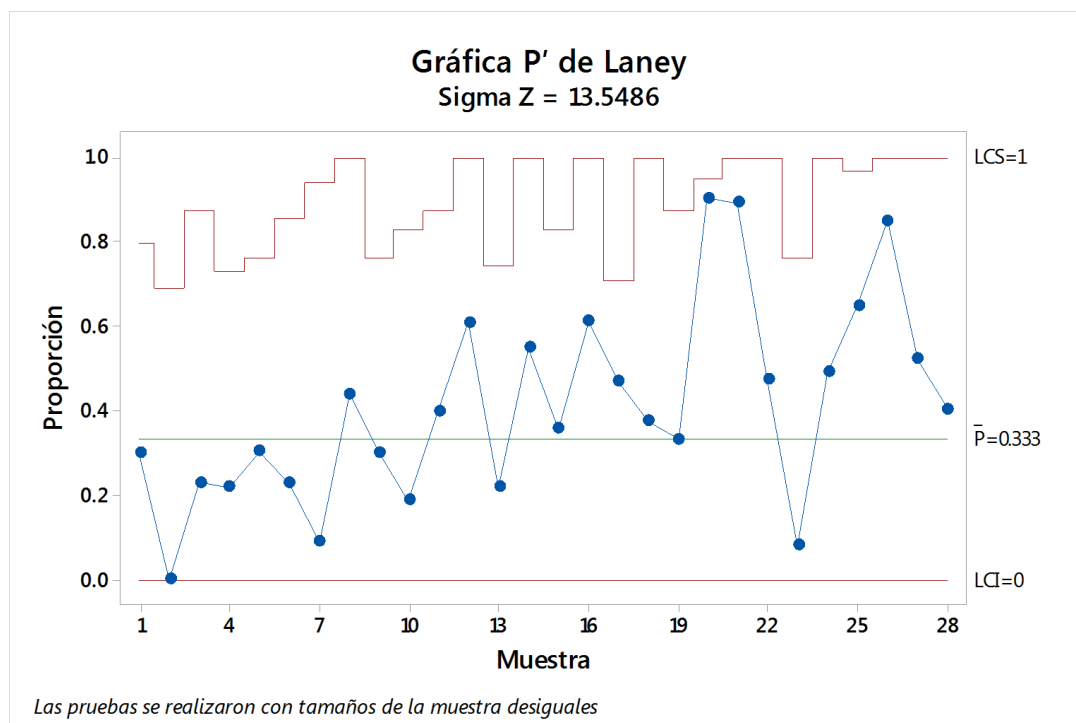
Figura 19. Diagrama de Pareto de defectos encontrados en el producto terminado de filete de pota congelada.

En el diagrama de Pareto mostrado en la figura 19 se observa que el defecto más frecuente es el % de daño físico y el % de humedad fuera de los límites establecidos. El % de humedad es un indicador que está fuera del alcance de la investigación y depende de la operación de despacho. Por tal motivo, la variable a medir y analizar será el % de daño físico en los filetes de pota congelada.

7.3. Cuantificación del problema

Para cuantificar el problema es necesario tomar en cuenta los límites de especificación del proceso establecidos como tolerables por la compañía, los cuales señalan que el porcentaje máximo de daño físico a presentarse por lote es 10%. Siendo así el límite de especificación inferior 0% y límite superior 10%. Teniendo en cuenta estas especificaciones, se realiza un análisis de capacidad. Para ello el proceso debe cumplir con dos requisitos: 1) debe estar bajo control estadístico [19] y 2) debe tener una distribución normal.

Para la realización de la gráfica de control estadístico se debe tomar en cuenta el tipo de variable a graficar, en este caso, el % de daño físico en los filetes de pota congelada. Este porcentaje ha sido calculado con respecto a la cantidad de materia prima registrada por lote y se obtuvo la cantidad en kg defectuosos, lo que hizo más fácil la aplicación de una gráfica de control.



Fuente: Elaboración propia.

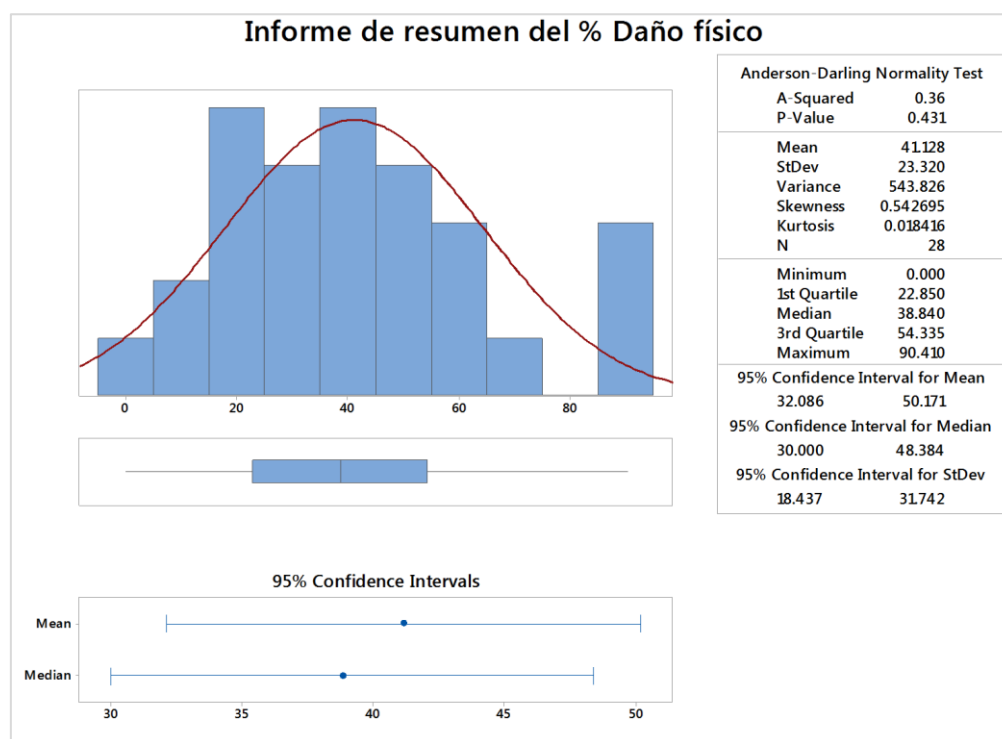
Figura 20. Gráfica de atributos de Laney de Kg defectuosos de filete de pota congelada.

La dispersión excesiva que existe entre los datos puede hacer que los puntos parezcan estar fuera de control cuando no lo están. Por tal motivo, se decide usar una gráfica de atributos de Laney como se muestra en la figura 20, donde la definición de variación por causas comunes no solo incluye la variación dentro de los subgrupos, sino también la variación promedio entre los subgrupos consecutivos [19], es decir, sus límites de control son más amplios. Es así como se puede decir que el proceso se encuentra bajo control estadístico o es estable.

Para comprobar que la data del proceso obedece a una distribución normal, se realiza la prueba de Anderson-Darling de normalidad, para tal caso, se plantean las siguientes pruebas de hipótesis:

Hipótesis nula: La distribución de los datos del % de daño físico en los filetes de pota congelada es normal.

Hipótesis alternativa: La distribución de los datos del % de daño físico en los filetes de pota congelada es normal.

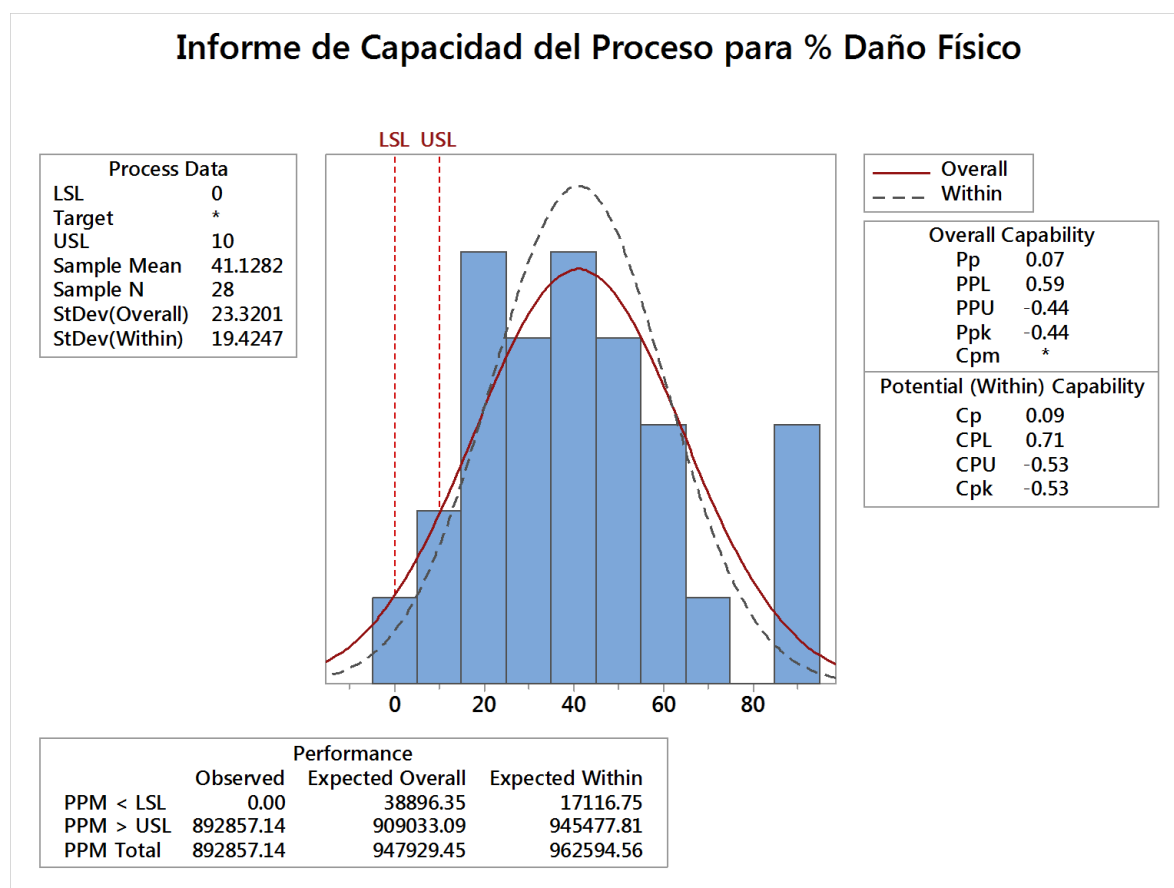


Fuente: Elaboración propia.

Figura 21. Prueba de normalidad del % de daño físico en los filetes de pota congelada.

La figura 21 muestra que para un nivel de confianza del 95%, la prueba de Anderson-Darling de prueba de normalidad no rechaza la hipótesis nula. Esto se puede observar mediante el valor del p-value, cuando este es >0.05 se acepta la hipótesis nula, por lo que se puede concluir que el porcentaje de daño físico en los filetes de pota congelada tiene una distribución normal.

Después de comprobar la estabilidad y tipo de distribución que presenta el proceso de pota congelada, se realiza el siguiente análisis de capacidad.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 22. Análisis de capacidad del % de daño físico en los filetes de pota congelada.

Esta herramienta de análisis sirve para examinar tanto el desempeño como la capacidad del proceso. En la figura 22 se puede observar que la distribución de los datos de % de daño físico, en gran medida, no se encuentra dentro de las especificaciones (tolerancias) establecidas por la compañía, es decir, la dispersión del proceso es mayor que

la dispersión de especificación, lo que sugiera una capacidad deficiente. Esto se comprueba con el indicador de Cp con un valor de 0.09, siendo 1.33 el valor usado como referencia para determinar si el proceso es potencialmente capaz o no de cumplir con las especificaciones. Además, presenta un Cpk de -0.53, lo que indica que el proceso no está centrado. Esto se puede observar en la figura donde el pico de la curva de distribución no está centrado entre los límites de especificación.

Asimismo, se observa un valor de Pp ligeramente menor al valor del Cp, lo cual indica que la dispersión de la distribución tiende a ser mayor en el tiempo. Y el valor de Ppk al ser ligeramente mayor al valor de Cpk tiende ligeramente a ser centrado en el tiempo. Además, la diferencia relativa de la media del % de defectos físicos en el producto terminado actual y el % de defectos físicos esperado es de un 89.29%.

7.3.1. Penalidad en el precio del producto

Los productos defectuosos no pasan por alto frente a los ojos del cliente, por lo que la compañía es castigada a través de la reducción del precio del producto frente a esta situación. A continuación, en la tabla 5, se muestra las ventas de TM de filetes de pota congelada en presentaciones de sacos de 20 kg realizadas en el año 2016.

Tabla 5. Ventas de TM de pota congelada del año 2016.

País destino	Especie/ condición	Presentación	Empaquetado	Conversión a TM	N° sacos	Conversión por neto \$/tm	Valor total facturado \$
JAPON	Pota cocida	Filetes Cocido Daruma, tamaño natural	Sacos x 20 kg	135.320	6766.000	\$4,250	\$575,110.00
JAPON	Pota cocida	Filetes Cocido Belly, tamaño natural	Sacos x 20 kg	54.740	2737.000	\$4,250	\$232,645.00

Fuente: Empresa Austral Group S.A.A.

A partir de estos valores de venta se logra calcular el lucro cesante generado por los porcentajes de daño físico en el producto terminado, este se calcula mediante la diferencia entre la ganancia real y la ganancia cuando se aplica el castigo de reducción del 3% consecuente al % de defectos. Es así como se obtiene un lucro cesante, es decir, una

ganancia que se deja de percibir, de US\$21,567.06. Los cálculos son mostrados en la tabla 6.

Tabla 6. Cuantificación del lucro cesante del proceso de pota congelada.

	Conversión a TM	N° sacos	Conversión por neto \$/tm	Valor total facturado \$
Total	190.060	9503.000		\$807,755.00
%Productos defectuosos con daño físico.			89%	
Ganancia con castigo del 3%	169.1534	8457.67	\$4,123	\$697,334.89
Ganancia real	169.1534	8457.67	\$4,250	\$718,901.95
			Lucro cesante	\$21,567.06

Fuente: Elaboración propia.

7.4. Identificación y valoración de los CTQs del cliente

Según los Criterios de Evaluación de Proveedor del cliente de la compañía recolectados en la encuesta de satisfacción al cliente, realizada en la temporada 2 de producción del año 2016, se identificó que el CTQ (factor crítico de calidad) calidad del producto presenta una mayor brecha que los otros dos criterios, 12% (ver tabla 7). Esto refleja la situación descrita previamente donde se muestra el alto % de daño físico en los filetes de pota congelada, por consecuencia, una baja calidad en el producto final y una penalidad puesta por el cliente.

Tabla 7. Valoración de los CTQs del cliente.

N°	CTQ (Critical to Quality)	Importancia	Satisfacción	Brecha
1	Calidad del producto	5	70%	12%
2	Precio del producto	4	80%	6%
3	Entrega a tiempo del producto	4	90%	3%

Fuente: Elaboración propia.

7.4.1. Resumen de la fase Definir

Se definió y delimitó el alcance de la investigación a través de los siguientes parámetros: tipo de producto final, producto con mayor margen económico y tipo de defecto. El producto por examinar corresponde al filete de pota congelada, producto final

derivado del cuerpo/manto de la pota debido a que es el más valorado por el cliente (ver anexo 6) y con mayor margen generado. Asimismo, se define el tipo de defecto por analizar, % de daño físico en el producto terminado por ser el defecto con mayor frecuencia de ocurrencia.

Por otro lado, se determina que el proceso productivo de pota congelada no es capaz de cumplir los requerimientos del cliente, debido a que más del 89% de los lotes examinados presentan más de 10% de daño físico. Estos lotes defectuosos generan una reducción del 3% del precio real por TM de filete congelado lo que se puede traducir a un lucro cesante de más de \$21,567.06 producido en el año 2016.

La Hoja de Vida del Proyecto mostrada posteriormente recoge la información desarrollada en la primera fase de la metodología, definir.

HOJA DE VIDA DEL PROYECTO

Problema	Definición del problema	Más del 89% de los lotes producidos en el año 2016 presentaron defectos por daño físico. El mismo cálculo en unidades de kilogramos representa el 33% del total.			
	Proceso	Producción de filete de pota congelada			
Equipo	Black Belt	Alejandro Gallegos			
	Miembros del Equipo	1. Javier Ly - Jefe de Planeamiento Estratégico y Mejora Continua 2. María Araujo - Jefe de Aseguramiento de la Calidad - Coishco 3. Almendra Morales			
Definición	Tipo de Proyecto	Lean Six Sigma			
	Límites del Proceso (puntos de inicio y termino)	Desde la recepción de la materia prima hasta la operación de almacenamiento de producto terminado.			
	Riesgo	Data histórica no completa			
Metas	Metas del Proyecto	Meta 1: Identificar los factores de calidad que influyen en el % de productos defectuosos. Meta 2: Evaluar el desempeño actual del proceso productivo de filete de pota congelada. Meta 3: Identificar las causas posibles y probables que intervienen en el proceso.			
	KPIs para el éxito	Tipo de métrica	Descripción de la métrica	Desempeño de la Línea Base	Desempeño del objetivo
		Primaria	% daño físico	>10% x lote	<10% x lote
		Secundaria	Humedad		>92% y <98%
		Espesor de filetes		>0.8cm	
Hitos	Fecha de inicio del proyecto	Hito	Inicio	Fin	
		1 Definir	May-17	Jul-17	
		2 Medir	Jul-17	Set-17	
		3 Analizar	Set-17	Nov-17	
		4 Propuestas de mejora	Dic-17		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Hoja de vida del proyecto.

8. Desarrollo de la fase Medir

En esta fase se describirá a más detalle cómo se comporta el proceso y qué indicadores y parámetros se necesita conocer para cumplir con los CTQs. Por un lado, se utilizará la herramienta del AMEF, Análisis de los Modos y Efectos de la Fallas para evaluar el nivel de riesgo de cada modo de falla que se presenta en cada operación del proceso y determinar. A la vez esta herramienta permite conocer en un primer plano las posibles causas de los modos de falla identificados y, por ende, del problema principal.

Además, se identificaron algunas hipótesis a lo largo del desarrollo de la fase analizar, los cuales corresponden a operaciones del proceso y serán examinados mediante un análisis de capacidad.

8.1. Análisis y medición del Modo y Efectos de Fallas del proceso - AMEF

El AMEF, Análisis de Modo y Efecto de la Falla, es una herramienta analítica usada para la identificación, evaluación y prevención de los posibles fallos y defectos que puedan afectar a un producto o un sistema [52].

Para la aplicación de esta herramienta se realizaron diferentes reuniones, en colaboración con los operarios de la línea de producción y representantes de otras áreas como el jefe de producción, el jefe de aseguramiento de la calidad y el superintendente de la planta, para identificar los modos potenciales de falla, sus efectos y posibles causas. Se pudo observar que el superintendente y gerente de operaciones tendieron a identificar los modos de falla cuyos efectos estaban relacionados con el cliente; mientras que los jefes y los operarios, los que están relacionados con el proceso.

Como se puede ver en la tabla 8, se encontraron un total de 32 modos potenciales de falla de los cuales más del 60% superan el nivel de riesgo aceptable (NPR <100). Esto se debe, en gran medida, a que menos del 30% de los modos de falla presentan mecanismos de control poco eficientes.

Tabla 8. Matriz AMEF del proceso productivo de pota congelada.

Función del Proceso (Paso)	Modos Potenciales de Falla (Defectos del Proceso)	Efectos de Fallas Potenciales (cliente)	SEV		Causas Potenciales de Falla	OCC	Controles de Proceso Actuales	DET	RPN
Recepción	Daño mecánico en captura	Pérdida de calidad	6	7	Malas prácticas de captura y manejo	7	Moderado	5	245
		Reducción de precio	7						
Seccionado	Área de trabajo no limpia	Retraso en proceso	3	3	Descordinación de llegada de materia prima	4	Verificación por inspector de Aseguramiento de Calidad	5	60
	Corte y selección de defectuosos	Pérdida de calidad	5	6	Malas prácticas manufactura	4	Inspección visual	5	120
		Reducción de precio	6						
		Reclamo del cliente	6						
Mermas	5								
Almacenamiento MP	Pérdida de cadena de frío	Pérdida de calidad	4	4	Escases de Hielo y personal, control FIFO	4	Moderado	5	80
	Recipientes isotérmicos no limpios	Retraso en proceso	4	4	Inadecuada limpieza	3	Inspección visual y acción correctiva inmediata	5	60
	Temperaturas elevadas en la materia prima	Pérdida de calidad	6	6	Equipos programados inadecuadamente	4	Inspección visual y acción correctiva inmediata	6	144
	No hay suficiente presión en el agua de almacenamiento	Pérdida de calidad	6	6	Válvulas no reguladas	5	Inspección visual y acción correctiva inmediata	5	150
Corte y Limpieza	Cortes fuera de calibre	Pérdida de calidad	7	7	Falta de capacitación	6	Inspección visual	6	252
		Reducción de precio	7						
		Reclamo del cliente	6						
		Mermas	6						
	Materiales de corte incompletos	Retraso en proceso	4	4	Descordinación de cantidad de recursos	3	Inspección visual y acción correctiva inmediata	5	60
	Daño mecánico en el manto (agujeros, manchas, etc)	Pérdida de calidad	6	7	Inexperiencia de los trabajadores	6	Inspección visual	5	210
		Reducción de precio	7						
		Reclamo del cliente	6		Condiciones de la materia prima brindada por terceros	5	Verificación de condiciones de materia prima en la descarga	6	210
Mermas		7							
Restos de víceras o cartílagos	Pérdida de calidad	5	5	Inexperiencia de los trabajadores	5	Inspección visual y acción correctiva inmediata	5	125	

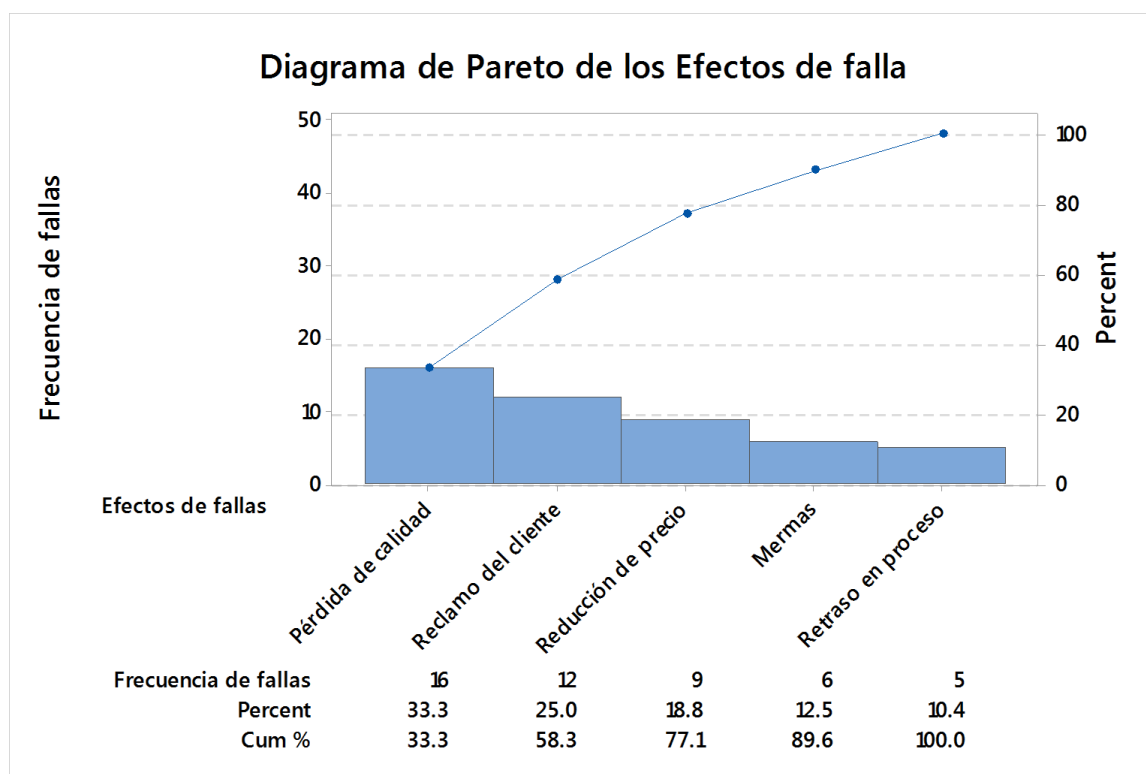
Función del Proceso (Paso)	Modos Potenciales de Falla (Defectos del Proceso)	Efectos de Fallas Potenciales (cliente)	SEV		Causas Potenciales de Falla	OCC	Controles de Proceso Actuales	DET	RPN
Despielado	Restos de piel	Pérdida de calidad	5	5	Falta de capacitación	5	Inspección visual y acción correctiva inmediata	5	125
Laminado	Espesor no adecuado	Pérdida de calidad	6	6	Mala calibración de equipo	2	Moderado	5	60
		Reclamo del cliente	6						
		Reducción de precio	6						
	Área de trabajo no limpia	Retraso en proceso	4	4	Descordinación de llegada de materia prima	5	Verificación por inspector de Aseguramiento de Calidad	4	80
Equipos no calibrados	Pérdida de calidad	6	6	Mala o falta de calibración	5	Verificación por Jefe de Producción	5	150	
	Retraso en proceso	4							
Lavado	Presencia de materiales extraños	Reclamo del cliente	3	3	Malas Practicas de manufactura	4	Moderado	5	60
	Restos de víceras o cartílagos	Pérdida de calidad	5	5	Inexperiencia de los trabajadores	5	Inspección visual y acción correctiva inmediata	5	125
Cocción	Cocción deficiente	Reclamo del cliente	6	6	Tiempo de cocción ineficiente	7	Inspección visual y acción correctiva inmediata	7	294
		Reducción de precio	6						
		Mermas	5		Falta de personal	5	No hay control	10	300
	Termómetros y manómetros no instalados adecuadamente	Retraso en proceso	4	4	Falta de capacitación	5	Inspección visual y acción correctiva inmediata	4	80
Carga no suficiente en canastillas	Retraso en proceso	5	5	Lote muy pequeño de materia prima	4	Coordinación para establecer tiempo de espera	4	80	
Enfriamiento	Textura no conforme	Reclamo del cliente	5	5	Falta de personal	5	Snálisis físico organoléptico.	5	125
	Humedad alta	Pérdida de calidad	6	6	No se repesta el control FIFO	6	Verificación mediante termómetro	5	180

Función del Proceso (Paso)	Modos Potenciales de Falla (Defectos del Proceso)	Efectos de Fallas Potenciales (cliente)	SEV		Causas Potenciales de Falla	OCC	Controles de Proceso Actuales	DET	RPN
Pesaje y Envasado	Mayor % defectos por bloque y sobre peso	Pérdida de calidad	6	6	Falta de capacitación	6	Moderado	5	180
	Las bandejas no cumplen con el peso requerido	Reclamo del cliente	6	7	Balanzas descalibradas	6	Verificación previa del estado de los equipos	5	210
		Reducción de precio	7		Descuido de los trabajadores	5	Verificación de pesos y acción correctiva inmediata	5	175
Enracado	Bandejas mal acomodadas	Retraso en proceso	2	2	Falta de capacitación	4	Moderado	5	40
	Caída de la materia prima	Mermas	3	3	Descuido de los trabajadores	4	Redirección de la materia prima mermada	5	60
Congelado	Exceso de tiempo de congelamiento	Pérdida de calidad	6	6	Falla en el sistema de frío	5	Moderado	5	150
		Reducción de precio	6						
Desbloqueado	Ruptura de bloque	Mermas	3	3	Falta de capacitación	3	Moderado	5	45
Almacenamiento PT	Pérdida de frío del producto final (% de humedad fuera de los límites)	Pérdida de Calidad	5	6	Fallas en el sistema de frío	5	Moderado	5	150
		Reducción de precio	6		Fallas en el sistema de frío	5	Moderado	5	150

Fuente: Elaboración propia.

El enfoque en el % de daño físico en los filetes de pota congelada de la presente tesis se puede, también, comprobar y sustentar mediante el análisis de la herramienta empleada, AMEF, donde se toman los efectos de los modos de falla para diagramarlos en la figura 24 con el objetivo de hacer ver que más del 80% de los efectos están relacionados a la calidad del producto.

Asimismo, en la figura 24 se muestra que el efecto más recurrente es la pérdida de calidad del producto lo que consecuentemente origina el reclamo del cliente y la reducción de precio, así como también mermas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 24. Diagrama de Pareto de los Efectos de las fallas del AMEF.

8.2. Medición y análisis de capacidad de las operaciones

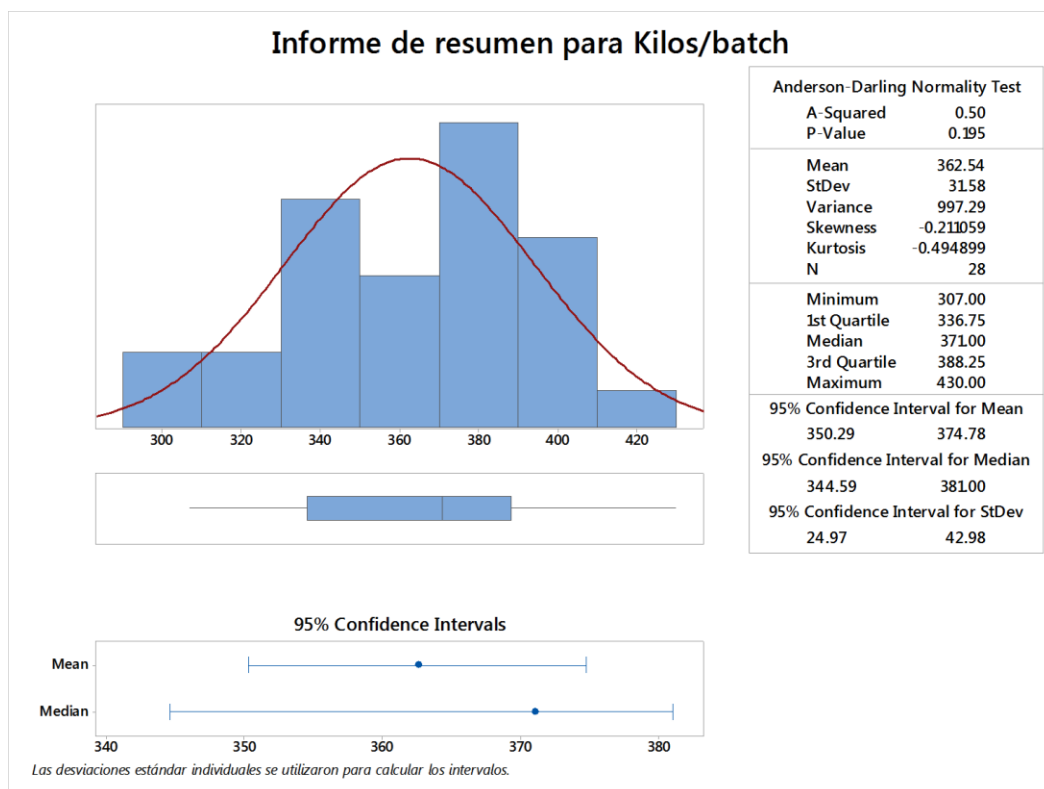
A partir de las reuniones con los operarios y jefes de producción y aseguramiento de calidad, se señaló que la operación de cocción es crítica para asegurar un bajo porcentaje de daño físico en los filetes de pota congelada debido a la cantidad en kg que se cocina en

cada bach y el tiempo de cocción. Por tal motivo, se plantea la hipótesis de que estos dos últimos contribuyen al % de daño físico en el producto. La herramienta de análisis de capacidad ayudará a examinar estas operaciones y su comportamiento.

Para la aplicación del análisis de capacidad se debe comprobar a qué tipo de distribución obedece, por consiguiente, se realiza una prueba de normalidad.

Hipótesis nula: La distribución de los datos de los kilos/bach es normal.

Hipótesis alternativa: La distribución de los datos de los kilos/bach no es normal.



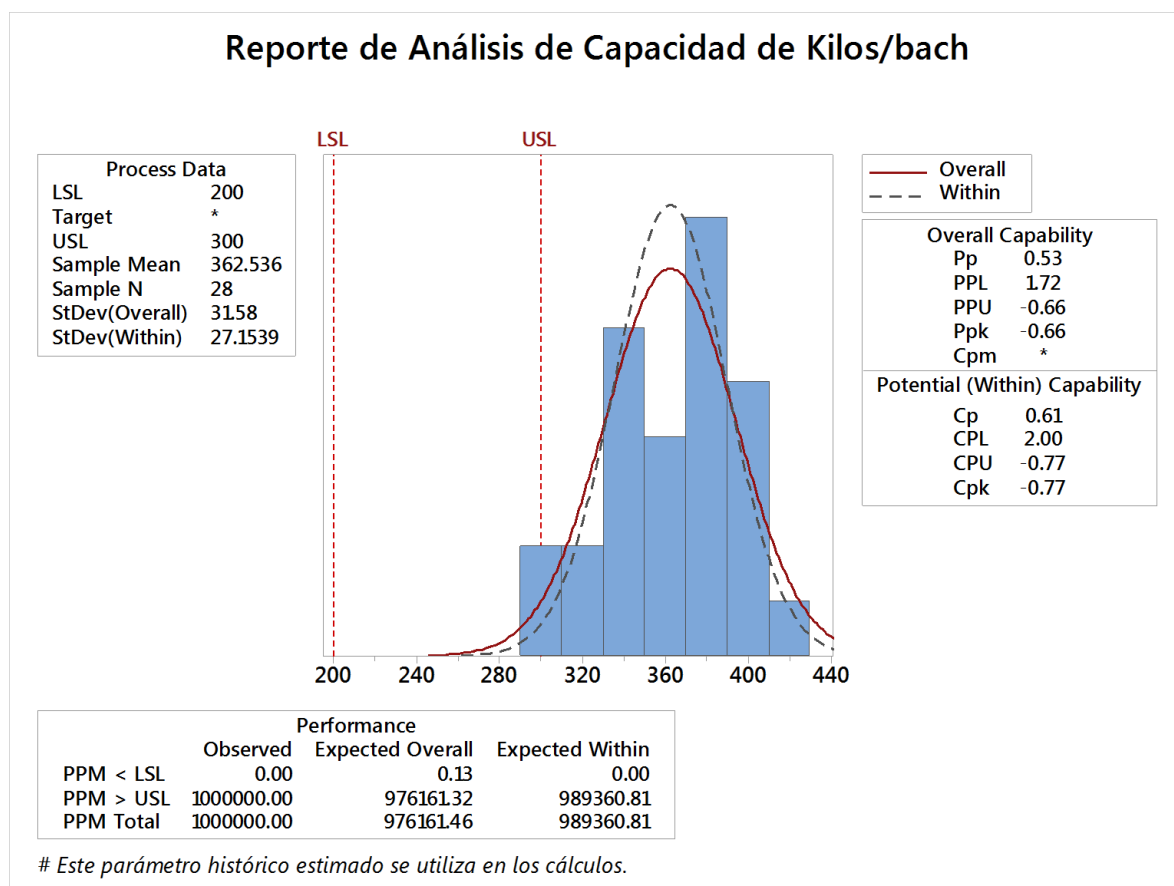
Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Prueba de Normalidad del % de daño físico en los filetes de pota congelada.

En la figura 25 se muestra un p-value >0.05 por lo que no se rechaza la hipótesis nula y se puede concluir que los datos tienen una distribución normal.

Se elabora la gráfica de análisis de capacidad donde se toma en consideración como límites de especificaciones los límites establecidos por el área de producción, el cual

establece que cada bach debe contener de 200 a 300 kg de filetes de pota cruda para lograr una adecuada distribución y cocinado óptimo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26. Análisis de capacidad de los kilos/bach de filetes de pota cruda.

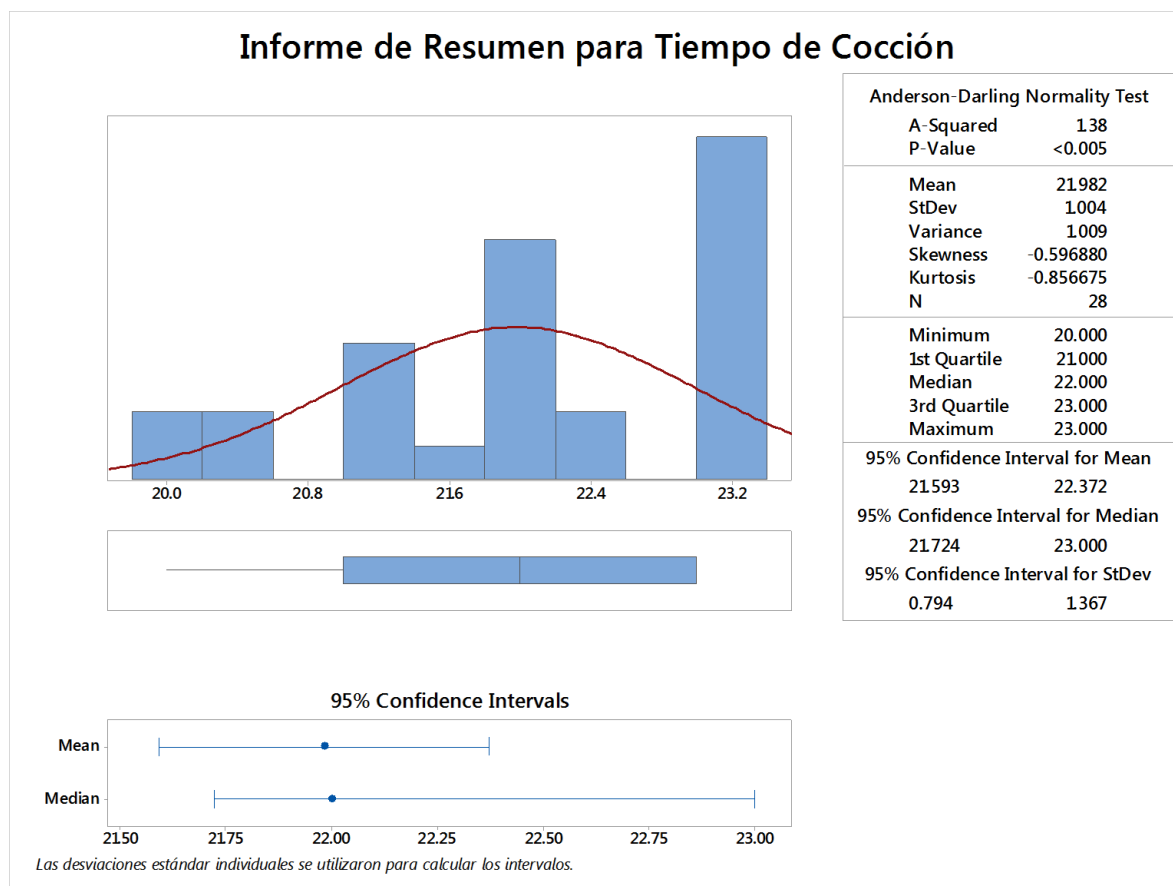
Mediante la figura 26 se obtuvo que en el corto plazo el Cp es de 0.61 y el Cpk de -0.77 lo cual indica que el proceso de abastecimiento de los baches es incapaz y está descentrado tendiendo hacia el límite superior. Además, en el largo plazo, la distribución tiende a ser más dispersa según el Pp y menos descentrada según el Ppk.

De la misma manera, se procede a analizar el tiempo de cocción, conociendo que los límites de especificación establecidos por el área de producción indican que el tiempo de cocinado de las piezas de pota debe variar entre 14 y 25 minutos.

Antes de realizar el análisis de capacidad se comprueba el tipo de distribución que presenta los datos y se plantea las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula: La distribución de los datos del tiempo de cocción es normal.

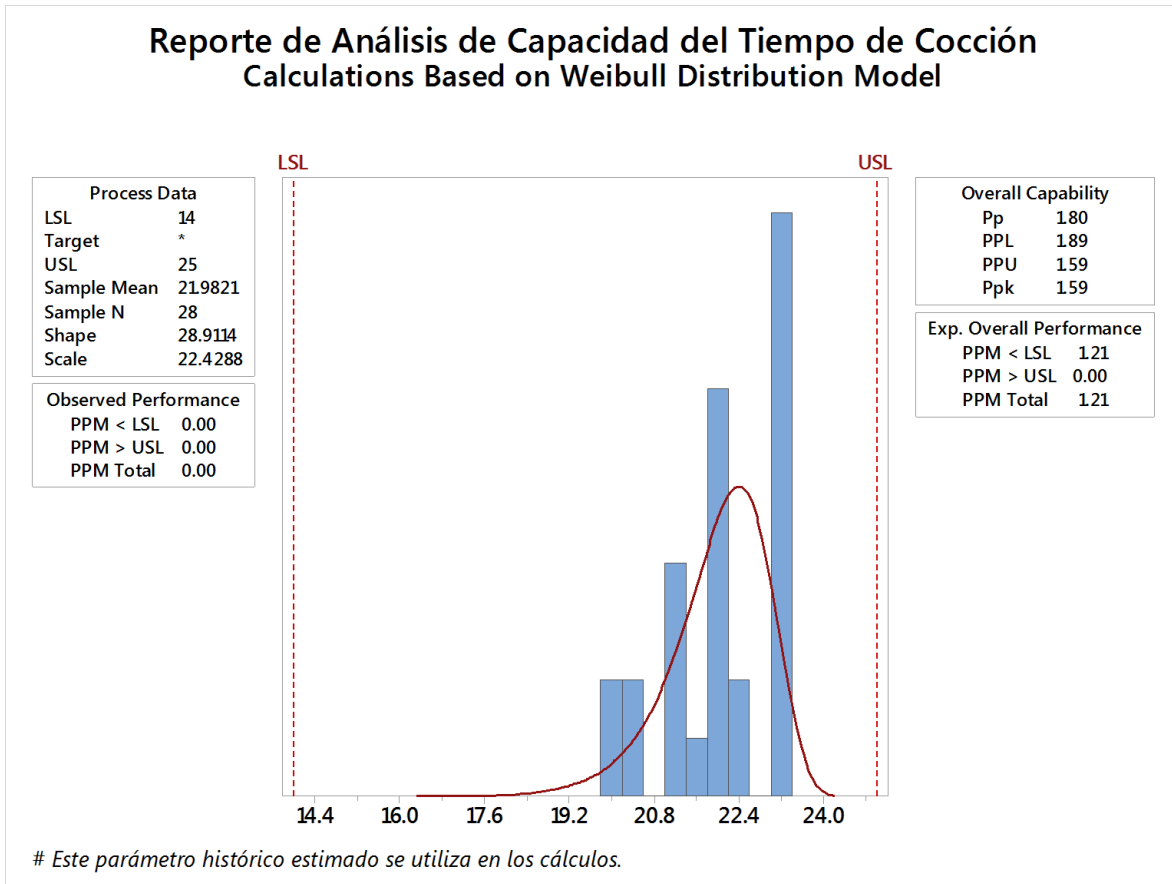
Hipótesis alternativa: La distribución de los datos del tiempo de cocción no es normal.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27. Prueba de Normalidad del tiempo de cocción de los filetes de pota.

La figura 27 muestra un p-value <0.005 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos del tiempo de cocción no siguen una distribución normal. Esto significa que no se puede aplicar directamente un análisis de capacidad. Existen dos formas de hacerlo, normalizar los datos [19] o aplicar un análisis de capacidad para datos no normales. Se utilizó este último para obtener la siguiente figura.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 28. Análisis de Capacidad del tiempo de cocción de los filetes de pota.

La figura 28 muestra que la distribución de datos no está centrada entre los límites de especificación; sin embargo, se observa que el tiempo de cocción se ha mantenido dentro de estos límites. Asimismo, se hace un análisis de ambas variables en conjunto mediante la prueba de Correlación de Spearman y Regresión (ver selección de pruebas en el anexo 4) para determinar si existe una relación entre ambas. Para tal, se plantean las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula: El coeficiente correlación (ρ) entre los kg/bach a cocinar y el tiempo de cocción = 0

Hipótesis alternativa: El coeficiente de correlación (ρ) entre los kg/bach a cocinar y el tiempo de cocción $\neq 0$

Rho de Spearman: Kilos/batch; Tiempo de Cocción

Rho de Spearman para Kilos/batch y Tiempo de Cocción = 0.282
Valor p = 0.146

Fuente: Elaboración propia.

Figura 29. Prueba de Correlación de Spearman entre kg/bach y tiempo de cocción.

La figura 29 arroja un coeficiente de correlación de 0.282 lo que quiere decir que existe una correlación moderada (ver anexo 5) entre ambas variables. Asimismo, en la figura 30, se observa que a pesar de tener un p-value >0.05 y no se rechaza la hipótesis nula se tiene un coeficiente de determinación (R-cuadrado) de 10.86% lo que significa que los kg cocinados por bach pueden explicar el aumento o disminución en el tiempo de cocción. El comportamiento del p-value puede deberse a un tipo de error estadístico (ver anexo 3).

Análisis de regresión: Kilos/batch vs. Tiempo de Cocción						
Análisis de Varianza						
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	
Regresión	1	2925	2924.8	3.17	0.087	
Tiempo de Cocción	1	2925	2924.8	3.17	0.087	
Error	26	24002	923.2			
Falta de ajuste	5	5852	1170.4	1.35	0.281	
Error puro	21	18150	864.3			
Total	27	26927				
Resumen del modelo						
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)			
30.3835	10.86%	7.43%	0.00%			

Fuente: Elaboración propia.

Figura 30. Prueba de Regresión entre kg/bach y tiempo de cocción.

Se ha analizado el comportamiento de cada variable, así como también la interacción entre ambas; sin embargo, se desconoce aún la correlación entre estas variables y el problema principal, porcentaje de daño físico en el producto terminado.

8.2.1. Resumen de la fase Medir

Esta fase ayudó medir el nivel de riesgo de cada una de las operaciones mediante el AMEF donde más del 60% de los modos de falla identificados superaron el nivel de riesgo aceptable (100). Además, esta herramienta ayudó a comprobar que los efectos de los modos de falla registrados están en relación con el fenómeno en estudio de la tesis, % de daño físico en los filetes de pota congelada.

Cabe mencionar que el AMEF es usado también para proponer mejoras inmediatas frente a aquellos modos de falla que son fáciles de erradicar, asimismo, esta herramienta permite tener un mapeo perenne de los modos de falla más aún en una línea de producción donde aparecen recurrentemente.

Por otro lado, se realizó el análisis de capacidad a dos variables relacionadas al proceso de cocción, el abastecimiento de kg de pota cruda por bach y el tiempo de cocción. Donde la distribución de los datos obtenidos de la primera, no se considera capaz de cumplir con las especificaciones puestas por el área de producción. Mientras que los tiempos de cocción registrados están dentro de los parámetros establecidos. A pesar del comportamiento de ambas variables, se desconoce aún la correlación existente entre estas y el % de daño físico en los filetes de pota congelada, la cual será analizada posteriormente.

8.3. Desarrollo de la fase Analizar

El principal objetivo de esta fase es identificar las causas reales del problema. Las cuales parten de las causas posibles, es decir, todas aquellas causas o variables que pueden influir a lo largo del proceso productivo de pota congelada. Estas causas posibles fueron determinadas en un primer plano en la herramienta del AMEF. Asimismo, el diagrama de causa y efecto (Ishikawa) ayudará a profundizar en este análisis para luego identificar las causas probables, es decir, aquellas que se pueden probar y que existe evidencia para hacerlo [53], las cuales se someterán a un análisis mediante herramientas estadísticas para determinar si son causas reales o no.



Fuente: Elaboración propia.

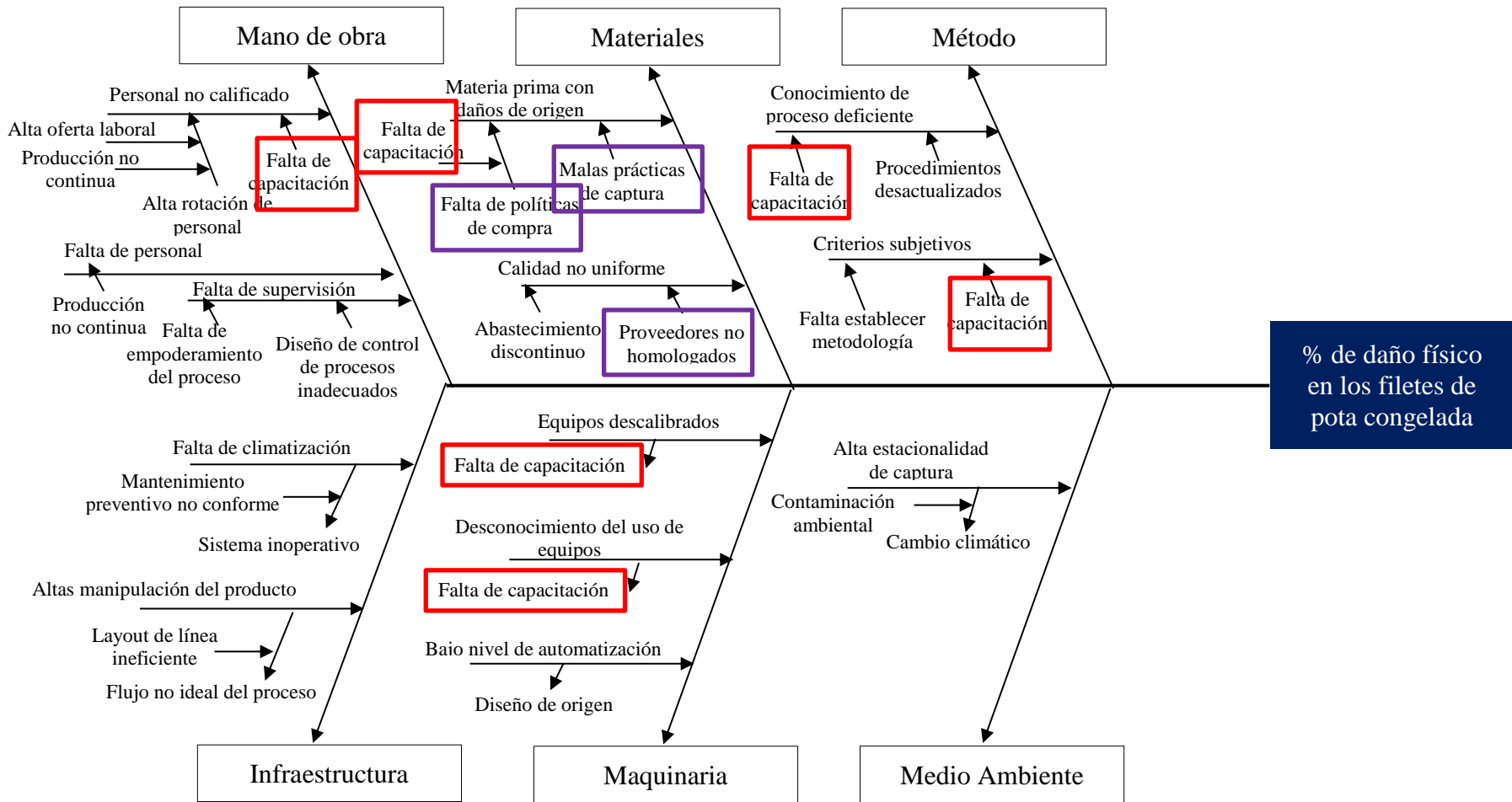
Figura 31. Tipos de causas: posibles, probables y reales.

8.3.1. Identificación de causas posibles – probables

Para analizar todas las posibles causas halladas en el AMEF y en los análisis de capacidad se decide utilizar el diagrama de causa y efecto para hallar las causas posibles del problema. A continuación, se desarrolla esta herramienta usando las categorías de Mano de obra, Método, Materiales, Máquina, Medio ambiente e Infraestructura y teniendo como problema principal el porcentaje de daño físico en los filetes de pota congelada.

Como se puede observar en la figura 32, las condiciones de la materia prima juegan un rol muy importante dentro de la cadena de valor del proceso debido a que estas condiciones determinan la presentación del producto final. Las variables de materia prima con daños de origen y calidad no uniforme pueden deberse a la procedencia de la materia prima y a las buenas prácticas de captura que realiza los terceros. Es así como se determina dos principales causas, la procedencia y el % de daño mecánico en la materia prima.

Asimismo, una de las causas posibles con un mayor NRP (tabla 8) y más recurrentes en las categorías es la falta de capacitación, la cual está ligada a otras posibles causas como conocimiento deficiente del proceso, criterios subjetivos, personal calificado, entre otros. Todas estas posibles causas pueden resumirse en la variable de experiencia del personal.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 32. Diagrama de Ishikawa del % daño físico en los filetes de pota congelada.

Por otro lado, se observa la falta de personal o la falta del personal cualificado, esto se debe principalmente a que es un sector estacional por lo que los trabajadores de la línea de producción de pota congelada son eventuales. Además, según el AMEF presenta un nivel de riesgo de 300.

Es así como estas 4 causas posibles, además de las 2 identificadas en la fase medir mediante el análisis de capacidad, pasan de ser causas posibles a causas probables, las cuales serán sometidas a pruebas estadísticas para determinar si son causas reales o no. Las 6 causas identificadas son: procedencia de la materia prima, daño mecánico en la materia prima, % de personal con experiencia, # de trabajadores eventuales, kg/bach y tiempo de cocción.

8.3.2. Identificación de causas probables – reales

A través de las pruebas de hipótesis se busca comprobar o descartar si la causa analizada es realmente la causa raíz del problema. Para realizar estas pruebas se recolectó información de las variables mencionadas donde la procedencia de la materia prima, daño mecánico en la materia prima, la cantidad de kg de pota por bach en la cocción y el tiempo de cocinado se encuentran en los documentos de trazabilidad del proceso manejados por el área de producción y aseguramiento de la calidad, mientras el porcentaje de personal con experiencia y el número de eventuales fueron extraídos de la documentación perteneciente al área de Recursos Humanos.

A continuación, se describe a detalle cada variable, asimismo se someterán a un análisis estadístico. La siguiente tabla muestra la descripción de la variable dependiente Y puesta en cuestión, % de daño físico en los filetes de pota congelada.

Tabla 9. Variable independiente, % de daño físico en los filetes de pota congelada.

Variable Y:	Daño físico en los filetes de pota congelada	Unidad:	%
Descripción:	El daño físico se calcula al dividir el peso de los filetes dañados sobre el peso total de las piezas. Se considera los daños mecánicos tales como cortes, magulladuras, manchas, agujeros, entre otros; asimismo, aquellas piezas que no obedecen al tamaño de 20x20 cm.	Tipo de variable:	Dependiente Continua
		Tipo de distribución:	Distribución Normal
Responsable:	Área de producción y Aseguramiento de la calidad		
Frecuencia de medición:	Muestreo al finalizar cada lote.		

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 10 se describe la primera variable independiente (X1) a probar, la procedencia de la materia prima, la cual es un tipo de variable discreta. Asimismo, la tabla 9 muestra que la variable Y es un tipo de variable continua. Es necesario conocer qué tipo de variable son para determinar qué prueba estadística usar. En el anexo 4 se muestra un gráfico que ayudará a la selección de pruebas estadísticas a usar.

Tabla 10. Variable dependiente, procedencia de la materia prima.

Variable X1:	Procedencia de la materia prima	Unidad:	-
Descripción:	La materia prima es comprada a terceros, los cuales pueden venir de diferentes procedencias.	Tipo de variable:	Independiente Discreta
Responsable:	Área de producción		
Frecuencia de medición:	A la llegada de cada lote de descarga se registra la procedencia.		

Fuente: Elaboración propia.

Se decide aplicar la prueba de ANOVA de un solo factor (ver selección de prueba en anexo 4), por lo que se plantean las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula: Las medias del % de daño físico cuando la materia prima tiene diferentes procedencias son iguales.

Hipótesis alternativa: Las medias del % de daño físico cuando la materia prima tiene diferentes procedencias no son iguales.

ANOVA de un solo factor: %Daño físico vs. Procedencia

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
 Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Procedencia	6	Ilo; Matarani; Paracas; Puntilla; Quilca; Tacna

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Procedencia	5	5326	1065.2	2.50	0.061
Error	22	9357	425.3		
Total	27	14683			

Resumen del modelo

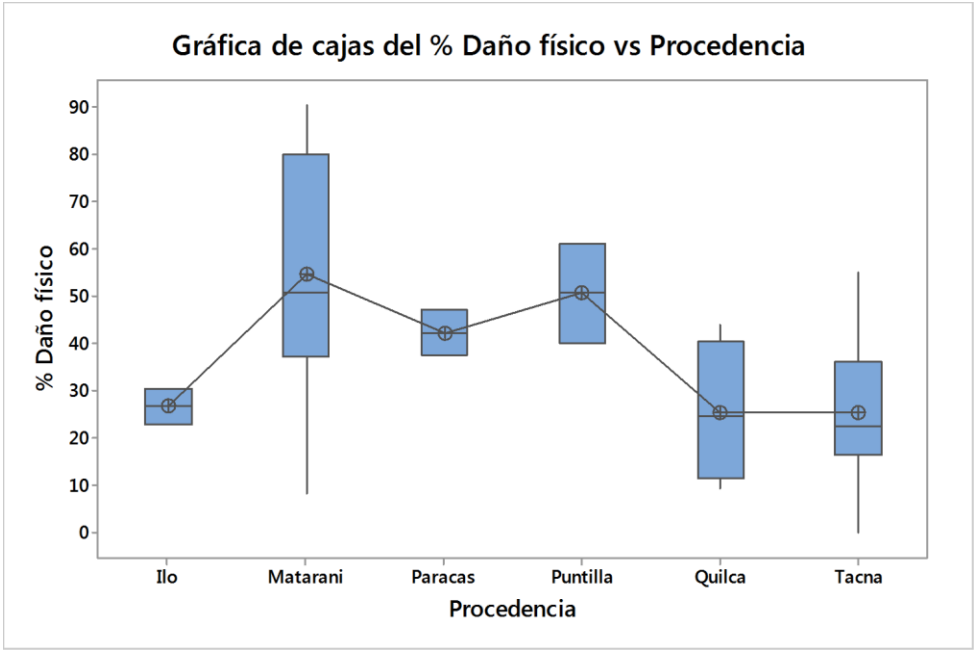
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
20.6234	36.27%	21.79%	13.14%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 33. Prueba de hipótesis de ANOVA de un solo factor de la procedencia de la materia prima.

La figura 33 muestra que el valor del p-value de la prueba de ANOVA de un factor es mayor a 0.05, lo que daría a entender que la hipótesis nula no se rechaza; sin embargo, al verificar el coeficiente de determinación (R- cuadrado) [54] se puede entender lo contrario.

Este comportamiento del p-value se puede deber a un error estadístico (ver anexo 3). A partir del coeficiente de determinación se puede concluir que la procedencia de la materia prima puede explicar un 36.27% la varianza del %de daño físico en el producto final.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 34. Gráfica de cajas del % Daño físico del producto final vs Procedencia de la materia prima.

La materia prima se obtiene a través de terceros que tienen diferentes orígenes de procedencia tales como: Ilo, Matarani, Paracas, Puntilla, Quilca y Tacna, los cuales fueron registrados en el año 2016. Mediante la figura 34 se puede observar cómo se comporta el % de daño físico del producto final según la procedencia. Se observa que Matarani, situado en el distrito de Islay, Arequipa presenta una mayor dispersión de datos, así como también los más altos porcentajes de daño físico.

La procedencia de la materia prima está ligada a las condiciones en que esta se encuentra o con las que llega a la planta. Actualmente, existen acuerdos de servicios con los proveedores muy elaborados; sin embargo, poco exigentes debido a la aleatoriedad de la llegada de materia prima, la compañía se ve casi en la obligación de aceptar la materia prima que llegue.

Por otro lado, se tiene la variable independiente X2 correspondiente al % de daño mecánico en la materia prima, cuya descripción se encuentra en la tabla 11.

Tabla 11. Variable independiente, % de daño mecánico en la materia prima.

Variable X2:	Daño mecánico en la materia prima	Unidad:	%
Descripción:	El daño mecánico se refiere a los cortes, magulladuras, agujeros, entre otros que presenta el manto/cuerpo de la pota.	Tipo de variable:	Independiente Continua
Responsable:	Área de producción y Aseguramiento de la calidad		
Frecuencia de medición:	A la llegada de cada lote de descarga se registra la procedencia.		

Fuente: Elaboración propia.

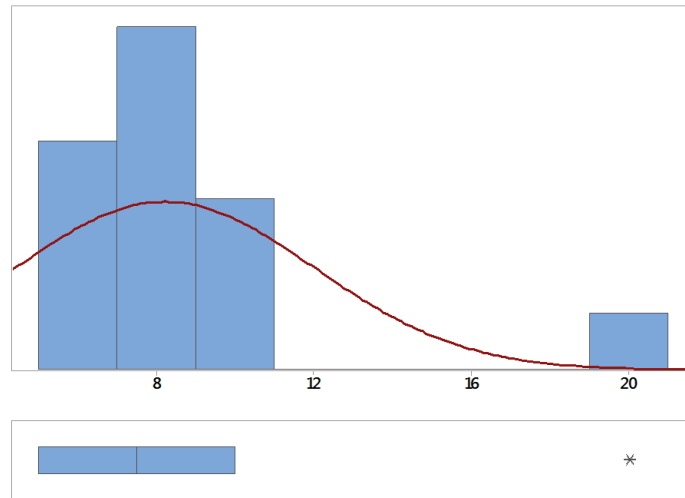
Para determinar la prueba estadística se determina primero la normalidad de la distribución de los datos de la variable en cuestión, para tal se establecen las siguientes hipótesis.

Hipótesis nula: *La distribución de los datos del porcentaje de daño mecánico en la materia prima es normal.*

Hipótesis alternativa: *La distribución de los datos del porcentaje del daño mecánico en la materia prima no es normal.*

Como se puede ver en la figura 35, el valor de p-value es menor a 0.05 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se puede decir que no presenta una distribución normal. Debido a que los datos del % de daño mecánico en la materia prima no obedecen una distribución normal, se decide aplicar la prueba de Correlación de Spearman (el anexo 4 ayuda a la selección de prueba) y Regresión.

Informe de Resumen para % Daño Mecánico en la materia prima



Anderson-Darling Normality Test

A-Squared 2.46
P-Value <0.005

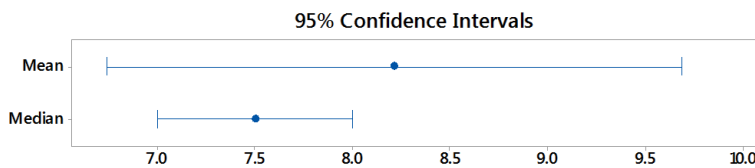
Mean 8.2143
StDev 3.7943
Variance 14.3968
Skewness 2.21374
Kurtosis 5.45643
N 28

Minimum 5.0000
1st Quartile 5.0000
Median 7.5000
3rd Quartile 10.0000
Maximum 20.0000

95% Confidence Interval for Mean
6.7430 9.6856

95% Confidence Interval for Median
7.0000 8.0000

95% Confidence Interval for StDev
2.9999 5.1646



Las desviaciones estándar individuales se utilizaron para calcular los intervalos.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 35. Prueba de Normalidad del tiempo del % Daño mecánico en la materia prima.

Rho de Spearman: % Daño mecánico en MP; %Daño Físico

Rho de Spearman para % DF MP y %DF = -0.023
Valor p = 0.907

Fuente: Elaboración propia.

Figura 36. Análisis de Correlación de Spearman entre % de daño mecánico en la materia prima y % de daño físico en el producto terminado.

La figura 36 muestra que la correlación de Spearman entre el % de daño mecánico en la materia prima y el % de daño físico en el producto final es -0.023. La relación entre estas variables es negativa, lo que indica que a medida que la primera aumenta, el % de daño físico en el producto final disminuye. Esto se debe a que el porcentaje de daño mecánico de la materia prima es identificado y retirado de la línea de producción; sin embargo, esta tarea no es del todo eficiente, por tal motivo el análisis de esta.

Asimismo, la prueba de correlación de Pearson arroja el valor de p, el cual será analizado en la prueba de regresión mostrado en la figura 37, para tal se establecen las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula: El coeficiente correlación (ρ) entre el % de daño mecánico de la materia prima y el % de defectos físicos en los filetes de pota congelada = 0

Hipótesis alternativa: El coeficiente de correlación (ρ) entre el % de daño mecánico de la materia prima y el % de defectos físicos en los filetes de pota congelada \neq 0

Análisis de regresión: % Daño físico vs. % Daño mecánico MP

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	1	2.9	2.94	0.01	0.943
% DF MP	1	2.9	2.94	0.01	0.943
Error	26	14680.4	564.63		
Falta de ajuste	3	3258.9	1086.30	2.19	0.117
Error puro	23	11421.5	496.59		
Total	27	14683.3			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
23.7619	0.02%	0.00%	0.00%

Coefficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	41.8	10.9	3.85	0.001	
% DF MP	-0.09	1.21	-0.07	0.943	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Figura 37. Análisis de regresión del % Daño físico vs. % Daño mecánico de MP.

Se observa un p-value mayor a 0.05 lo que indica que no se rechaza la hipótesis nula y se puede decir que no existe una correlación entre ambas variables. Además, esto se puede comprobar mediante el coeficiente de determinación cercano a 0%.

Para la variable independiente % de personal con experiencia (X3) se calculó el número de personas con experiencia previa sobre el total de trabajadores eventuales de la línea de congelados. Para más detalle de la variable ver la tabla 12.

Tabla 12. Variable independiente, % de personal con experiencia.

Variable X3:	% de personal con experiencia	Unidad:	%
Descripción:	Se considera al personal con experiencia a aquellas personas que han tenido más de 1 año de experiencia previa en procesos productivos de moluscos o procesos similares	Tipo de variable:	Independiente Continua
Responsable:	Recursos Humanos		
Frecuencia de medición:	No se mide, sin embargo, está registrado en la base de datos del área de Recursos Humanos.		

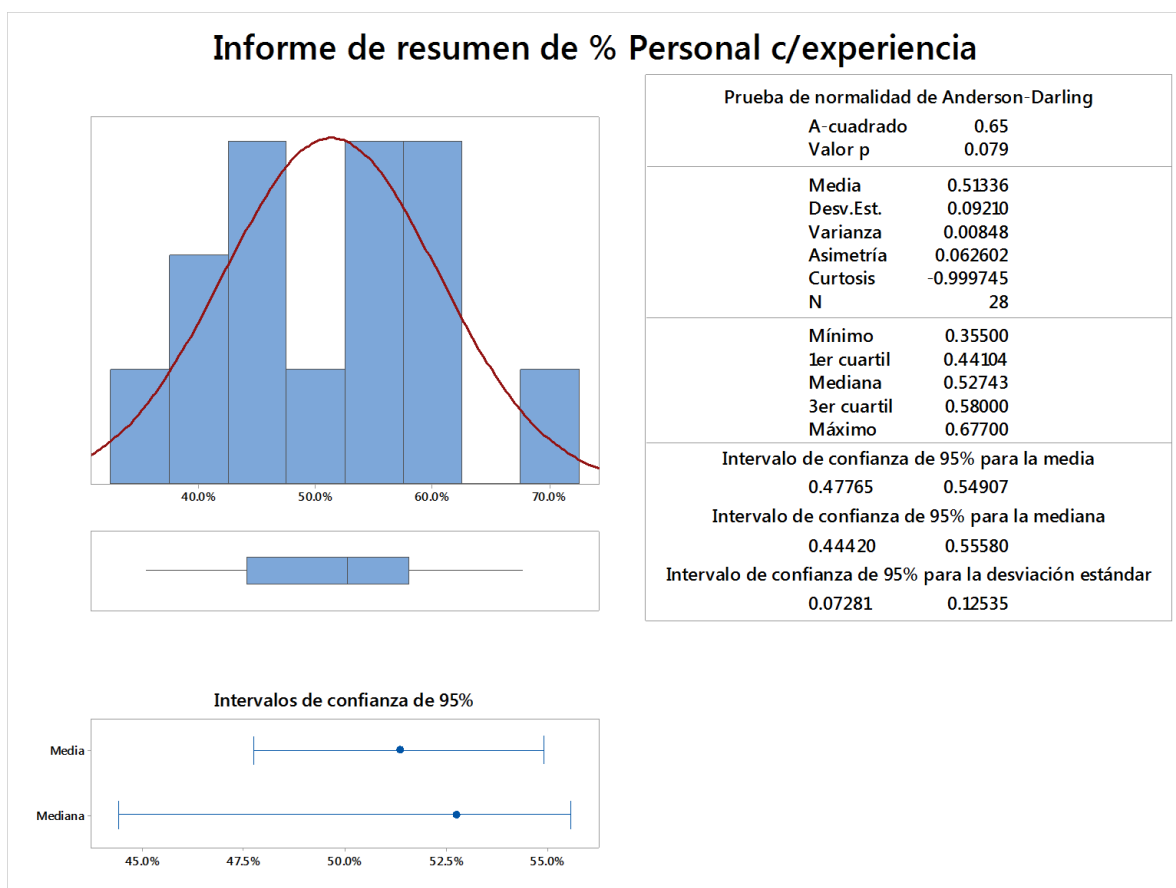
Fuente: Elaboración propia.

Se determina si los datos de % de personal con experiencia siguen una distribución normal mediante la prueba de normalidad.

Hipótesis nula: *La distribución de los datos del porcentaje de personal con experiencia es normal.*

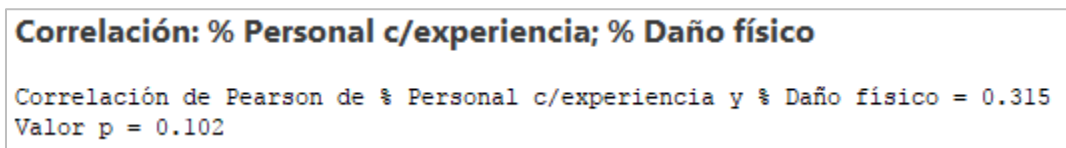
Hipótesis alternativa: *La distribución de los datos del porcentaje de personal con experiencia no es normal.*

Según el p-value mostrado en la figura 38 no se rechaza la hipótesis nula, es decir, los datos siguen una distribución normal. Conociendo el tipo de distribución se decide aplicar la prueba de correlación de Pearson y regresión (ver anexo 4).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 38. Prueba de Normalidad del % de personal con experiencia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 39. Análisis de Correlación de Pearson entre % de personal con experiencia y % de daño físico en el producto terminado.

En la primera prueba aplica, el coeficiente de correlación de Pearson entre ambas variables mostrado en la figura 39 es de 0.315, lo que indica que existe una relación moderada (ver anexo 5) entre las variables considerando que un valor absoluto de 1 indica una relación lineal perfecta y una correlación cercana a 0 indica que no existe relación lineal entre las variables [19].

En el siguiente análisis de regresión mostrado en la figura 40 se examinará el valor del p-value que también aparece en la figura 39. Se plantean las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula: El coeficiente de correlación (ρ) entre el % de personal con experiencia y el % de defectos físicos en los filetes de pota congelada = 0

Hipótesis alternativa: El coeficiente de correlación (ρ) entre el % de personal con experiencia y el % de defectos físicos en los filetes de pota congelada $\neq 0$

Análisis de regresión: % Daño físico vs. % Personal c/experiencia

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	1	1461	1461.2	2.87	0.102
% Personal c/experiencia	1	1461	1461.2	2.87	0.102
Error	26	13222	508.5		
Falta de ajuste	24	12161	506.7	0.96	0.634
Error puro	2	1061	530.5		
Total	27	14683			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
22.5509	9.95%	6.49%	0.00%

Coefficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	0.1	24.6	0.00	0.996	
% Personal c/experiencia	79.9	47.1	1.70	0.102	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Figura 40. Análisis de regresión entre el % de personal con experiencia y % daño físico en el producto terminado.

El análisis muestra un p-value mayor a 0.05 por lo que no se debería rechazar la hipótesis nula y concluir que no existe una correlación significativa entre ambas variables. Sin embargo, se puede observar que el valor del coeficiente de determinación (R-cuadrado) [54] es de 9.95% lo que indica que la variable en análisis explica el 9.95% de la varianza del % de daño físico en los filetes de pota congelada. Por ende, no se puede descartar que exista una correlación entre ambas variables.

El 80% del proceso productivo de pota congelada se realiza de forma manual por lo que se requiere que los trabajadores tengan destreza al manejar los utensilios de corte y al manipular la materia prima. Previo a cada inicio de temporada de producción se recluta a los trabajadores y en la mayoría de los casos debido a la poca oferta de candidatos, se contrata personal con y sin experiencia.

La variable independiente número de trabajadores eventuales en la línea de pota congelada (X4) se describe a detalle a continuación.

Tabla 13. Variable independiente, número de trabajadores eventuales.

Variable X4:	Número de trabajadores eventuales en la línea de pota congelada.	Unidad:	%
Descripción:	Al ser un sector y un proceso por temporadas, los trabajadores de la línea de pota congelada son eventuales.	Tipo de variable:	Independiente Continua
Responsable:	Recursos Humanos		
Frecuencia de medición:	No se mide, sin embargo, está registrado en la base de datos del área de Recursos Humanos.		

Fuente: Elaboración propia.

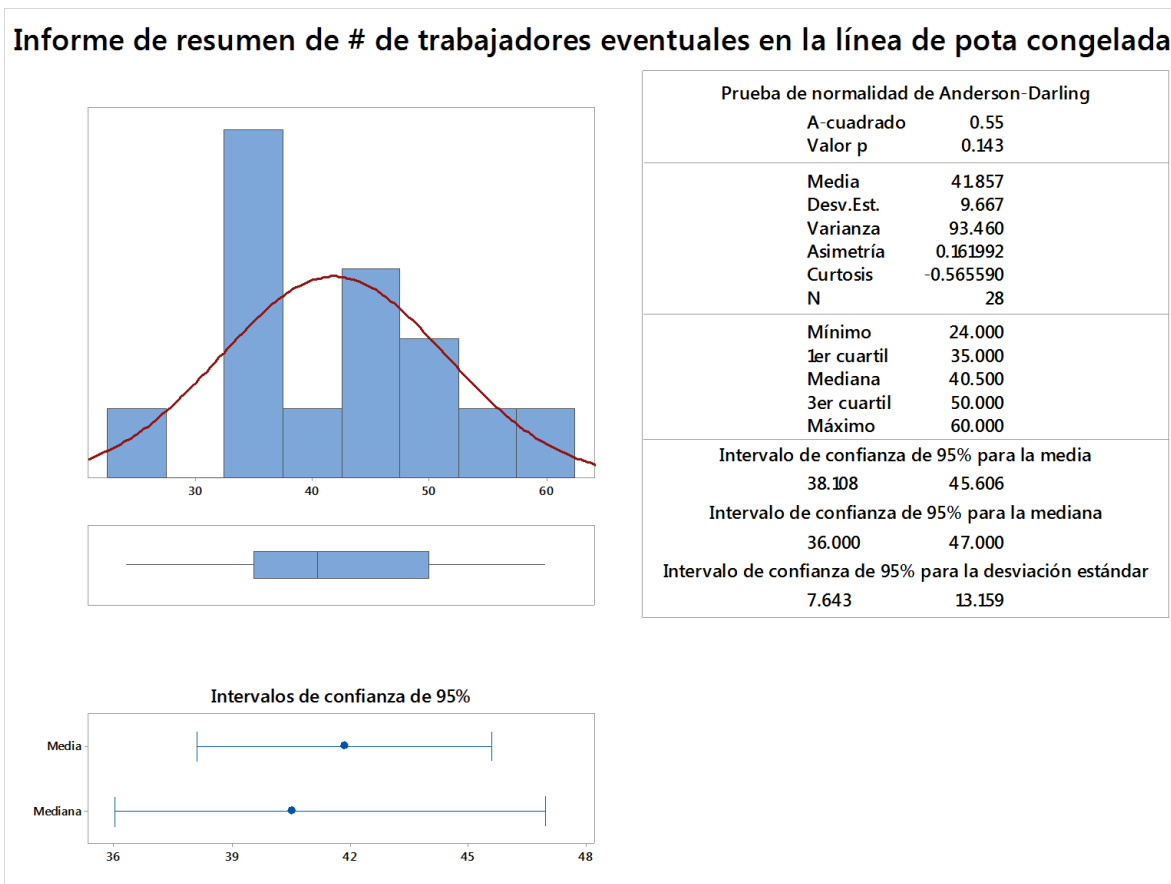
Se comprueba la normalidad de los datos de la variable en análisis.

Hipótesis nula: *La distribución de los datos del número de trabajadores eventuales en la línea de pota congelada es normal.*

Hipótesis alternativa: *La distribución de los datos del número de trabajadores eventuales en la línea de pota congelada no es normal.*

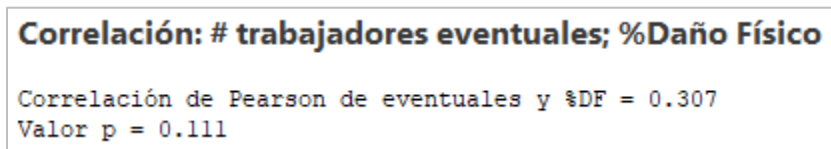
La figura 41 muestra que los datos obedecen a una distribución normal. Se decide aplicar la prueba de correlación de Pearson y regresión (ver anexo 4). Para la primera prueba mostrada en la figura 40 se observa un coeficiente de Pearson de 0.307, lo que

indica que hay una correlación moderada (ver anexo 5) entre ambas variables, es decir, si una de estas aumenta, la otra también lo hará.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 41. Prueba de Normalidad del número de trabajadores eventuales.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 42. Análisis de Correlación de Pearson entre el número de trabajadores eventuales y el % de daño físico en el producto terminado.

El siguiente análisis de regresión ayudará a examinar mejor el comportamiento del p-value. Para tal, se plantean las siguientes hipótesis.

Hipótesis nula: El coeficiente de correlación (ρ) entre el # de trabajadores eventuales y el % de defectos físicos en los filetes de pota congelada = 0

Hipótesis alternativa: El coeficiente de correlación (ρ) entre el # de trabajadores eventuales y el % de defectos físicos en los filetes de pota congelada $\neq 0$

Análisis de regresión: % Daño físico vs. # trabajadores eventuales						
Análisis de Varianza						
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	
Regresión	1	1383	1382.6	2.70	0.112	
eventuales	1	1383	1382.6	2.70	0.112	
Error	26	13301	511.6			
Falta de ajuste	10	7072	707.2	1.82	0.138	
Error puro	16	6229	389.3			
Total	27	14683				
Resumen del modelo						
S	R-cuad.	R-cuad.	R-cuad.			
22.6178	9.42%	(ajustado)	(pred)	5.93%	0.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 43. Análisis de Regresión entre el número de trabajadores eventuales y % de daño físico en el producto terminado.

La figura 43 muestra que a pesar de tener un p-value mayor a 0.05 y no rechazar la hipótesis nula que indica que no existe correlación entre ambas variables, existe un coeficiente de determinación de 9.42%. Es decir, que el número de trabajadores eventuales explica en un 9.42% la varianza del % de daño físico en el producto terminado.

Esta relación entre ambas variables se debe a que el número de trabajadores eventuales no es constante por su propia característica de eventualidad, por lo tanto, suele faltar mano de obra en la línea productiva lo que obliga a los demás trabajadores cierta rigurosidad en el desempeño de su trabajo.

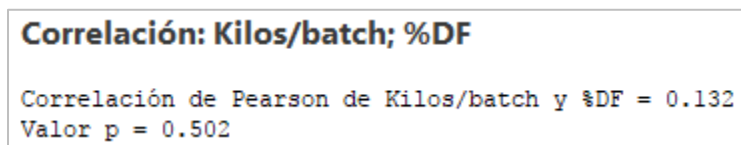
La siguiente variable por analizar es los Kg de pota cruda a cocinar por bach registrada previamente al proceso de cocción, a continuación, más detalles.

Tabla 14. Variable independiente, Kg de pota cruda a cocinar por bach.

Variable X5:	Kg de pota cruda a cocinar por bach	Unidad:	Kg/bach
Descripción:	En el proceso de cocción cada bach debe ser abastecido con los filetes de pota cruda que salen de la operación previa de corte. La cantidad en kg en cada bach debe ser de 200 a 300 kg.	Tipo de variable:	Independiente Continua
Responsable:	Área de producción		
Frecuencia de medición:	Se hace el pesado previo a cada abastecimiento de un bach.		

Fuente: Elaboración propia.

La normalidad de esta variable fue comprobada en la figura 18. Se decide hacer un análisis de correlación de Pearson y regresión.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 44. Prueba de Correlación de Pearson entre kilos de pota cruda a cocinar por bach.

En la figura 44 se puede observar el valor el coeficiente de Pearson el cual indica que hay una correlación baja (ver anexo 5) entre ambas variables, mientras más se acerque a 0 la relación será menor. Esta información se logrará comprobar mediante la prueba de regresión donde se tiene las siguientes hipótesis a probar.

Hipótesis nula: *El coeficiente correlación (ρ) entre kgs de pota cruda a cocinar por bach y el % de defectos físicos en los filetes de pota congelada = 0*

Hipótesis alternativa: El coeficiente de correlación (ρ) entre kgs de pota cruda a cocinar por bach y el % de defectos físicos en los filetes de pota congelada $\neq 0$

Los resultados de la figura 45 muestran un valor de p-value mayor a 0.05 por lo que no se rechaza la hipótesis nula y se puede decir que no existe una correlación entre las variables en análisis. Esto se puede comprobar mediante el coeficiente de determinación, el cual indica que la variable de kg por bach solo puede explicar la variación de los datos del % de daño físico en un 1.69%, por lo que se considera no significativo.

Análisis de regresión: % Daño físico vs. Kilos/batch

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	1	248.0	248.0	0.45	0.510
Kilos/batch	1	248.0	248.0	0.45	0.510
Error	26	14435.3	555.2		
Falta de ajuste	20	10427.8	521.4	0.78	0.690
Error puro	6	4007.5	667.9		
Total	27	14683.3			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
23.5628	1.69%	0.00%	0.00%

Coefficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	6.3	52.2	0.12	0.904	
Kilos/batch	0.096	0.144	0.67	0.510	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Figura 45. Prueba de Regresión entre kg de pota cruda a cocinar por bach y % de daño físico en el producto terminado.

La variable de kg por bach va de la mano con la variable de tiempo de cocción ya que ambos deberían ser proporcionales; sin embargo, la combinación de estas variables durante el proceso de cocción se realiza de forma empírica por los trabajadores. Es así

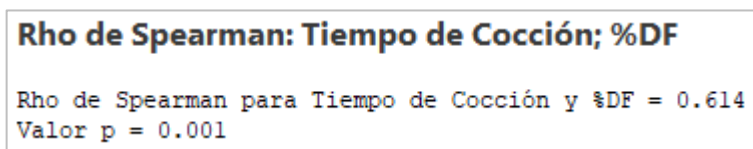
como también se analiza la variable tiempo de cocción cuya descripción se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 15. Variable independiente, tiempo de cocción.

Variable X6:	Tiempo de cocción	Unidad:	Minutos
Descripción:	Es el tiempo que los bach permanecen en las cocinas (piscinas de agua dulce a alta temperatura). El tiempo varía entre 14 y 25 minutos.	Tipo de variable:	Independiente Continua
Responsable:	Área de producción y Aseguramiento de la calidad		
Frecuencia de medición:	Se toma la medición cada vez que ingresa a cocina y cuando sale.		

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 46 se demuestra que los datos del tiempo de cocción no obedecen una distribución normal. A partir de esto, se aplica las pruebas de correlación de Spearman y regresión.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 46. Prueba de Correlación de Spearman entre el Tiempo de cocción y el % de daño físico en el producto terminado.

La prueba de correlación de Spearman muestra un coeficiente de 0.614, lo que indica que existe una alta correlación (ver anexo 5) entre el tiempo de cocción y el % de daño físico en el producto terminado. Recordando que mientras este valor sea más cercano al 1 conseguirá una relación perfectamente lineal. Esta información se ve reflejada en los resultados del análisis de regresión donde:

Hipótesis nula: *El coeficiente correlación (ρ) entre el tiempo de cocción y el % de defectos físicos en los filetes de pota congelada = 0*

Hipótesis alternativa: El coeficiente de correlación (ρ) entre el tiempo de cocción y el % de defectos físicos en los filetes de pota congelada $\neq 0$

Análisis de regresión: % Daño físico vs. Tiempo de Cocción						
Análisis de Varianza						
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	
Regresión	1	5506.1	5506.1	15.60	0.001	
Tiempo de Cocción	1	5506.1	5506.1	15.60	0.001	
Error	26	9177.2	353.0			
Falta de ajuste	5	574.9	115.0	0.28	0.918	
Error puro	21	8602.3	409.6			
Total	27	14683.3				
Resumen del modelo						
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)			
18.7875	37.50%	35.10%	27.02%			
Coeficientes						
Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV	
Constante	-271.4	79.2	-3.43	0.002		
Tiempo de Cocción	14.22	3.60	3.95	0.001	1.00	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 47. Prueba de Regresión entre el Tiempo de cocción y el % de daño físico en el producto terminado.

La figura 47 muestra un p-value menor que 0.05 lo que significa que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe una correlación entre ambas variables. Asimismo, presenta un R-cuadrado de 37.50%, es decir, que el tiempo de cocción puede explicar en un 37.50% la varianza del % de daño físico en el producto terminado.

8.3.3. Resumen de las pruebas de hipótesis

El resumen de las pruebas estadísticas se presenta en la tabla 16 donde se muestra el coeficiente de determinación para cada variable independiente analizada, así como también la conclusión si éstas llegan afectar significativamente o no a la variable dependiente, % de daño físico en el producto terminado.

Tabla 16. Resumen de las pruebas de hipótesis.

Variablen independientes (Xs)	Coefficiente de determinación (R-cuad)	Afecta a la variable dependiente Y
Procedencia de la materia prima	36.27%	SI
% Daño mecánico en la materia prima	0.02%	NO
% Personal con experiencia	9.95%	SI
# Trabajadores eventuales	9.42%	SI
Kg / bach de pota a cocer	1.69%	NO
Tiempo de cocción	37.50%	SI

Fuente: Elaboración propia.

Las causas reales identificadas son: Procedencia de la materia prima, Tiempo de cocción, % de personal con experiencia y número de trabajadores eventuales.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A partir de las causas reales identificadas: procedencia de la materia prima, tiempo de cocción, % de personal con experiencia y número de trabajadores eventuales; se desarrollará propuestas de mejora para cada una de ellas. En el capítulo anterior se mostraron los resultados de las pruebas de hipótesis realizadas donde se concluyó con cuadro resumen (tabla 16) mostrando las variables independientes con sus respectivos coeficientes de determinación. La finalidad de conocer estos porcentajes es determinar la prioridad en la que se debe tomar acción.

9. Variable: Tiempo de cocción

Por lo tanto, la variable que mejor explica la variación del porcentaje de daño físico en el producto terminado es el tiempo de cocción. Esto se puede deber a que no existe una relación establecida entre las variables tiempo, temperatura y cantidad. La variación de tiempo como temperatura de cocción dentro del proceso se realiza de forma empírica, es decir, se manipula manualmente bajo criterio personal y/o de la experiencia. Asimismo, las condiciones del cocinador también pueden influir. Condiciones como: el agua no alcanza el 50% de altura del cocinador, fallas en las válvulas de vapor, el agua no se encuentra entre 90°C y 100°C antes de ingresar las canastillas de pota. Esto puede originar que las piezas de pota puedan no cocinarse o sobrepasar su punto de cocción llegando a convertirse en un producto sobrecocinado. Esto es rechazado por el cliente ya que utilizan los filetes de pota para productos en específico que requieren las condiciones solicitadas inicialmente, revisar anexo 6.

Debido a esto se decide analizar las tres variables juntas; tiempo, temperatura y cantidad, siendo ahora la variable dependiente el tiempo de cocción y las variables independientes, temperatura y cantidad a cocer (kilos/bach). Esto con el objetivo de

describir la relación entre estas variables mediante un modelo estadístico, de tal manera que incluso se puedan hacer predicciones sobre la variable de respuesta, a partir de las variables predictoras.

Correlation: Tiempo de Cocción, Kilos/batch, Temperatura		
	Tiempo de Cocción	Kilos/batch
Kilos/batch	0.330 0.087	
Temperatura	0.276 0.155	0.976 0.000
Cell Contents: Pearson correlation P-Value		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 48. Prueba de Correlación de Pearson entre el tiempo de cocción, kilos/bach y temperatura.

La figura 48 muestra que existe una relación moderada y positiva entre el tiempo de cocción y los kilos/bach a cocinar, y entre el tiempo de cocción y la temperatura. Es decir, a medida que el tiempo de cocción aumenta, también lo hará los kilos/bach y la temperatura. Asimismo, se muestra un coeficiente de Pearson cercano a 1, lo que indica una relación muy alta entre la cantidad a cocinar (kilos/bach) y la temperatura. El valor del P-Value es 0, menor que el nivel de significancia de 0.05, lo que indica que la correlación es significativa.

Asimismo, se realizó un análisis de regresión múltiple mostrado en la figura 49, donde los resultados indican que solo uno de los predictores, kilos/bach, es significativo debido a su bajo valor de p (< 0.05). A pesar de esto, los dos predictores explican el 27.03% de la varianza del tiempo de cocción. Si bien la asociación entre las variables no es fuerte, la regresión ofrece un modelo estadístico que puede alcanzar finalidades predictivas.

Análisis de Regresión: Tiempo de Cocción versus Kilos/batch, Temperatura

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Regresión	2	7.362	3.6811	4.63	0.019
Kilos/batch	1	5.290	5.2898	6.65	0.016
Temperatura	1	2.202	2.2016	2.77	0.109
Error	25	19.879	0.7952		
Falta de ajuste	20	15.129	0.7564	0.80	0.679
Error Puro	5	4.750	0.9500		
Total	27	27.241			

Resumen del Modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.891715	27.03%	21.19%	0.00%

Coefficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor P	FIV
Constante	53.3	22.2	2.40	0.024	
Kilos/batch	0.0357	0.0139	2.58	0.016	5.68
Temperatura	-0.456	0.274	-1.66	0.109	5.68

Ecuación de Regresión

Tiempo de Cocción = 53.3 + 0.0357 Kilos/batch - 0.456 Temperatura

Fuente: Elaboración propia.

Figura 49. Prueba de Regresión entre el tiempo de cocción y los kilos/bach y temperatura.

Por lo que se propone la tabla 17, **Tabla de Parámetros del Proceso** desarrollada a partir del modelo estadístico. Esta tabla muestra la relación establecida entre las variables temperatura y cantidad para obtener el tiempo de cocción deseado. Ayudará al trabajador a agilizar, precisar y a evitar errores en el proceso. Cabe mencionar que se puede mejorar este modelo estadístico recolectando más data, lo que hará que la ecuación sea más exacta.

Tabla 17. Tabla de Parámetros del proceso de cocción de daruma de pota.

Tiempo de cocción (min)	Cantidad (kilos/batch)	Temperatura (°C)
21	300	95
21	310	96
20	320	97
20	330	98
20	340	99
22	350	95
22	360	96
22	370	97
22	380	98
22	390	99
24	400	95
24	410	96
24	420	97

Elaboración propia

9.1. Variable: Procedencia de la materia prima

La siguiente variable que mejor explica el problema es la procedencia de la materia prima. Cabe mencionar que el 100% de la materia prima es abastecida por terceros. La captura de estos cefalópodos es en su mayoría de modo artesanal, por lo que, la materia prima está ligada a las condiciones de llegada de esta, donde características de calidad como frescura, daño mecánico y físico son registradas. Por un lado, la frescura de la pota, donde una de las operaciones críticas para garantizar la frescura es la descarga, se ve afectada por el tiempo y disponibilidad de realizar la operación. Esto se debe a que el área de producción da prioridad de descarga a embarcaciones propias antes que terceros, y son estos últimos los que proveen la materia prima para el proceso en cuestión. Por otro lado, tanto el daño mecánico como físico dependen de las buenas prácticas de captura que tengan los terceros para con la materia prima.



Fuente: goo.gl/efTWLy

Figura 50. Imagen referencial de embarcaciones terceras artesanales.

Actualmente, existen acuerdos comerciales entre la compañía y terceros, proveedores de pota y otras especies, donde la compra y el pago van acorde de la calidad o condiciones en que llega la materia prima.

Sin embargo, la elección de estos terceros parece no haber sido la mejor, ya que en el año 2017 y 2018, la empresa en cuestión decidió no producir pota cocida debido a que la materia prima abastecida no cumplía con el tamaño suficiente para la producción de filetes de pota, por lo que fue destinada a la producción de pota cruda congelada, producto con menor margen de ganancia.

A pesar que a nivel de todo el país, desde el 2014 al 2016 el desembarque de pota disminuyó (ver tabla 18), IMARPE informa que en los últimos dos años la cantidad en toneladas a capturar de este recurso ha incrementado. Asimismo, el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo informó que el Perú se consolidó como el principal exportador de pota en América Latina en los primeros cinco meses del 2018.

En la tabla 18 se muestra el desembarque de pota en los distintos puertos del Perú reportado por PRODUCE en los años 2014, 2015 y 2016, así como también la ubicación de estos en el mapa geográfico (figura 51). Se puede observar que el puerto con mayor

desembarque de pota con respecto a los demás, es Paita, ubicado en Piura, representando entre el 60% y 40% del desembarque total declarado en los años 2014 y 2016, respectivamente.

Tabla 18. Desembarque de pota en Perú en los años 2014, 2015 y 2016.

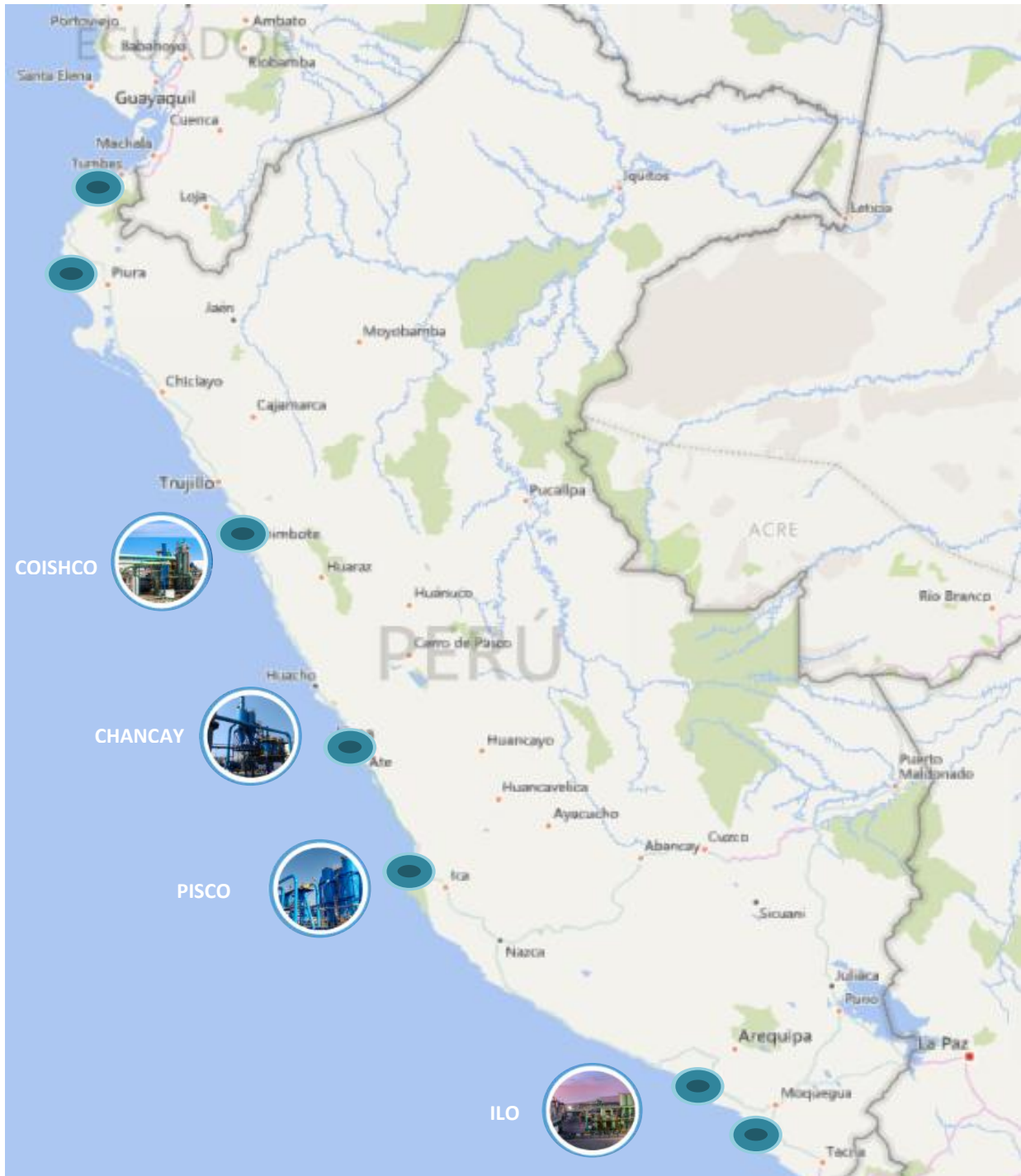
Ciudad	Puerto	2014	2015	2016
Tumbes	Zorritos	0.00	978.00	0.00
Tumbes	Caleta Cruz	8902.00	8911.00	11017.00
Piura	Paita	243252.00	152465.00	114672.00
Chimbote	Chimbote	3261.00	656.00	3114.00
Callao	Callao	37926.00	20068.00	29650.00
Pisco	Pisco	4268.00	3137.00	3021.00
Arequipa	Mollendo	5474.00	381.00	2299.00
Moquegua	Ilo	11315.00	6214.00	5088.00
	Otros	77183.00	140368.00	106383.00
	Total	391581.00	333178.00	275244.00

Fuente: Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2016

Actualmente, empresas dedicadas a la producción de pota congelada, entre ellas, Pesquera Exalmar S.A.A., y Pesquera Hayduk S.A., tienen una planta de procesamiento ubicada en Paita, Piura, puerto con mayor desembarque de este recurso.

Al ser, la procedencia de la materia prima, una variable externa al proceso *in situ* del congelado de pota, no se puede influir en gran medida sobre esta. Sin embargo, se recomienda hacer seguimiento y ampliar la muestra de la variable con el objetivo de evaluar el impacto de la procedencia y realizar un diseño de experimento que permita una estimación o pronóstico del porcentaje de daño físico que se tendrá en el producto terminado a partir del lugar de procedencia.

Por otro lado, se recomienda evaluar la posibilidad de abrir una planta de procesamiento en la ciudad de Piura, ya que no solo tiene el mayor porcentaje de desembarque en pelágicos, sino también de anchoveta, materia prima para producir harina y aceite de pescado, principales productos de la cartera de Austral Group S.A.A.



Fuente: Elaboración propia

Figura 51. Ubicación de los puertos de desembarque de pota en el Perú y las plantas de procesamiento de Austral Group S.A.A.

9.2. Variable: % de personal con experiencia y número| de trabajadores eventuales

Asimismo, se conoce que variables como % de personal con experiencia y número de trabajadores eventuales afectan en un menor porcentaje al problema. A pesar de esto, se debe tener en cuenta que el 80% del trabajo realizado en la línea de congelado de pota se realiza de forma manual, por lo que el trabajador está en constante contacto con la materia prima. La experiencia indica la habilidad y destreza que debe tener el trabajador para manipular la materia prima, manejar los utensilios de corte y tener un método para hacerlo.

El número de trabajadores eventuales no es el mismo en las temporadas de producción por su propia característica de eventualidad. Actualmente, el porcentaje de personal temporal es de 60%, lo que hace cuatro años era alrededor del 20%. Este último dato puede tener una mayor incidencia en nuestra variable en análisis, % de daño físico. Cuando hay una mayor cantidad de eventuales, suele presentarse inconvenientes como la inasistencia del personal en la línea de producción lo que obliga a los demás trabajadores cierta rigurosidad en el desempeño de su trabajo.

Chong señala que solo los seres humanos que tienen calidad realizan procesos de calidad y los procesos de calidad dan origen a productos de calidad. Tenemos que aceptar que la calidad desde cualquier punto de vista de la organización, implicara siempre la necesidad de contar con talento humano. Por tal motivo, se propone atacar esta variable por dos frentes. Estandarizando el método de cómo realizar el proceso y diseñando un proceso de captación y retención de personal.

Se diseñó el diagrama de bimanual del proceso, donde se determina un mejor método para realizar el trabajo. Esto se hizo tomando como referencia procesos de congelado de pota de otras empresas top del país. Los bimanuales se muestran a continuación.

Diagrama Bimanual del Proceso de Corte												
Diagrama	N° 1	Hoja Num. de	Resumen									
Dibujo y Pieza:												
Operación: Corte												
Lugar: Línea de Congelado de Pota												
Metodo : Actual/ Propuesto												
Operario (s) : 01			Fecha: oct-18									
Compuesto por:			Simbolo				Simbolo					
Descripcion Mano Izquierda			○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	Descripcion Mano Derecha	
Acomoda la pota sobre la mesa			x		x		x		x		Acomoda la pota sobre la mesa	
Sujeta internamente el cuerpo de la pota			x				x				Arranca cabeza y tentáculos	
Coge la cabeza y tentáculos			x				x				Coge el cuchillo	
Sujeta la parte superior de la cabeza			x				x				Corta la cabeza separándola de los tentáculos	
Deposita la cabeza cortada en el bin izquierdo			x				x				Aparta los tentáculos hacia un lado de la mesa	
Sujeta y acomoda el cuerpo de la pota con cuchillo en mano			x		x		x		x		Sujeta y acomoda el cuerpo de la pota con cuchillo en mano	
Sujeta la parte superior del cuerpo			x				x				Corta la aleta separándola del cuerpo	
Hace a un lado el cuerpo			x	x			x				Sujeta la aleta	
Sujeta la aleta			x				x	x			Corta membrana consecuente a la unión al cuerpo	
Deposita la membrana en el bin izquierdo						x	x		x		Mantiene el cuchillo en mano	
Hace a un lado la aleta			x	x			x	x			Hace a un lado la aleta con cuchillo en	
Coge y acomoda el cuerpo			x		x		x		x		Coge y acomoda el cuerpo con chuchillo en mano	
Sujeta el cuerpo							x				Corta lateralmente el cuerpo obteniendo un gran manto	
Sujeta el manto							x				Corta bordes e impurezas del manto	
Total												

Fuente: Elaboración propia

Figura 52. Diagrama Bimanual del proceso de corte de pota.

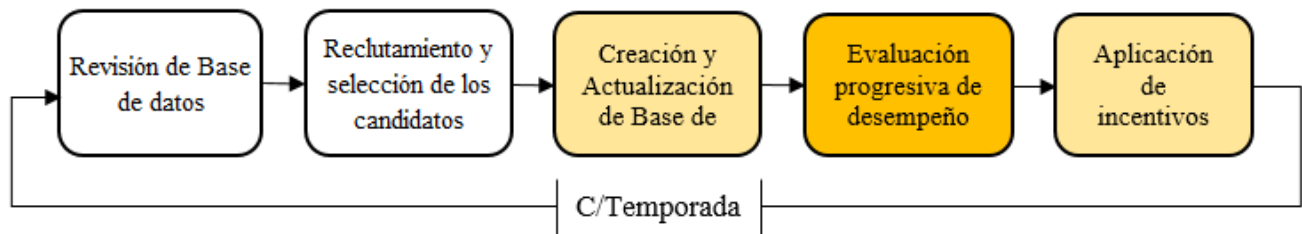
Diagrama Bimanual del Proceso de Despielado												
Diagrama	Nº1	Hoja Num. de	Resumen									
Dibujo y Pieza:												
Operación: Despielado												
Lugar: Línea de Congelado de Pota												
Metodo : Actual / Propuesto												
Operario (s) : 01		Ficha Num.01										
Compuesto por:		Fecha: 18/10/2016										
Aprobado por:		Fecha:	Simbolo		Simbolo							
Descripcion Mano Izquierda			○	⇒	D	▽	○	⇒	D	▽	Descripcion Mano Derecha	
Mueve el manto hacia la siguiente persona			x	x			x				Deja el chuchillo a un lado	
Sujeta la esquina izquierda del manto			x				x				Desprende la membrana externa	
Desprende la membrana externa			x				x				Sujeta la esquina derecha del manto	
Arranca por completo la membrana externa			x				x				Arranca por completo la membrana externa	
Deposita las mermas en el bin izquierdo			x			x	x		x		Sujeta el manto	
Sujeta el manto			x				x				Coge el chuchillo	
Sujeta el manto			x				x				Hace un pequeño corte para levantar la segunda membrana	
Levanta la segunda membrana			x				x				Deja el chuchillo a un lado	
Desprende la segunda membrana con ayuda de los pulgares			x				x				Desprende la segunda membrana con ayuda de los pulgares	
Deposita las mermas en el bin izquierdo			x			x	x		x		Sujeta el manto	
Desprende impurezas del manto			x				x				Coge el chuchillo	
Sujeta el manto			x				x				Corta bordes e impurezas del manto	
Total												

Fuente: Elaboración propia

Figura 53. Diagrama Bimanual del proceso de despielado de pota.

Por otro lado, considerando que existe una clasificación del *expertise* de los colaboradores de tres niveles, siendo 2 y 3 aquellas personas que han tenido experiencia trabajando de tres a más años, y 1, personal con dos o menos años de experiencia. A partir de esta clasificación, se propone un sistema de seguimiento del personal temporal para cada temporada de pesca con el objetivo primero de formar una base de datos y poder reclutarlos nuevamente en la siguiente temporada. Esto a su vez se le puede sumar una variable más a medir, la productividad o desempeño de cada colaborador, esto ayudará a determinar a un grupo humano con mayor *expertise* y destreza requerido para optimizar el proceso de filetes de pota congelada. Este proceso de captación (ver anexo 7) debe ir de la mano con un programa de retención, donde aquellos trabajadores que hayan tenido una buena

productividad reciban un incentivo con el objetivo de generar fidelidad en el trabajador con la compañía.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 54. Flujo del proceso de selección del talento.

CONCLUSIONES

- Se logró identificar los factores de calidad que influyen significativamente en el alto porcentaje de productos defectuosos (daño físico), siendo estos, procedencia de la materia prima y el tiempo de cocción, así como también el % de personal con experiencia y el # de trabajadores eventuales (ver tabla 16).
- Se definió y delimitó el alcance de la investigación a través de los siguientes parámetros: tipo de producto final, producto con mayor margen económico y tipo de defecto. El producto examinado en la presente tesis corresponde al filete de pota congelada, producto final derivado del cuerpo/manto de la pota, esto debido a que es el más valorado por el cliente (ver anexo 6) y con mayor margen generado representando el 37% de la facturación total de pota congelada en el año 2016 (ver figura 11). Asimismo, se decide centrar la investigación en un solo tipo de defecto, el porcentaje de daño físico en el producto terminado por ser el defecto con mayor frecuencia de ocurrencia, 42% (ver figura 19).

Por otro lado, se determinó que el proceso productivo de pota congelada no era capaz de cumplir los requerimientos del cliente, debido a que más del 89% de los lotes examinados presentaron más de 10% de daño físico. Estos lotes defectuosos generaron una reducción del 3% del precio real por cada bloque de filete congelado lo que se puede traducir a un lucro cesante de más de US\$ 21,567.06 producido en el año 2016 (ver tabla 6).

- El Análisis de Modo y Efecto de la Falla (AMEF) ayudó a determinar el nivel de riesgo de cada una de las fallas identificadas por cada operación del proceso en cuestión. Asimismo, ayudó a identificar las primeras posibles causas del problema, donde más del 60% de los modos de falla identificados superaban el nivel de riesgo aceptable ($NRP > 100$). Esto se debe, en gran medida, a que más del 30% de

los modos de falla presentan mecanismos de control poco eficientes y más de 80% están relacionados a la calidad del producto (ver tabla 8).

Por otro lado, la herramienta de análisis de capacidad ayudó a estudiar el comportamiento de ciertas hipótesis propuestas por los jefes de Producción y Aseguramiento de la Calidad, tales como, la cantidad de kg de pota cruda por bach cocinada y el tiempo de cocción, estas variables hacen alusión a la criticidad de la operación de cocción en el proceso completo.

Mientras que la cantidad de kg/bach superaba los límites de especificación establecidos por el área de producción con un Cpk de -0.77, el tiempo de cocción se comportaba dentro de los rangos establecidos. Existe una relación media (ver figura 29 y 30) entre ambas variables y cierta dependencia debido a que según la cantidad de kg/bach que se vaya a cocinar debería existir un tiempo de cocción determinado.

- A partir de las 18 causas posibles identificadas en la herramienta del AMEF y el diagrama de Ishikawa se encontró que el 30% de estas están relacionadas a la mano de obra, un 20% de las causas relacionado a la materia prima, y un 15%, a la maquinaria y método de trabajo, la diferencia está referido a causas de infraestructura y medio ambiente (ver figura 32).
- Las causas probables identificadas a partir de las causas posibles fueron: procedencia de la materia prima, % de daño mecánico en la materia prima, % de trabajadores con experiencia, número de trabajadores eventuales, kg/bach y tiempo de cocción. Mediante el análisis estadístico se determinó que la procedencia de la materia prima explica el problema en un 36.27% y el tiempo de cocción en un 37.50%. Asimismo, las variables % de trabajadores con experiencia y # de trabajadores eventuales explican en menor medida el problema en un 9.95% y 9.42%, respectivamente (ver tabla 16).

- Se concluye que la completa implicancia de la alta gerencia es un factor crítico de éxito para con el desarrollo del programa de mejora continua. Esto se vio reflejado a través de las actividades realizadas como, asignación de recursos humanos y financieros, revisión periódica del progreso del proyecto y planificación de actividades futuras. Asimismo, otro factor de éxito es el recurso humano. Por un lado, el acompañamiento de los Champions y especialistas en el programa de mejora continua y, por otro lado, la intervención del personal entrenado en todos los niveles en la metodología Lean Six Sigma (ver figura 14).

RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer un análisis de data del proceso de otras especies de consumo humano directo como el perico y verificar si las causas raíz encontradas en el proceso de pota congelada pueden también ser usados, esto debido a que ambos procesos son similares y comparten la misma línea de producción.

La producción de estos dos productos congelados constituye una industria en pleno crecimiento. Se recomienda, además, explorar a mayor profundidad el mercado del perico congelado ya que las características que convierten a este en un blanco atractivo para su explotación incluyen una elevada tasa de crecimiento, además de un alto precio en el mercado, alta demanda y baja captura por unidad de esfuerzo [55]. Asimismo, cabe mencionar que, según la Asociación de Exportadores, ADEX, el Perú es el segundo exportador de perico hacia el mercado de los Estados Unidos en los últimos años.

- Se recomienda desarrollar un tablero de control de tal forma que se observe el comportamiento de las variables que han sido determinadas como significativas y que influyen en las diferentes operaciones asociadas al proceso de congelado de pota, permitiendo la sistematización de este a través de su automatización y control de las variables.
- Se recomienda desarrollar y establecer un sistema de incentivos para con los terceros, donde se asignen bonos por la calidad de materia prima que ofrecen, siendo esta una forma de impulsar la mejoría de sus buenas prácticas de captura. Esto debido a que actualmente se maneja un sistema de penalidades en función a la calidad de la materia prima [56].
- Se recomienda considerar las buenas prácticas de reclutamiento y selección de personal realizadas por la planta de Ilo, la cual plantea un sistema de identificación

y retención del talento a través de incentivos. Es decir, trabajadores eventuales que han trabajado en la compañía y han demostrado tener la destreza y capacidad de realizar adecuadamente su trabajo son mapeados y registrados en la base datos para luego, la siguiente temporada de pesca y producción, contactarlos. Cabe mencionar que más del 80% de las operaciones desarrolladas en el proceso son manuales.

Resulta oportuno mencionar lo considerado por Gómez [57] sobre la importancia de los recursos y capacidades para incrementar la eficiencia y eficacia de la empresa, donde hace referencia al factor humano que incluye el conocimiento, entrenamiento, la experiencia, la comunicación y las relaciones del personal de la empresa. Se puede interpretar que los recursos y capacidades de la planta les permite tener un buen rendimiento operativo, más no óptimo para generar ventajas competitivas sostenibles, que se definen según Gómez [57], como capacidades dinámicas que conlleven a la mejora continua creativa que permita conocer el valor intrínseco de otros recursos.

- Se recomienda que aquellas empresas que quieran abordar estos proyectos tengan el compromiso de la dirección de forma integral, el conocimiento de la metodología de mejora continua y haber establecido canales de comunicación en todos los niveles (ver tabla 2).

REFERENCIAS

- [1] L. Vela, G. Álvarez, J. Cossio, B. Helguero, M. Martínez y R. Santacruz, «Diagnóstico estratégico del sector pesquero peruano,» Abril 2014. [En línea]. Available: <https://web.ua.es/es/giecryal/documentos/pesca-peru.pdf?noCache=1396567782720>. [Último acceso: Junio 2017].
- [2] C. Shimokawa, «Estudio sobre Viabilidad de Consorcios de Exportación en Pesca,» El Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior, 2013.
- [3] E. Arnheiter and J. Maleyeff , "The integration of Lean Management and Six Sigma," *The TQM Magazine*, vol. 17, no. 1, pp. 5-18, 2005.
- [4] R. Snee, «Lean Six Sigma - getting better all the time,» *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 1, nº 1, pp. 9-29, 2010.
- [5] R. Pojasek, «Lean, six sigma, and the systems approach: management initiatives for process improvement,» *Environmental Quality Management*, vol. 13, nº 2, p. 85, 2003.
- [6] M. Pepper and R. Spedding, "The evolution of Lean Six Sigma," *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 27, no. 2, pp. 138-155, 2009.
- [7] J. Womack and D. Jones , "Lean Thinking," *Simon & Schuster*, pp. 90-8, 1996.
- [8] R. Inman, «Are you implementing a pull system by putting the cart before the horse?,» *Production and Inventory Management Journal*, vol. 40, nº 2, pp. 67-71, 1999.
- [9] S. Sakakibara, B. Flynn, R. Schroeder and W. Morris, "The impact of just-in-time manufacturing and its infrastructure on manufacturing performance," *Management Science*, vol. 43, no. 9, pp. 1246-1257, 1997.
- [10] J. Womack, D. Jones and D. Roos, "The Machine that Changed the World," *Rawson Associates*, 1990.
- [11] J. Womack and D. Jones , "Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation," *Simon and Schuster*.
- [12] M. Porter, «Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance,» Simon and Schuster, New York, 1985.
- [13] K. Suzaki, «Japanese Manufacturing Techniques: Their Importance to U.S. Manufacturers,» *Journal of Business Strategy*, vol. 5, nº 3, pp. 10-19, 1985.
- [14] J. Womack and D. Jones, "From lean production to the lean enterprise," *Harvard Business Review*, vol. 72, no. 2, pp. 93-193, 1994.
- [15] J. Worley and T. Doolen, "The role of communication and management support in a lean manufacturing implementation," *Management Decision*, vol. 44, no. 2, pp. 228-245, 2006.
- [16] J. Hernández y A. Vizán, «Lean manufacturing: Conceptos Técnicos e Implantación,»

- Escuela de Organización Industrial*, vol. 1, pp. 10-15, 2013.
- [17] J. Brady and T. Allen, "Six Sigma literature: a review and agenda for future research," *Quality and Reliability Engineering International*, vol. 22, pp. 335-367, 2006.
- [18] G. Mark, *La guía Lean SIX Sigma para hacer más con menos*, Dalla Texas, 2010.
- [19] «Soporte Técnico de Minitab 18,» [En línea]. Available: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/>. [Último acceso: 15 10 2017].
- [20] R. Andersson, H. Eriksson and H. Torstensson, "Similarities and differences between TQM, six sigma and lean," *The TQM Magazine*, vol. 18, no. 3, pp. 282-296, 2006.
- [21] M. Kumar, J. Antony, C. Madu, D. Montgomery and S. Park, "Common myths of Six Sigma demystified," *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 25, no. 8, pp. 878-895, 2008.
- [22] R. McAdam y B. Lafferty, «A multilevel case study critique of six sigma: statistical control or strategic change?,» *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 24, nº 5, pp. 530-549, 2004.
- [23] M. George, «Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed,» *McGraw-Hill*, 2002.
- [24] D. Mader, "Lean Six Sigma's evolution: integrated method uses different deployment models, quality progress," *Quality Control and Applied Statistics*, vol. 54, no. 1, p. 43, 2009.
- [25] D. Rasmusson, *SIPOC picture book: A visual guide to SIPOC/DMAIC relationship*, Oriel Incorporated, 2006.
- [26] M. Johnston and D. Dougherty, "Developing SIPOC diagrams," *Six Sigma Forum Magazine*, vol. 11, no. 2, 4 Septiembre 2017.
- [27] D. Stamatis, "Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution," *ASQ Quality press*, 4 Septiembre 2003.
- [28] C. Carlson, "Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)," 2012.
- [29] L. Liliana, "A new model of Ishikawa diagram for quality assessment," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 161, no. 1, p. 012099, 12 Junio 2016.
- [30] M. Blanco y A. Aguilar, «Ingeniería de métodos,» Universidad de Guatemala , 2013.
- [31] K. Becerra, Y. Mendoza y E. Rondón, «Diagrama Bimanual,» Guayana, 2015.
- [32] R. Coronado and J. Antony, "Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organizations," *The TQM Maganize*, vol. 14, no. 2, pp. 92-99, 2002.
- [33] B. Wheat, *Leaning into Six Sigma: The path to integration of Lean Enterprise and Six Sigma.*, Boulder City: Colorado: paperback, 2001.
- [34] R. Snee, "Impact of Sig Sigma: today and in the future," in *Quality and Productivity Research Conference*, Schenectady, NY, 1999.
- [35] K. Henderson and J. Evans , "Successful implementation of six sigma: benchmarking General Electric Company," *Benchmarking: An International Journal*, vol. 7, no. 4, pp. 260-282, 2000.

- [36] G. Manville, R. Greatbanks, R. Krishnasamy and D. Parker, "Critical success factors for Lean Six Sigma programmes: a view from middle management," *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 29, no. 1, pp. 7-20, 2012.
- [37] R. Snee and R. Hoerl, "Leading Six Sigma: a step-by-step guide based on experience with GE and other Six Sigma companies," *Ft Press*, 2003.
- [38] R. Snee and J. Antony, "Leading role," *Six Sigma Forum, ASQ*, pp. 6-12, 2010.
- [39] Y. Kondo, "Hoshin Kanri - a participative way of quality management in Japan," *The TQM Magazine*, vol. 10, no. 6, pp. 425-431, 1998.
- [40] P. Pande and R. Neuman, *Las claves de seis sigma: la implantación con éxito de una cultura que revoluciona el mundo empresarial.*, España: Mc Graw-Hill, 2002.
- [41] J. Antony and R. Coronado, "Design for six sigma," *Manufacturing Engineer*, vol. 81, no. 1, pp. 24-26, 2002.
- [42] R. Snee, "The hard part: holding gains in improvement: sustaining the gains begins when the improvement initiative is launched not after the improvements are achieved," *Quality Progress*, pp. 52-56, 2006.
- [43] O. Barbaroux, D. Bizarri, M. Hasan, L. Miuccio, L. Saha, J. Sanders y J. Van, «El estado mundial de la pesca y la acuicultura,» *Organización de las Naciones Unidas de la Alimentación y la Agricultura (FAO)*, 2012.
- [44] M. Carranza, R. Guevara, J. García y E. Court, «Reporte Sectorial: Sector Pesca,» Reporte Financiero Burkenroad Perú – El Pacifico. Peruano Suiza Compañía de Seguros y Reaseguros S.A., Lima, 2009.
- [45] O. Umpiérrez, «Análisis de Impactos Hidrobiológicos del "El niño" - Compilación estudios e investigación,» Lima, 2010.
- [46] Ministerio de la Producción del Perú, «Dianóstico del Sector Pesquero y Acuícola frente al cambio climático y lineamientos de adaptación,» Lima, 2016.
- [47] Austral Group S.A.A., 04 julio 2017. [En línea]. Available: <http://www.austral.com.pe/es/index>. [Último acceso: 25 agosto 2017].
- [48] Austral Group S.A.A, «Memoria Anual 2016 - Austral Group S.A.A,» marzo 2017. [En línea]. Available: <http://www.austral.com.pe/reportes/Memoria-Anual-Austral-Group-2016.pdf>. [Último acceso: 13 julio 2017].
- [49] J. Motwani, "A Business Process Change Framework for Examining Lean Manufacturing a Case Study," *Industrial Management Data Systems*, vol. 103, no. 5/6, pp. 339-347, 2003.
- [50] R. Hernández, *Metodología de la Investigación 5ta edición*, México: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA, 2010.
- [51] G. B. Verany, «Illex coindetii,» *IctioTerm*, 1839. [En línea]. Available: http://www.ictioTerm.es/nombre_cientifico.php?nc=220.
- [52] J. Brenes y H. Bermúdez, «Desarrollo de un metodológico para el cumplimiento del reglamento técnico, en el control del envasado técnico de la miel de abeja para la empresa Apícola la Reina S.A.,» Costa Rica, 2007.

- [53] J. De la Peña, *La Calidad Total, una utopía muy práctica*, Madrid: Universidad Pontificia Comillas, 1994.
- [54] R. Steel and J. Torrie, "Principles and Procedures of Statistics with Special Reference to the Biological Sciences," *McGraw Hill*, pp. 187, 287, 1960.
- [55] S. Kraul, "Seasonal, abundance of the dolphinfish, *Coryphaena hippurus*, in Hawaii and the tropical Pacific Ocean.," *Scientia Marina*, no. 63, pp. 261-266, 1999.
- [56] P. Arroyo, L. Holmes and L. De Boer, "How do supplier development programs affect suppliers? Insights for suppliers, buyers and governments from an empirical study in Mexico," *Business Process Management Journal*, vol. 18, no. 4, pp. 680-707, 2012.
- [57] J. Gómez, «Orientación al Mercado, Capacidades Empresariales y Resultados en las PYMES de Nueva Creación,» Bellaterra, 2008.
- [58] J. Benesty, J. Chen, Y. Huang y I. Cohen, «Pearson correlation coefficient,» de *Noise reduction in speech processing*, Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- [59] R. Conti, J. Angelis, C. Cooper, B. Faragher y C. Gill, «The Effects of Lean Production on Worker Job Stress,» *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 26, nº 9, pp. 1013-1038, 2006.
- [60] S. Sohal y A. Egglestone, «Lean Production: Experience among Australian Organizations,» *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 14, nº 11, pp. 35-51, 1994.
- [61] C. Claycomb, R. Germain y C. Droge, «Total Systems JIT Outcomes: Inventory, Organization and Financial Effects,» *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 29, nº 10, p. 612, 1999.
- [62] V. Kannan y K. Tan, «Just in time, total quality management, and supply chain management: understanding their linkages and impact on business performance,» *The International Journal of Management Science*, vol. 33, nº 2, pp. 153-162, 2005.
- [63] T. Fullerton, C. McWatters y C. Fawson, «An examination of the relationships between JIT and financial performance,» *Journal of Operations Management*, vol. 21, pp. 383-404, 2003.
- [64] P. Pande, R. Neuman y R. Cavanagh, «The Six Sigma Way. How GE, Motorola, and other top companies are honing their performance,» *McGraw-Hill*, 2000.
- [65] J. Antony, «Some pros and cons of six sigma: an academic perspective,» *The TQM Magazine*, vol. 16, nº 4, pp. 303-306, 2004.
- [66] R. Hayes, G. Pisano, D. Upton y S. Wheelwright, «Operations,» *Strategy and Technology: Pursuing the Competitive Edge*, pp. 1-68, 2005.
- [67] J. Antony, N. Krishan, D. Cullen y M. Kumar, «Lean Six Sigma for higher education institutions (HEIs): Challenges, barriers, success factors, tools/techniques,» *International Journal of Productivity and Performance Management*, vol. 61, nº 8, pp. 940-948, 2012.
- [68] R. Hoerl y R. Snee, *Statistical thinking: Improving business performance*, vol. 48, New Jersey: John Wiley & Sons, 2012.

- [69] R. Inocente, «Ideele,» Instituto de Defensa Legal, 2012. [En línea]. Available: <http://revistaideele.com/ideele/content/y-todo-sigue-igual-el-sector-pesquero-peruano>. [Último acceso: junio 2017].
- [70] R. Sejzer, «Calidad Total,» 08 Julio 2016. [En línea]. Available: <http://ctcalidad.blogspot.pe/2016/06/dmaic-las-5-fases-del-proceso-de.html>. [Último acceso: 16 Octubre 2017].
- [71] V. M. Carbellido Nava y A. R. Valadez Jiménez, ISO 9000: 2000: estrategias para implantar la norma de calidad para la mejora continua., Limusa, 2005.
- [72] S. -. S. N. d. Pesquería, «INFORMAR Perú,» 24 Junio 2010. [En línea]. Available: <http://infomarperu.blogspot.com/2010/06/peru-es-el-segundo-pais-abastecedordel.html>. [Último acceso: 21 Septiembre 2018].
- [73] «Conduce tu empresa,» 27 Octubre 2018. [En línea]. Available: <https://blog.conducetuempresa.com/2016/05/dop.html>.
- [74] Eduardo Cisneros, «Innovando.net,» 30 Octubre 2015. [En línea]. Available: <http://innovando.net/que-es-el-sipoc/>. [Último acceso: Septiembre 2018].

ANEXOS

Anexo 1. Desembarque de Recursos Marítimos para Congelado según Especie, 2007-16 TM.

Especie	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Total	536 319	646 682	528 358	475 969	697 201	670 165	631 786	726 376	640 742	459 290
Pescados	102 364	119 789	125 766	69 462	205 193	137 114	100 795	125 837	88 812	145 034
Atún	11	553	503	3 120	943	1 140	1 131	5 092	3 890	2 196
Anguila	6 014	4 173	4 056	5 508	3 397	3 911	3 716	7 370	5 158	5 664
Anchoveta	5 286	12 265	11 517	15 160	28 483	9 879	5 056	2 948	4 314	4 991
Barrilete	-	932	2 833	861	1 220	466	299	494	3 866	4 045
Bereche	327	153	121	109	6	-	-	10	10	33
Caballa	13 647	26 385	33 095	187	16 869	3 271	12 927	19 370	1 570	64 130
Jurel	33 449	28 716	11 584	317	97 804	67 194	18 845	23 266	818	1 038
Lorna	3	2	-	3	-	-	-	-	-	-
Merluza	28 359	26 358	36 774	25 648	28 544	21 055	31 187	32 072	25 786	29 709
Pejerrey	2 873	1 032	1 501	184	2 835	1 949	1 384	1 964	1 262	431
Perico	10 283	17 032	18 591	15 970	20 828	22 047	19 097	27 256	30 125	22 234
Sardina	17	-	22	3	-	2	-	-	-	-
Tollo	3	10	14	18	28	73	0	42	-	-
Tiburón	127	107	188	608	442	129	414	884	1 805	1 383
Volador	127	14	223	970	984	423	49	1 332	2 185	244
Otros Pescados	1 838	2 057	4 744	796	2 810	5 575	6 688	3 737	8 022	8 936
Mariscos	433 103	526 332	402 342	406 102	491 514	532 265	530 209	599 650	551 043	313 639
Calamar	9 918	2 962	9 065	1 389	259	11 267	9 984	5 742	13 097	3 283
Caracol	750	1 565	605	10	17	30	106	1 281	23	18
Conchas de Abanico ^v	19 938	18 790	24 635	60 003	92 028	38 933	89 293	55 036	28 904	12 413
Langostino ^v	13 548	12 817	11 877	14 478	23 384	22 707	19 111	22 900	46 291	26 301
Pota	379 557	484 153	355 107	327 572	373 196	457 073	410 760	513 374	459 528	267 775
Otros Mariscos	9 392	6 045	1 053	2 650	2 630	2 255	955	1 317	3 201	3 849
Equinodermos	852	561	250	405	494	786	782	889	887	618

^v Incluye lo procedente de la actividad de acuicultura
Fuente: Empresas Pesqueras.

Anexo 2. Producción de congelado de pescados y mariscos marítimos según especie, 2007-16 TM.

Especie	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Total	269 018	312 287	254 917	222 146	357 668	381 442	342 849	391 582	333 178	275 244
Pescados	63 200	76 994	74 713	31 375	134 424	103 365	68 827	83 210	48 753	100 307
Atún	183	484	212	1 354	454	573	607	2 265	1 719	1 462
Barrilete	-	514	1 218	455	547	211	149	384	3 779	3 793
Bonito	145	1 037	1 292	101	538	415	2 132	1 238	3 309	3 248
Caballa	10 532	22 367	30 135	185	14 805	3 119	12 427	18 500	1 474	56 686
Cabrilla	-	-	48	-	0	-	-	-	2	-
Congrio	1	22	32	3	9	31	28	-	1	6
Jurel	28 237	25 784	11 240	308	83 977	64 454	16 575	22 306	801	1 034
Lisa	12	5	16	20	100	277	117	155	106	15
Lorna	3	1	-	2	-	-	-	-	-	-
Merluza	9 272	9 290	10 965	8 972	9 559	8 554	15 790	13 048	10 529	9 734
Sardina	17	-	22	3	-	2	-	-	-	-
Tollo	1	3	10	10	18	56	0	23	-	-
Tiburón	62	47	143	465	287	85	245	534	1 116	851
Otros pescados	14 735	17 440	19 380	19 497	24 130	25 588	20 758	24 759	25 918	23 479
Mariscos	205 771	235 255	180 189	190 761	223 233	278 049	273 997	308 331	284 375	174 891
Calamar	9 011	2 628	8 311	1 228	238	10 730	9 258	5 421	12 799	2 898
Caracol	266	458	193	6	6	27	79	1 243	22	15
Concha de abanico ^{1/}	4 087	4 542	7 545	10 320	6 164	7 669	12 543	8 340	5 530	2 765
Langostino ^{1/}	9 791	9 465	8 800	10 630	5 636	17 045	12 279	15 810	30 377	17 662
Pota	175 896	213 671	155 103	166 723	209 301	241 749	239 088	276 529	232 961	148 332
Otros mariscos	6 720	4 491	237	1 854	1 888	829	749	989	2 686	3 218
Equinodermos	47	38	15	10	11	28	25	40	49	46

^{1/} Incluye lo procedente de la actividad de acuicultura
Fuente: Empresas Pesqueras.

Anexo 3. Error tipo I y tipo II [19].

Decisión basada en la muestra	Verdad acerca de la población	
	H_0 es verdadera	H_0 es falsa
No rechazar H_0	Decisión correcta (probabilidad = $1 - \alpha$)	Error tipo II - no rechazar H_0 cuando es falsa (probabilidad = β)
Rechazar H_0	Error tipo I - rechazar H_0 cuando es verdadera (probabilidad = α)	Decisión correcta (probabilidad = $1 - \beta$)

Anexo 4. Selección de pruebas a) paramétricas y b) no paramétricas.

a)

Distribución Normal				
Y				
Continua	T1	T2	Igualdad de varianza* Anova	Correlacion/pearson
Discreta	Ch2			Regresion logistica
	1	2	3 a 30	X
	Discreta			Continua

b)

Distribución No Normal				
No Normal				
Y				
Continua	Signos	Man Whitney	Kruskal wallis	Correlacion/ Spearman
Discreta	Ch2			Regresion logistica
	1	2	3 a 30	X
	Discreta			Continua

Anexo 5. Coeficiente de correlación de Pearson/Spearman [58].

Valor del coeficiente	Magnitud
0	Nula
$0 < r < 0.20$	Baja
$0.20 < r < 0.40$	Moderada
$0.40 < r < 0.60$	Sustancial
$0.60 < r < 0.80$	Alta
$0.80 < r < 1.00$	Muy alta
1	Perfecta

Anexo 6. Mercado de la Pota y su potencialidad.

Productos básicos	Presentación	Uso	Destino
Filetes Aletas	Fresco congelado o precocido	Conservas, snacks	China, Japón, Corea y España
Tentáculos Nuca/cuello	Fresco congelado	Productos de primera escala	Tailandia
Vísceras y desperdicios	Fresco congelado	Harina de calamar	Japón y Corea

Fuente: Federación de Integración y Unificación de los Pescadores Artesanales del Perú.

Anexo 7. Proceso Masivo de Reclutamiento y Selección

