



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Mejora de procesos en la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos Pisco 2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

Campos Zegarra, Ricardo César (ORCID: [0000-0002-0138-5008](https://orcid.org/0000-0002-0138-5008))

ASESOR:

Dr. Díaz Dumont, Jorge Rafael (PhD) (ORCID: [000000030921338X](https://orcid.org/000000030921338X))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mi madre Arianna Ysabel Magaly Zegarra Alegre por compartir su vida conmigo y aquellos momentos que me han enseñado a ser una persona con principios y valores.

A mi esposa Yhaniré Vanessa Navarro Ramírez por el apoyo incondicional durante el transcurso de mi carrera y por darme una familia que es el motor de mi vida y mis logros.

A mis hermanos Emilio y Óscar por ser el ejemplo que tengo para continuar con mis metas y por compartir los momentos bellos junto a mí.

AGRADECIMIENTO

A mi madre, esposa, hijos y hermanos por todo el apoyo que siempre me brindan y seguirán brindándome. A mi asesor Dumont Díaz, Jorge, por ser el guía para el desarrollo de la tesis en mejorar de proceso.

y amigos, por su apoyo, comprensión y cariño.

Índice de contenido

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
RESUMEN	9
ABSTRAC	10
I. INTRODUCCIÓN	11
II. MARCO TEÓRICO	17
III. METODOLOGÍA	32
3.1. Tipo y diseño de la investigación	33
3.2. Variable y operacionalización	34
3.3. Población y muestra	36
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
3.5. Procedimientos	38
3.6. Métodos de análisis de datos	80
3.7. Aspectos éticos	81
IV. RESULTADOS	82
V. DISCUSIÓN	89
VI. CONCLUSIONES	92
VII. RECOMENDACIONES	94
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS	96
ANEXOS	103

Índice de tablas

Tabla 1.....	Relación de validadores	37
Tabla 2.....	Situación actual del indicador de calidad de harina.....	59
Tabla 3.....	Interpretación del índice de capacidad potencial del proceso Cp 61	
Tabla 4.....	Matriz de causa solución.....	63
Tabla 5.....	Matriz de causa herramienta.....	64
Tabla 6.....	Cronograma de implementación de las mejoras propuestas	64
Tabla 7.....	Índice de calidad de harina de pescado en el escenario propuesto	77
Tabla 8.....	Financiamiento de La implementación	79
Tabla 9.....	Análisis financiero	80
Tabla 10.....	Regla de decisión.....	85

Índice de figuras

Figura 1.Ubicación de puertos en Perú.	39
Figura 2. Organigrama de una planta de elaboración de harina de pescado.	40
Figura 3. Diagrama de flujo de la elaboración de harina de pescado.	41
Figura 4. Diagrama de flujo de la elaboración de aceite de pescado.	50
Figura 5. Diagrama de flujo de la tratamiento de efluentes.	54
Figura 6. Índice de calidad de harina de pescado en el escenario actual.	60
Figura 7. Estadísticas básica de la calidad de harina de pescado	60
Figura 8. Diagrama de cajas y bigotes del índice de calidad de harina.	60
Figura 9. ...Diagrama lineal del índice de calidad de harina de pescado escenario actual.	61
Figura 10. Sistema de automatización en celda DAF.	65
Figura 11. Implementación de cocina N° 2. 65	
Figura 12. Overhaul de prensa N° 3. 66	
Figura 13. capacitación y entrenamiento al operador.	66
Figura 14. Información de factores para cálculo del DoE.	67
Figura 15. Parámetros de grasa en el producto terminado.	67
Figura 16. Modelo ideal de trabajo en los materiales de ingreso al flujo del proceso productivo.	68

Figura 17.....	Aplicación del modelo 1 en el balance de masa.....	69
Figura 18.....	Configuraciones de contenidos grasos en los materiales de ingreso al flujo del proceso productivo.....	70
Figura 19.....	Análisis de capacidad prensas situación actual.....	71
Figura 20.....	Análisis de capacidad de prensado propuesto.....	72
Figura 21.....	Análisis descriptivo del prensado propuesto.....	72
Figura 22.....	Análisis de capacidad de concentrado situación actual.....	73
Figura 23.....	Análisis de capacidad de concentrado propuesto.....	74
Figura 24.....	Análisis descriptivo del concentrado propuesto.....	74
Figura 25.....	Índice de capacidad de celdas de flotación situación actual.....	75
Figura 26.....	Análisis de capacidad celdas de flotación propuesto.....	76
Figura 27.....	Análisis descriptivo de celdas de flotación propuesto.....	76
Figura 28.....	Índice de calidad de harina de pescado en el escenario de mejora.....	77
Figura 29.....	Análisis descriptivo del índice de calidad de harina de pescado en el escenario de mejora.....	78
Figura 30.....	Diagrama de cajas y bigotes del índice de calidad de harina en el escenario propuesto.....	78
Figura 31.....	Diagrama lineal del índice de calidad de harina de pescado en el escenario actual.....	79
Figura 32.....	Comparación de calidad de producto.....	83
Figura 33.....	Comparación de la dimensión calidad de producto.....	84

Figura 34.....	Prueba de normalidad escenario actual	85
Figura 35.....	Prueba de normalidad escenario propuesto.....	86
Figura 36.....	Índice de calidad de harina de pescado actual y propuesto.....	87
Figura 37.....	Análisis Wilcoxon de la dimensión calidad de producto en el escenario propuesto.....	87

RESUMEN

La presente investigación titulada “MEJORA DE PROCESOS EN LA CALIDAD DE HARINA DE PESCADO EN PLANTAS DE PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS PISCO 2021”. Tuvo como objetivo general el determinar como la mejora de procesos incrementa la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos, Pisco 2021. Siendo la población estudiada la producción de harina de pescado del año 2020, correspondiente a la primera y segunda temporada de pesca, teniendo como variable independiente; Mejora de procesos, y variable dependiente; la Calidad. El presente estudio se abordó en un enfoque cuantitativo de investigación, diseño cuasi experimental y nivel explicativo; los instrumentos abordados para medir la variable dependiente, que es la Calidad, fueron las fórmulas validadas por el juicio de expertos relacionadas con el Índice de calidad de harina de pescado, cuyos resultados se presentan en tablas y gráficos. En el desarrollo de la tesis se logró demostrar lo relacionado al objetivo específico, evidenciándose en el análisis de WILCOXON el mismo que presentó un $p_valor = 0.002$ al 95% de confianza, rechazándose la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna indicando que la mediana del índice de calidad de harina de pescado en el escenario propuesto es mayor a la mediana del índice de calidad de harina de pescado en el escenario actual, por ende: La mejora de procesos incrementa la calidad de producto respecto al índice de calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021. Así mismo se logró demostrar lo relacionado al objetivo general, indicando que la mejora de procesos incrementa la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021, evidenciándose en el incremento del indicador calculado en el escenario actual versus el escenario propuesto, observando la variación de medianas de 42.81% a 93.52% y la media de 44.89% a 82.44% respectivamente, de esta manera se puede concluir que la propuesta formulada brinda una positiva contribución para el incremento del índice de calidad de harina de pescado.

Palabras claves: Mejora de procesos, calidad, índice de capacidad.

ABSTRACT

The present investigation entitled "IMPROVEMENT OF PROCESSES IN THE QUALITY OF FISH MEAL IN PROCESSING PLANTS OF HYDROBIOLOGICAL PRODUCTS PISCO 2021". Its general objective was to determine how the improvement of processes increases the quality of fishmeal in processing plants of hydrobiological products, Pisco 2021. The population studied being the production of fishmeal in 2020, corresponding to the first and second seasons fishing, having as an independent variable; Process improvement, and dependent variable; the quality.

The present study was approached in a quantitative research approach, quasi-experimental design and explanatory level; The instruments used to measure the dependent variable, which is Quality, were the formulas validated by the judgment of experts related to the Fishmeal Quality Index, the results of which are presented in tables and graphs.

The main conclusion implies that: The improvement of processes increases the quality of fishmeal in hydrobiological products processing plants, Pisco 2021.

Keywords: Process improvement, quality, capacity index.

I. INTRODUCCIÓN

A Nivel internacional, Asia es el principal mercado de la harina de pescado, con un 89.2% de importación, seguido por América con un 5.0%, Europa con 4.9% y otros mercados con un 0.9%. Dentro del mercado asiático, China es el principal importador de harina de pescado con un 73% del volumen total producido en Perú. América es el primer productor de harina de pescado con un 41% de la producción mundial, seguidos por Asia con 31%, Europa con 21%, África con 6% y Oceanía con 1%. La producción mundial de harina de pescado para el año 2020 alcanzó un total de 4,855 (Miles de toneladas). En el anexo 1 podemos ver la producción mundial por continente de la harina de pescado.

Perú es el primer productor de harina de pescado a nivel mundial con un 22.7%, seguidos por Chile con 7.6%, Estados Unidos con 5.3%, México con 2.4%, Ecuador con 1.6% y Canadá con 1.3%. En el anexo 2 podemos ver la producción de harina de pescado por cada país de América. De acuerdo al IPE (Instituto Peruano de Economía) el sector pesquero industrial genera 3,300 millones de dólares en divisa, representando un 7% de las exportaciones totales en el Perú, en donde se incluye a negocios de consumo humano directo e indirecto. En el 2020 la SNP (Sociedad Nacional de Pesquería) informó que, según un reciente informe elaborado por Apoyo Consultoría, el 1.5% del PBI es generado por la extracción e industria pesquera en el Perú.

La harina de pescado alcanzó su pico más alto en precio en el año 2015 con 1658.00 dólares por tonelada, disminuyendo en el 2020 hasta 1368.70 dólares por tonelada. Esta disminución del precio de la harina está obligando a los productores a identificar mejoras en los procesos que permita incrementar el rendimiento de la especie y tener menores costos operativos que permitan ser sostenibles en el tiempo. En el anexo 3 podemos ver la evolución del precio de la harina de pescado desde el año 1980 al 2020.

A nivel nacional la harina de pescado se clasifica en súper prime, prime y estándar, siendo las calidades súper prima más prime, las calidades de mayor valor en el mercado, solo diferenciándose por 100 dólares. El Perú es un país con un 3,080 km de litoral costero y una soberanía de 200 millas, haciendo un total de área marítima de 991,353.44 Km² para las actividades pesqueras. Para la actividad pesquera, el litoral se divide en dos (2) zonas, la zona Centro – Norte que abarca desde el extremo norte del dominio marítimo del Perú hasta el paralelo 16° 00'

latitud sur; y la zona Sur que abarca desde el paralelo 16° 00' latitud sur hasta el extremo sur del dominio marítimo del Perú. En la zona Centro – Norte se tiene dos (2) temporadas marcadas respecto a la producción industrial de la harina de pescado, la primera temporada inicia en los meses de abril hasta Julio y la segunda temporada inicia los meses noviembre hasta diciembre. A nivel nacional la harina de pescado tuvo un pico de producción de calidad súper prime más prime en el año 2013 primera temporada, alcanzando un 79.2% de la producción, de ahí en adelante se ha observado altas y bajas en la producción de estas calidades, alcanzando su punto más bajo en el año 2014 primera temporada con un 53.8%, luego incrementado hasta llegar en el 2020 segunda temporada con un 67.8%. En el anexo 4 podemos ver la producción de súper prime más prime desde el año 2013 hasta el 2020.

En Perú, en la zona centro – norte, se tienen diversos puertos pesqueros con la presencia de muchas plantas de producción de harina de pescado, siendo los principales Chicama, Chimbote, Huacho, Callao y Pisco. En la segunda temporada 2020, los puertos agrupados Pisco – Tambo de Mora, obtuvieron la menor cantidad de producción de harina súper prime más prime, siendo el 53.01% de la producción de ambos puertos, mientras que el resto puertos agrupados como Chicama, Malabrigo y Bayovar alcanzaron un 61.94%, Chimbote, Coischo y Samanco alcanzaron un 63.69%, Callao y Chancay un 63.03% y Huacho, Supe y Végueta alcanzaron la mayor cantidad de producción súper primé más prime, con un 75.27%. En el anexo 5 podemos ver la distribución de la producción de las calidades súper prime más prime por puertos agrupados. La harina de pescado tiene valor comercial según tres características químicas, las mismas que determinan su calidad, la primera característica es la proteína, que determina el valor nutricional, la segunda y tercera son el TBVN y la histamina, que determina el valor de frescura de la materia prima utilizada, garantizando que todos los demás componentes sean aptos para el consumo animal. En el anexo 6 se detallan las especificaciones técnicas – comerciales de la harina de pescado.

Debido al alto contenido proteico y vitaminas, las que aportan grandes beneficios en la alimentación de los animales, la harina de pescado es empleada en la alimentación animal, como materia prima para la elaboración de piensos o alimentos balanceados. Estos piensos deben ser consumidos en cantidades

prudentes en los preparados para cada tipo de animal y con su utilización frecuente logra, de manera rápida y eficaz, el crecimiento de los animales. Así mismo se debe mencionar que las vitaminas de la harina de pescado logran que los animales generen inmunidad a varias enfermedades y que la composición de su carne obtenga grandes beneficios. (CARRIÓN & CORNEJO, 2015a)

Es por ello que las empresas productoras de harina de pescado buscan incrementar el contenido proteico de su harina de pescado, con la finalidad de darle mayor valor comercial al producto final, sin descuidar el grado de frescura de la materia prima empleada.

En este contexto local el estudio busca aumentar el porcentaje de la calidad de harina, disminuyendo el contenido graso y, como consecuencia, incrementar la proteína, evitando que lotes de harina con contenido graso por encima de 9% y proteína por debajo de 67% de proteína sean catalogados como harina estándar para el sector.

La matriz de correlación (Anexo 7) nos ayuda a identificar como cada componente de la harina de pescado influye sobre los demás. Para el caso de la correlación de Pearson de entre la proteína y la grasa, se tiene un -0.53 , indicando que existe una fuerte relación inversamente proporcional, a mayor contenido graso, menor contenido proteico. Para el caso de la correlación de Pearson de entre la proteína y la ceniza, se tiene un -0.41 , indicando que existe una moderada relación inversamente proporcional. Para el caso de la correlación de Pearson de entre la proteína y la humedad, se tiene un -0.35 , indicando que existe una baja relación inversamente proporcional.

Por medio de la matriz Vester (Anexo 8) se identificó como cada una de las causas influyen en las demás, se asignaron puntuaciones que permitieron categorizar cada una de las causas para luego elaborar el diagrama de Pareto.

Se elaboró un primer diagrama de Pareto (Anexo 9), de la harina calidad estándar, con la finalidad de determinar cuál de las características químicas, que determinan la calidad, es la que tiene mayor impacto en la harina estándar; sobre ésta característica de mayor desviación identificada se realiza el análisis de causa efecto a través de un diagrama de Ishikawa (Anexo 10), para luego determinar, con un diagrama de Pareto, las causas de mayor impacto sobre la harina desviada por contenido proteico $< 67\%$.

Utilizando el diagrama de causa y efecto se elaboró diagrama de Pareto (Anexo 11), se identifica las causas que mayor impactan en la calidad de harina de pescado, se puede observar que un total de 17 causas principales generan el 80% de problemas en la producción de harina de pescado, impactando en la calidad final de harina. Las de mayor impacto son la grasa en efluentes DAF > 0.2% con un 7% de impacto; grasa lodo deshidratado > 6%, grasa agua de bombeo > 3%, grasa en torta de prensa > 4% y deficiente cocción de pescado con un 6% de impacto por cada una; operador no entrenado, grasa en agua de cola > 0.5%, relación agua / pescado < 1:1 y caída de tensión con un 5% impacto por cada una; caída de presión de vapor, destrozado en materia prima > 5%, exceso de carga de pesca de embarcación pesquera, planta sub dimensionada y equipos PAMA sub dimensionados con un 4% de impacto por cada una; falta de manómetros, instrumentos no verificados y exceso de pesca con un 3% de impacto por cada una. La frecuencia acumulada de estas 17 causas suma 81%. Las que tienen menor impacto suman un total de 19%, siendo un total de 9 causas. Con la data obtenida y mediante un diagrama de estratificación se realizó la evaluación de las categorías, identificando cuales tienen mayor impacto sobre la calidad de harina de pescado. En el diagrama de estratificación (Anexo 12), se puede identificar que la categoría de mayor impacto es los “materiales” con un 39.34% de impacto, seguido por las “máquinas” con un 20.78%, “métodos” con un 14.96% de impacto, “mediciones” con un 12.45%, “mano de obra” con un 7.48% y “medio ambiente” con un 4.99% de impacto sobre el proceso.

En este contexto la investigación formula el siguiente problema general, ¿De qué manera la mejora de proceso incrementa la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos Pisco 2021?, así mismo se formulan el siguiente problema ¿Cómo la mejora de procesos incrementa la calidad de producto respecto al Índice de calidad de harina de pescado de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021?

La investigación se justifica teóricamente en que la definición (conceptual y operacional) de cada una de las variables (dependiente e independiente), dimensiones (prensado, concentrado de solubles, recuperación de sólidos del agua de bombeo y calidad de producto) e indicadores de medición, podrán ser material

de referencia o antecedentes para entender la mejora de procesos en un contexto de incremento de calidad. En este contexto la presente investigación tiene como finalidad la búsqueda y propuesta de soluciones ante problemas identificados en una planta de procesamiento de productos hidrobiológicos Pisco 2021, aplicando las metodologías y/o técnicas estudiadas y comprendidas durante la carrera de ingeniería industrial.

La justificación económica no es más la evaluación de la factibilidad del proyecto, dicho esto y enfocado a la presente investigación, la aplicación de la mejora de procesos en la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos Pisco 2021, resultará en una mejora de la calidad de harina de pescado, incrementando el precio del producto terminado y por ende la rentabilidad del negocio.

El presente trabajo de investigación formula un objetivo general: Determinar como la mejora de procesos incrementa la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021, también se formula el siguiente objetivo específico: Determinar como la mejora de procesos incrementa la calidad de producto respecto al índice de calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021.

La presente investigación plantea la hipótesis general: La mejora de proceso impacta en la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos Pisco 2021, a su vez se plantea la hipótesis específica: La mejora de procesos incrementa el índice de calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos Pisco 2021. En el anexo 15, se presenta la matriz de coherencia.

II. MARCO TEÓRICO

PULIDO y otros (2020a) en su tesis sobre la “Mejora de procesos de producción a través de la gestión de riesgos y herramientas estadísticas”. El objetivo de la investigación fue plantear una metodología que permita reducir o prevenir los productos no conformes en la línea de producción. La investigación fue propositiva cuya población corresponde a la producción en cajas de yogurt purepack del sub proceso de envasado, con un tamaño de muestra 54 cajas por 25 subgrupos, el valor n (muestra) pertenece a los lotes de apilamiento de las cajas de yogurt. Los resultados de la tesis nos indican que la aplicación de la estadística y un buen análisis de causa – raíz, mejora en los procesos productivos, además de indicar que la estadística ejerce una influencia muy marcada en la calidad, la misma que es utilizada para soportar las operaciones de los sistemas de producción, así como el cumplimiento de las especificaciones del producto. Las herramientas estadísticas más utilizadas para apoyar las operaciones son: La hoja de control, el histograma, el diagrama de Pareto, el diagrama causa y efecto, el análisis por estratificación, el diagrama de dispersión y los gráficos de control. Esta tesis concluyó en que la combinación de las herramientas estadísticas y normas internacionales de gestión de riesgos pueden convertirse en una herramienta potente permitiendo identificar, tratar mitigar y monitorear las causas de desviaciones de especificaciones de productos; además, PULIDO y otros (2020b) indican que:

La competitividad es actualmente el gran reto que enfrentan las organizaciones. La mejora continua en los procesos y productos se constituye como la clave para alcanzarla. Dentro de esta mejora continua, la calidad es sin duda pieza fundamental para satisfacer las expectativas de los clientes, de ahí que a través del tiempo las compañías busquen mecanismos para garantizarla y evitar productos defectuosos que se traduzcan en cuantiosas pérdidas, no solo a nivel financiero sino de imagen frente a los clientes.

PULIDO y otros (2020c), nos dice que el diagrama de Pareto es una representación gráfica que nos permite priorizar las causas de los defectos a través de la técnica 80/20, así mismo reconocer si ella es crítica para la producción. Para nuestro estudio tenemos identificadas 16 causas principales que generan la harina estándar

CABRERA y otros (2018a), en su tesis sobre la “Modelo para la mejora de procesos en contribución a la integración de sistemas”. El objetivo de la investigación propone presentar un modelo y su procedimiento de implementación para la gestión y mejora de los procesos con contribución a la integración de sistemas normalizados en las cementeras cubanas. En la investigación se empleó un metodología exploratoria, cualitativa y descriptiva, cuya población corresponde a 70 expertos seleccionados de universidades, centro de investigación y del sector productivo y una muestra de 18 expertos, quienes evaluarán las metodologías de mejoras colectadas en la literatura consultada. El resultado de la tesis fue la obtención del modelo y procedimiento para la gestión y mejora de los procesos en las cementeras cubanas. La investigación concluyó que un procedimiento de mejora debe ser diseñado de acuerdo a la necesidad del proceso, con metodología de mejora continua y tomar consideración obtener aportes de los distintos sistemas importantes en la organización, además de indicar que respecto a la forma de realizar la mejora continua en las organizaciones, se tienen muchos puntos en común como, por ejemplo, la segmentación del proceso de mejora por fases, etapas y pasos, el comienzo con una fase de diagnóstico seguido de la preparación, implementación y seguimiento de la mejora.

MONTAÑO y otros (2018), en su tesis sobre los “Métodos de trabajo para mejorar la competitividad del sistema de uva de mesa sonoreense”. El objetivo de la investigación fue analizar los métodos de trabajo que inciden en la productividad del sistema de producción de uva de mesa sonoreense. La investigación fue propositiva. La población del estudio corresponde a los jornaleros con una muestra de 12 jornaleros a los cuales se les clasificó en sujeto 1, 2, 3, 4 y 5 considerando para la sub división su género, edad, años de experiencia y procedencia. Los resultados de la investigación demuestran que existen diferencias en el tiempo utilizado por los trabajadores como en las habilidades y la técnica de empaque aplicada. Esta investigación concluyó que el estudio de los métodos de trabajo incrementa favorablemente la productividad y el nivel de ingreso en los trabajadores.

PEÑA & FELIZZOLA (2020), en su tesis sobre la “Optimización de la capacidad de producción en una empresa de alimentos usando simulación de eventos discretos”. El objetivo de la investigación fue evaluar la productividad y eficiencia de una empresa de alimentos. La investigación fue propositiva, cuya población corresponde a las tortillas producidas, con una muestra igual a la producción. El resultado indica que el mejor resultados se obtienen de la reprogramación de la producción la que detalla un incremento de throughput del 38%, 9.57 y 56.62 para las tortillas de maíz, tortillas de promasa y tortillas de harina de trigo respectivamente. Esta tesis concluyo que, se aumentó el porcentaje de utilización reduciendo el porcentaje de tiempo de espera en las operaciones, incrementando la eficiencia mediante el incremento de la capacidad de proceso.

HERNÁNDEZ & DA SILVA (2015a) en su tesis sobre la “Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad”. El objetivo de la investigación fue la utilización del CEP para la evaluación de la mejora de procesos para la obtención de un producto sanitario. La investigación fue propositiva, cuya población corresponde a la los productos de limpieza eficaces y de calidad y una muestra de 100 muestras tanto en la primera fase como en la segunda fase. El resultados demostró que un proceso está bajo control cuando los resultados se encuentran dentro de los límites establecidos para el control además demostró que un proceso puede estar bajo control pero también puede estar lejos de las condiciones óptimas. Esta tesis concluyó que, cuando no se aplica un control riguroso y constante en el control de proceso productivo los índice de capacidad incrementan dando como resultado la disminución de defectos en el producto terminado.

Así mismo HERNÁNDEZ & DA SILVA (2015b), nos dicen que el índice de capacidad es una función adimensional de la media poblacional (μ), la desviación estándar (σ) y de la especificación del proceso (Límite de especificación superior, media centrada en el valor nominal y límite de especificación inferior), que se desarrollan con la finalidad de brindar una forma sencilla y común de medir el desempeño de un proceso. Para el presente estudio, la mejora de procesos, es el cálculo correspondiente a la aplicación de fórmulas para la determinación del índice capacidad de proceso en los flujos de ingreso al proceso de harina de pescado.

SÁNCHEZ y otro (2014) en su tesis sobre el “Análisis del proceso productivo de una empresa de confecciones: modelación y simulación”. El objetivo de la investigación fue desarrollar un modelo del sistema real con el programa Arena para incrementar la productividad. La investigación fue propositiva, cuya población corresponde a las unidades de camisas producidas en una semana y la muestra corresponde a la misma cantidad de la población. Los resultados de modelamiento indica que al incrementar la capacidad de producción de las máquinas con mayor retraso, se incrementa la producción de camisas, pasando de producir 432 camisas por semana a producir 480 camisas por semana. La tesis concluyo que existen demoras en proceso productivo generadas por el uso indebido de la maquinaria, solucionando ellas se incrementó el 10% la productividad.

POLANIA (2019) en su tesis sobre “Realizar un análisis de control de capacidad en líneas de productos de la empresa manufacturera – Cali”. El objetivo de la investigación fue analizar la capacidad del proceso de llenado con la finalidad de evaluar el desempeño del proceso, para luego identificar y analizar las causas que influyen en el proceso de llenado y los sobrecostos que estos generan. La investigación fue propositiva, cuya población comprende los productos producidos por una empresa manufacturera con una muestra al 95% de confianza 100 unidades. El resultados indicó que la compañía tiene bajo control el proceso de llenado de la línea 3, las demás líneas no cumplen con los requerimientos mínimos de calidad, así mismo se requieren modificaciones serias en el proceso productivo. Esta tesis concluyó que, es de vital importancia tener todos los procesos, funciones e información de la organización documentada, estandarizada y eficientemente funcional, así mismo la aplicación de las mejoras detectadas en el trabajo de investigación, contribuirían al ajuste significativo de la capacidad de proceso de las líneas de producción.

BENZAQUEN (2018) en su artículo “La ISO 9001 y la administración de la calidad total en las empresas peruanas”. El objetivo del artículo es realizar una comparación de desempeño de empresas peruanas con certificación ISO 9001 y aquellas que no cuenta con la misma, con la finalidad de evaluar el impacto de este sistema en

la administración de la calidad total. La metodología es propositiva, cuya población comprende a 7924 empresas con una muestra de 211 empresas certificadas y no certificadas en el sistema ISO 9001. nos menciona que la calidad está asociada a la excelencia en el producto final. Los resultados indican que se obtuvieron diferencias estadísticas significativas en los nueve factores entre las empresas certificadas y no certificadas, así mismo se determinó que la media de los nueve factores para empresas certificadas es de 3.91, mientras que para empresas no certificadas corresponde un 2.55. La investigación concluye que las empresas certificadas en ISO 9001 presentan mejor desempeño en los nueve factores TQM. La investigación concluye que

MEJÍA (2016a) en su tesis sobre “Propuesta de mejora del proceso de producción en una empresa que produce y comercializa microformas con valor legal”, cuyo objetivo fue proponer una mejora para optimizar los procesos, reducir y/o eliminar costos y actividades que limitan el eficiente desempeño del área de producción y bajo un enfoque propositivo, la población corresponde a la producción de libros por turno, la muestra también corresponde a la cantidad de libros producidos en un turno. Los resultados indican que, luego del modelamiento de la propuestas la producción se de 394 libros por turno con 131 haciendo una producción de 3 libros por operador por turno, hasta operadores hasta 626 libro por turno con 116 operadores haciendo un total de 5 libros por operador por turno. La tesis concluye que, la aplicación de gráficos del balance de línea y el estudio de la capacidad (CP) permiten conocer la eficiencia de la línea de producción y, la gestión de capacidad del proceso productivo permite la mejorar de la programación de recursos durante los turnos de trabajo.

MEJÍA (2016b), indica que la productividad mide cuán capaz es un proceso producir determinados bienes, así, incrementando la capacidad del proceso se obtienen mejores resultados

MEJÍA (2016c), indica que la productividad está estrechamente ligada con los desperdicios del proceso, las mismas que generan una pérdida de tiempo en la reparación y/o corrección o correcciones y que no solamente no agrega valor, sino que un efecto de pérdida de tiempo consume más recursos de la compañía.

CANALES y otros (2017a) en su tesis sobre “Planeamiento Estratégico para la Industria de Harina y Aceite de Pescado del Perú”, cuyo objetivo fue incrementar las ventas, mejorando la eficiencia de los procesos productivos para impactar positivamente en la rentabilidad y en las oportunidades de empleo para la mano de obra directa e indirecta en el país, bajo un enfoque propositivo, con una población que corresponde a la producción de harina de pescado del año 2016, siendo la muestra la misma población. El resultado de la tesis presenta un listado de conclusiones y recomendaciones que se centran en la generación de valor en la industria a través del aprovechamiento de una nueva especie marina llamada vicinquerria, tanto en el proceso productivo como en la incursión de nuevos mercados, permitiendo la continuidad de las operaciones permitiendo a la compañía ser rentable, sostenible y socialmente responsable. La tesis concluye que el Perú está ubicado y tiene una ubicación estratégica para la actividad e industria pesquera, recursos hidrobiológicos en abundancia y dentro de los cuales se encuentra la anchoveta, el recurso que actualmente se encuentra autorizado por el PRODUCE para producir la harina y aceite de pescado para consumo humano indirecto, así mismo detalla que es de importancia poner énfasis en el desarrollo de los nuevos productos y desarrollo de nuevos mercados.

Así mismo CANALES y otros (2017b) en su tesis sobre “Planeamiento Estratégico para la Industria de Harina y Aceite de Pescado del Perú”, nos dice que, es necesario que la industria de harina y aceite de pescado cumplan con la captura de la cuota asignada, de esa manera se asegurará la continuidad de sus actividades en los próximos años, genere mayores ventas que impacten de forma positiva en el PBI nacional y con ello se beneficie, no sólo a la industria, sino toda la sociedad en su conjunto con la generación de nuevos puestos de trabajo tanto de forma directa como indirecta.

CAMARENA & ARMEBIANCHI (2019), en su tesis sobre “Factores determinantes que impactaron en la evolución de las exportaciones de la harina de pescado con partida arancelaria 2301.20.11.00, hacia el mercado de la República Popular China, en el marco del tratado de libre comercio Perú-República Popular China en el período 2012-2017”, cuyo objetivo fue realizar un análisis de los factores que impactaron en las exportaciones de la Harina de hacia China en el periodo en

mención en el título de la tesis, bajo un enfoque propositivo, cuya población para el estudio está conformada desde los pescadores, empresas, instituciones relacionadas al negocio y organismos del estado y la muestra estará constituida por los actores claves del sector como ejecutivos y gerentes comerciales de las empresas líderes en el mercado de harina de pescado (TASA, AUSTRAL Y COPEINCA). Los resultados indican que los factores de mayor relevancia para el impacto en la evolución de las exportaciones a China son disponibilidad de materia prima, tratado de libre comercio y las condiciones del mercado. La tesis concluye que el factor que afecta la evolución de las exportaciones a China es el cambio climático, ya que ellos son un determinante para la captura de la especie principal para la elaboración de la harina de pescado, así mismo concluye que el cumplimiento al DL (Decreto Legislativo) 1084 que establece los límites de captura por embarcación, es de vital importancia para la sostenibilidad del recurso y del sector, también que la desgravación de la partida arancelaria fomentó las exportaciones hacia China y que el incremento de las exportaciones a China en el 2017 se originó por la alta demanda de la harina de pescado a raíz del incremento de las actividades acuícolas en el país de destino.

MEDINA y otros (2019), en su artículo "Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo". Cuyo objetivo fue lograr el enfoque al cliente, el alineamiento estratégico y la mejora continua. El artículo es propositivo con una población y muestra constituida por 80 procedimientos de mejora y 40 empresas de manufactura y servicio. El resultado de la investigación nos indica que para la aplicación del procedimiento propuesto "mejora de procesos" se deben considerar la existencia del compromiso por la alta dirección, sustentado en el trabajo en equipo involucrando a expertos con capacidad de aporte y toma de decisiones. La conclusión de la investigación indica que la propuesta incorpora un conjunto de herramientas que dan valor científico, además de incluir un manejo del tiempo eficiente, participación activa, aprendizaje y compromiso con las soluciones dadas. Además nos dice que eliminar los defectos, la mejora y la reducción de tiempos en la entrega de los productos, son factores importantes y vitales en una organización, sin embargo, para lograr ese objetivo, es necesario entender, para luego cambiar

los procesos donde se originan las desviaciones, bajo satisfacción o el bajo ritmo de producción.

SALAZAR & FERMÍN (2017), en su artículo “Un índice de capacidad de procesos para distribuciones multivariadas no normales de variables correlacionadas y no correlacionadas”. Cuyo objetivo fue plantear la elaboración de un índice de capacidad que funcione para los casos de distribución normal y no normal. La metodología fue propositiva, con una población y muestra constituida por 10, 20, 50, 100, 1000 y 10,000 unidades producidas. Respecto a los resultados, no se pudo demostrar que aplicando un solo modelo índice de capacidad se va a obtener el mismo valor, puesto que va a depender del tipo de distribución a la que va a pertenecer los datos. La tesis concluye que para cada tipo de distribución debemos de usar el índice de capacidad que plantea el estadístico. Así mismo nos dicen que los estudios de índice de capacidad de proceso (ICP) se han desarrollado en los campos univariado y multivariado. El índice de capacidad de procesos es una estimación numérica de cuán capaz es el equipo o proceso en cumplir con las especificaciones establecidas.

CONTRERAS & MEDINA (2018), en su artículo “Diseño de procesos para reducir tiempo en lista de espera traumatológica no garantizada, Hospital público Chileno”. Cuyo objetivo fue reducir el tiempo de espera de consultas en un hospital público. La metodología fue propositiva, con una población muestra constituida por el personal de SOME de hospital. Los resultados indican que los sistemas informáticos no conversan entre sí, falta de autonomía del hospital para cargar la información en el sistema y otro. El estudio concluye que los rediseños de procesos permiten reducir el tiempo de permanencia de los usuarios en la lista de espera del hospital. Así mismo nos dice que gestionar los procesos a través de flujos definidos nos permite visualizar y analizar el cómo se desarrollan las actividades y mejorar el proceso a través de la atención de las actividades que sí agregan valor al proceso y descartar las que no agregan valor.

VÁSQUEZ (2018), en su tesis “Importancia del diagrama de causa y efecto como herramienta para mejorar la gestión de calidad en la empresa LAAR COURIER”. Cuyo objetivo fue analizar las causas por lo que se producen demoras en la recepción de paquetes. La metodología empleada fue la revisión de bibliografía, investigación de campo y observación, cuya población y muestra de estudio corresponde al tiempo de recepción de paquetería. Los resultados permitieron detectar las diversas causas que originan las demoras en el proceso de recepción de paquetería. Las conclusiones nos dicen que diagrama causa efecto fue una herramienta determinante para identificar los factores humanos, operativos y administrativos que intervienen en la demora del proceso de recepción de paquetería.

RENDÓN y otros (2016), en su artículo “Estadística descriptiva”. Cuyo objetivo fue presentar recomendaciones de como resumir de forma clara y sencilla los resultados de una investigación. El artículo es propositivo, con población y muestra constituida por las tablas y figuras objeto del artículo . El resultado del artículo nos indica las formas de presentar y resumir los datos estadísticamente utilizando gráficas o tablas. El artículo concluye que la estadística descriptiva tiene como objetivo resumir la evidencia encontrada en una investigación de forma sencilla y clara para su interpretación. Así mismo nos dice que el histograma es una representación gráfica, que puede ser construida a partir de una sola variable, sea discreta o continua y que nos ayuda a identificar cual es la frecuencia más importante en la distribución del análisis.

DÍAZ (2017), en su libro “Fundamentos básicos de cálculo de ingeniería química con enfoque e alimentos”. Cuyo objetivo es brindar soporte a los estudiantes o profesionales que se encuentran a cargo de un proceso productivo, detallando la comprensión de los aspectos básicos que guían el procesos de alimentos. Al ser un libro no detalla población, muestra, resultados y/o conclusiones. Este libro indica que un balance de materia o masa, es una técnica o forma que nos ayuda a contabilizar los ingresos y salidas de materiales en todo el flujo del proceso, su aplicación es en aquellos procesos que tienden a sufrir variación cuya finalidad es obtener una producción que satisfaga los requisitos y necesidades del cliente final.

ROY y otros (2019), en su artículo “Correlación: no toda correlación implica causalidad” Cuyo objetivo es brindar conocimientos sobre correlaciones para efectos académicos. La metodología es descriptiva. Al ser un artículo de formación académica no presenta población, muestra y/o resultados. La conclusión indica que las pruebas de correlación son útiles para identificar la tendencia existente entre dos variables. Además nos dice que un diagrama de dispersión se emplea para dos variables (X y Y) con la finalidad de visualizar la correlación entre ambas.

ORTIZ & GONZALES (2018), en su artículo “Control estadístico de procesos en organizaciones del sector servicios”. Cuyo objetivo fue identificar la aplicación de control estadístico de procesos en empresas de servicios. La metodología propositiva, con una población y muestra constituida por los documentales comprendidos entre el 2014 y 2015 ubicados en fuentes confiables en la internet (SciELO, redalyc, ebsco, ebrary, proquest virtualpro). El resultado fue que se identificaron las definiciones relacionadas con el control estadístico de procesos y la aplicación de éstos en compañías de sectores diferentes. La conclusión detalla que el control estadístico de procesos es una herramienta que se puede aplicar en cualquier tipo de sector económico y/o productivo, permitiendo la mejora del desempeño de los procesos e incrementar la satisfacción del cliente. debido nos dicen que el empleo de las gráficas de control está estrechamente ligado con el tipo de data que se va a evaluar, que bien puede ser discretas o continuas. Para nuestro estudio emplearemos las gráficas de control para verificar que los equipos de proceso trabajen dentro del límite de especificación superior e inferior asignados.

Aplicar la mejora de proceso para incrementar la calidad de harina de pescado está estrechamente relacionado debido a que, identificando las corrientes de mayor impacto en el flujo de proceso, se puede determinar recetas de producción, que nos permita realizar una correcta adición al proceso productivo, sin perjudicar la velocidad de proceso e incrementar el rendimiento.

Para nuestro estudio se aplicará en la identificación de las causas que originan el efecto de la harina de calidad estándar por contenido proteico menor a 67%, las mismas que se han agrupado en 6 categorías (6 M) para determinar la relevancia

e impacto de cada categoría en el problema a analizar, así mismo aplicaremos el histograma para poder identificar cuál de las categorías identificadas en el histograma tiene mayor relevancia en el impacto del problema de la harina estándar. También se emplearán diversas herramientas de calidad como los diagramas de flujo, diagrama causa – efecto, diagrama de Pareto, histogramas, diagramas de dispersión y gráficas de control.

El diagrama de flujo (Anexo 14) es una representación gráfica secuencial de las etapas del proceso productivo que identifica todos los ingresos y salidas de cada etapa hasta llegar al producto final. Para nuestro estudio se presenta el diagrama de flujo del proceso de harina de pescado de una planta de elaboración de productos hidrobiológicos, incluye el diagrama de flujo de la elaboración de aceite de pescado y el diagrama de flujo del tratamiento de efluentes, ya que de estos procesos se desprenden sólidos solubles que son adicionados a línea de producción de harina de pescado.

Para nuestro estudio se empleará un balance de materia (Anexo 15), con la finalidad de determinar el impacto de cada una de las variables independientes al proceso productivo y en el producto terminado.

La información recolectada para el análisis de datos, corresponde al año 2020, temporada de pesca I y II de una planta de elaboración de productos hidrobiológicos en Pisco. En el análisis de estratificación se pudo determinar que la principal categoría que impactó en la calidad de harina fue los “materiales” con un 39.34% de impacto, que corresponde a los flujos de ingreso hacia la línea de producción de harina de pescado. Seguido por la categoría “máquinas”, con un 20.78% de impacto, que corresponde a las causas de sub dimensionamiento de planta, falla de equipos y falta o deficiente mantenimiento de estos. En tercer lugar, se encuentra la categoría “métodos” con un 14.96% de impacto, que corresponde a la forma de cómo se realizan las actividades de producción. En cuarto lugar, encontramos a la categoría “mediciones” con un 12.45%, que para nuestro estudio corresponde a los instrumentos con falta de verificación o la falta de ellos en los equipos del proceso productivo. En quinto lugar, encontramos a la categoría “mano

de obra” con un 7.48% que corresponde a la capacitación, expertiz y entrenamiento del operador de producción. Finalmente, y con un 4.99% de impacto, tenemos a la categoría “medio ambiente” que corresponde al exceso de pesca y oleajes anómalos identificados durante la zona surgidos en las temporadas de pesca.

Prensado: EL prensado es una operación física que consta de aplicar presiones para la eliminación o liberación de agua y grasa de la materia prima en producción.

Su forma de medir será la siguiente:

$$CP = \frac{LES-LEI}{6\sigma}$$

CP: índice de Capacidad del prensado

LES: Límite de Especificación Superior

LEI: Límite de Especificación Inferior

σ : Desviación típica

Medición: Semanal

Concentrado de solubles: El concentrado soluble o evaporación de agua de cola, consiste en la concentración de sólidos solubles, mediante la evaporación del agua, para luego concentrar el agua de cola hasta 38 a 40 °Brix, el mismo que debe ser adicionado al proceso para garantizar la recuperación.

Su forma de medir será la siguiente:

$$CP = \frac{LES-LEI}{6\sigma}$$

CP: índice de Capacidad del concentrado

LES: Límite de Especificación Superior

LEI: Límite de Especificación Inferior

σ : Desviación típica

Medición: Semanal

Recuperación de sólidos del agua de bombeo: Es una operación realizada por varios equipos que trabajan en línea; inicia con los filtros o desaguadores rotatorios,

seguidos por los tamices o tromel de 0.3 a 1.0 mm, ambos equipos recuperan los sólidos superiores a 0.3 o 1.0 mm, para que luego, el agua de bombeo, sea tratada en las celdas de flotación de aire disuelto, con la finalidad de recuperar las grasas, continuando con el proceso de recuperación de sólidos en suspensión, que se realiza adicionando un coagulante y floculante.

Su forma de medir será la siguiente:

$$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

CP: índice de Capacidad de la producción de torta ambiental

LES: Límite de Especificación Superior

LEI: Límite de Especificación Inferior

σ : Desviación típica

Medición: Semanal

En la presente investigación, se tiene como variable dependiente a la calidad, que de acuerdo a la NORMA INTERNACIONAL ISO 9000 (2015), la calidad es el cumplimiento de las necesidades y expectativas de los clientes y otras partes interesadas.

LEÓN y otros (2018), nos dice que hoy en día es necesario integrar los procesos con la finalidad de asegurar la calidad del producto, optimizar los recursos y mejorar la comunicación interna y externa de la organización.

CABRERA y otros (2018b), nos dice que la calidad de los productos es un elemento importante en la subsistencia, continuidad y posicionamiento de la empresa. Para nuestro estudio la calidad es el cálculo correspondiente a la aplicación de fórmulas para la determinación del porcentaje de harina súper prime más prime en función a una temporada de pesca.

CARRIÓN & CORNEJO (2015b), nos dice que la harina de pescado sirve como alimento para animales del sector avícola, acuícola, porcino, ganadero y también de animales domésticos. La dimensión que se tiene dentro del estudio de la variable dependiente es una, denominada la calidad del producto.

Su forma de medir será la siguiente:

$$\%C.H = \frac{SP + P}{TR}$$

%C.H: Índice de Calidad de Harina

SP: N° Rumas Súper Prime

P: N° Rumas Prime

TR: Total de Rumas

Medición: Semanal

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto. (LOZADA, 2014, p.34)

La investigación está clasificada como básica, ya que pretende estudiar las variables para dar una solución teórica a un problema en el proceso que tendrá impacto en la calidad de harina de pescado en una planta de elaboración de productos hidrobiológicos, Pisco 2021.

3.1.2. Diseño de la investigación

D. SOUSA y otros (2007) indican que los diseños no experimentales se basan en que el investigador no realiza manipulación de las variables solo aplica la observación en el estado natural o real, las ocurrencias.

La investigación es de diseño no experimental debido a que se va a emplear la observación y fichaje para luego proponer un estado de mejora luego del análisis de los datos.

3.1.3. Enfoque de investigación

CORONA (2016), menciona que un método cuantitativo es cuando el investigador realiza una medición y análisis de las variables, considerando los objetivos definidos y a través de la aplicación de la estadística para determinar las diferencias y relación entre las variables.

Para la investigación, el enfoque aplicado es cuantitativo ya que, mediante la aplicación de la estadística, específicamente el índice de capacidad (CP) se pretende contrastar con las hipótesis planteadas.

3.1.4. Nivel de investigación:

ESPINOZA & HERNÁNDEZ (2015), menciona que una investigación es propositiva cuando busca fomentar una necesidad o vacío y una vez obtenida la información descriptiva buscará una propuesta para identificar problemas, investigarlos, profundizarlos y dar una solución dentro del contexto específico.

La investigación es de nivel propositivo debido a que, utilizando las herramientas de mejora continua e ingeniería, se direcciona a proponer una nueva forma de trabajo, con el objetivo de dar solución al problema identificado, partiendo de la observación y el fichaje de la data a procesar y analizar para luego observar su comportamiento, en el mismo escenario.

3.2. Variable y operacionalización

3.2.1. Variable independiente: Mejora de procesos

Definición conceptual

Un proceso industrial es un conjunto de actividades que se realizan para convertir la materia prima en un producto final” (QUIROA, 2021, p. S/n).

Definición operacional

Cálculo correspondiente a la aplicación de fórmulas para la determinación del índice capacidad de proceso de los flujos de ingreso al proceso de harina de pescado

Dimensiones:

Prensado

El prensado es una operación física que consta de aplicar presiones para la eliminación o liberación de agua y grasa de la materia prima en producción.

Concentrado de solubles

El concentrado soluble o evaporación de agua de cola, consiste en la concentración de sólidos solubles, mediante la evaporación del agua, para luego concentrar el agua de cola hasta 38 a 40 °Brix, el mismo que debe ser adicionado al proceso para garantizar la recuperación

Recuperación de sólidos del agua de bombeo

Es una operación realizada por varios equipos que trabajan en línea; inicia con los filtros o desagüadores rotatorios, seguidos por los tamices o tromel de 0.3 a 1.0 mm, ambos equipos recuperan los sólidos superiores a 0.3 o 1.0 mm, para que luego, el agua de bombeo, sea tratada en las celdas de flotación de aire disuelto, con la finalidad de recuperar las grasas, continuando con el proceso de recuperación de sólidos en suspensión, que se realiza adicionando un coagulante y floculante.

3.2.2. Variable Dependiente: Calidad

Definición conceptual

Grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos" (ISO 9001:2015).

Definición operacional

Cálculo correspondiente a la aplicación de fórmulas para la determinación del porcentaje de harina súper prime más prime en función a una temporada de pesca.

Dimensiones

Calidad de producto

La calidad de producto se refiere al cumplimiento de los requisitos y especificaciones del producto, con la finalidad de satisfacer al cliente.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

VENTURA (2017a), nos dice que la población se define como el conjunto de elementos que presentan características deseadas para un estudio.

La población del presente estudio corresponde a las rumas o lotes de harina de pescado producidas en el año 2020 de la primera y segunda temporada de una planta de procesamiento de productos hidrobiológicos Pisco; siendo la unidad de análisis una ruma o lote de harina de pescado.

3.3.2. Muestra

VENTURA (2017b), define a la muestra como un subconjunto de una población, la misma que se encuentra constituida por unidades de análisis.

No se considera puesto que se trabaja con toda la población.

3.3.3. Muestreo

Para la presente investigación no se realizó muestreo ya que la población y la muestra son iguales.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

PULIDO (2015) menciona que existen dos tipos de recolección de datos la primaria refiere a los datos recolectados de primera mano, mientras que los secundarios se refieren a los datos recopilados tomando como base los datos primarios, así mismo menciona que los datos secundarios, corresponden a información que no fueron producidos explícitamente para los objetivos del estudio, sino que ya existen y son recopilados por el investigador. Así mismo menciona que la observación es un

procedimiento que permite la recolección de datos o información que requiere contemplar sistemática y pausadamente el desarrollo de un suceso.

En la investigación aplicaremos como técnica de recolección de datos a la observación y el fichaje, debido a que, a través de los datos recolectados, se podrá observar el desarrollo del proceso, los mismos que son recolectado en una ficha o registro.

Instrumento

Registro de producción: Registro de resultados de análisis de laboratorio interno y externo, el que se presenta en el Anexo 13.

Validación

Con la finalidad de validar el contenido, los instrumentos se presentaron a un juicio de expertos, la misma que fue firmada por tres docentes colegiados, quienes dan fe la utilización correcta de los instrumentos, dimensiones y variables (Anexo 14), de acuerdo a sus recomendaciones se realizará las correcciones y/o ajustes necesarios.

Tabla 1. *Relación de validadores*

Validador	Grado	Especialidad	Resultado
Jorge Rafael Díaz Dumont	Doctor	Ingeniero Industrial	Aplicable
Jorge Lázaro Franco Medina	Doctor	Ingeniero Industrial	Aplicable
Gustavo Adolfo Montoya Cárdenas	Magister	Ingeniero Industrial	Aplicable

Fuente. elaboración propia.

Confiabilidad

MANTEROLA y otros (2018) indican que un instrumento es confiable cuando las medidas que se realizan con este, reproducen la misma lectura o resultados en distintos escenarios, siempre y cuando se tengan las mismas condiciones.

Para el presente estudio se tienen los datos producidos por una planta de elaboración de productos hidrobiológicos de Pisco, la misma que es empleada para los cálculos de sus rendimientos, eficiencias y distintos indicadores de control; siendo que la confiabilidad es del 100%.

3.5. Procedimientos

3.5.1. Desarrollo de la propuesta

La presente investigación menciona los datos de una empresa pesquera tanto de parte del proceso productivo como los problemas relacionados con la pérdida de calidad en la harina de pescado, en consecuencia se realizó el estudio sobre los tres procesos principales que ingresan al flujo de harina de pescado y que impactan sobre la calidad en el producto terminado, considerando lo identificado en la matriz causa – efecto del anexo 10, los que fueron evaluados en la matriz de correlación (anexo 8), diagrama de Pareto (anexo 11) y diagrama de estratificación (anexo 12), en donde se determinó las causas principales que impactan en el indicador de calidad de harina de pescado, el mismo que llevó a desarrollar la propuesta fundamental complementada con herramientas y métodos de ingeniería para solucionar los problemas hallados.

3.5.2. Situación actual

En el Perú el sector pesquero industrial se ubica dentro de las 4 actividades económicas de mayor ingreso de divisas al país y genera 3, 300 millones de dólares, representando el 7% de las exportaciones totales del Perú en los negocios de productos frescos, refrigerados y productos procesados. El sector pesquero aporta con el 1.5% del PBI.

La harina de pescado es un producto hidrobiológico o también llamado ingrediente alimenticio de no consumo humano directo, el mismo que se emplea en la elaboración de piensos de origen pesquero o acuícola.

En el Perú se tienen grupos pesqueros que producen harina de pescado: Tecnológica de alimento S.A., Austral Group S.A.A., Pesquera Hayduk S.A, Pesquera Diamante S.A., Corporación Pesquera Inca S.A.C., CFG INVESTMENT S.A.C., Pesquera Exalmar S.A. y Pesquera Centinela S.A.C, las que concentran el En el Perú, para garantizar la calidad e inocuidad de la harina de pescado, las corporaciones pesqueras implementan sistemas de gestión de inocuidad (GMP+ B2, FEMAS o SANIPES), cada uno es adoptado por las empresas del sector

pesquero que tienen como destino de sus productos los mercados asiáticos, europeos o latinoamericanos.

Actualmente el puerto pesquero agrupado Pisco – Tambo de Mora se encuentra con la menor distribución de calidad súper prime más prime a comparación de los puertos agrupados del todo el litoral con un 53.01% (Anexo 5); específicamente la planta en estudio cuenta con un 41.37% de calidad de harina súper prime más prime, con una producción total anual de 249 rumas o lotes producidos en el 2020. Algunos lotes se desvían se califican como estándar debido a que la proteína está por debajo de 67%, siendo afectado por la grasa > 9% contenida en el producto terminado, lo que genera una disminución en el precio de \$ 200.00 por tonelada de harina.

3.5.3: Ubicación de la empresa:

Actualmente el sector pesquero tiene representación en casi todos los puertos del Perú, distribuidos a lo largo de la costa peruana, desde tumbes hasta talara hasta Ilo, en donde se desarrollan las actividades industriales para elaboración de productos hidrobiológicos, dentro de ello, la harina de pescado.



Figura 1. Ubicación de puertos en Perú.

Siendo la producción de harina de pescado del puerto de Pisco materia de estudio, se presenta el siguiente organigrama de una empresa del sector pesquero – industrial en el puerto de Pisco.

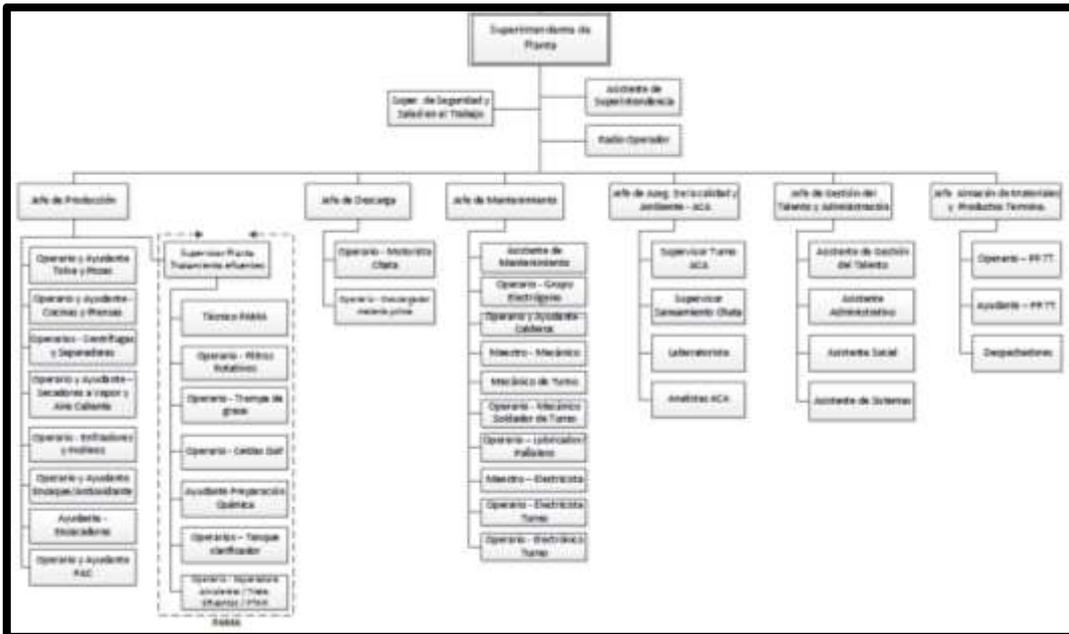


Figura 2. Organigrama de una planta de elaboración de harina de pescado.

Fuente. elaboración propia.

La planta cuenta con un total de 160 trabajadores, bajo la dirección del superintendente de planta. La superintendencia de planta reporta directamente a la gerencia de producción y realiza las coordinaciones con las jefaturas de planta, las jefaturas a su vez coordinan con los supervisores, analistas, asistentes y operadores para llevar a cabo las actividades de producción de harina y aceite de pescado.

3.5.4. Descripción de los proceso

En relación a las operaciones de producción, son realizadas por el área de producción con el soporte de las áreas de mantenimiento, calidad y ambiente, gestión del talento y administración, descarga, seguridad y salud en el trabajo, almacén de materiales y productos terminados.

Para mejor conocimiento y comprensión del proceso de producción, se presentan los diagramas de flujos de elaboración de harina de pescado, aceite de pescado y tratamiento de efluentes y descripciones de las etapas del proceso.

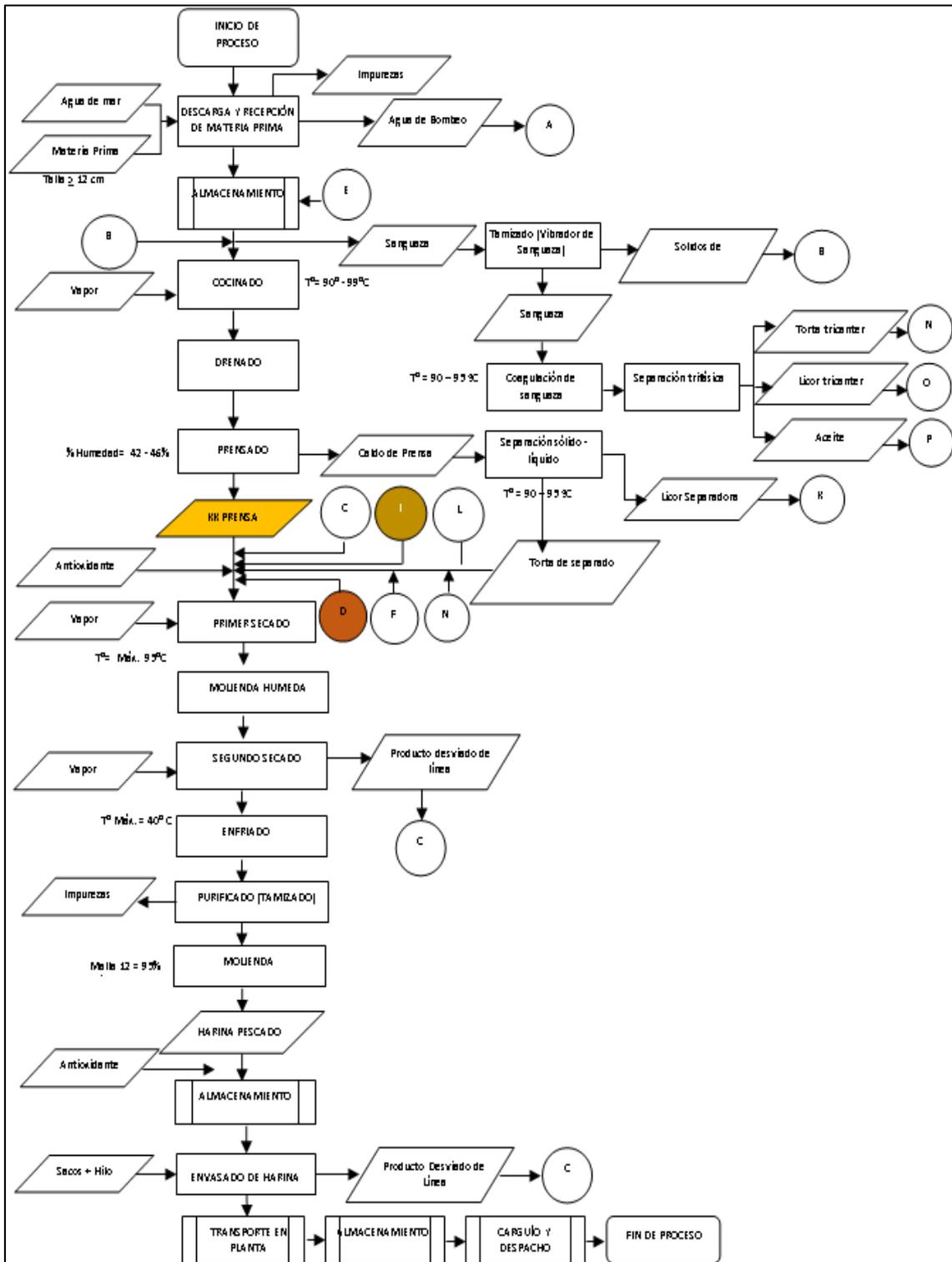


Figura 3. Diagrama de flujo de la elaboración de harina de pescado.

Fuente. elaboración propia.

1. Descarga y Recepción de materia prima

Comprende desde la succión en las bodegas de la embarcación pesquera hasta el distribuidor de tolva de pesaje a pozas. La embarcación se acodera a la chata, luego se introduce el manguerón para trasladar la materia prima, utilizando como medio de transporte el agua de mar a través de tuberías submarinas. Se enciende la bomba de descarga y se transporta el pescado a través de una tubería sumergida en el agua de mar, la cual antes de llegar a la playa sale a superficie y llega en forma aérea hasta la planta descargando el pescado en un filtro rotatorio por cada línea de descarga. En este filtro se separa el agua de mar o agua de bombeo y el pescado cae a una malla transportadora que lo lleva hacia la balanza de pesaje. La materia prima desaguada es pesada en una balanza electrónicas constituida por pre-tolvas y tolva, de capacidad máxima 2 tm, que controla el peso automáticamente, pero de forma de intermitente (batch) programada para pesar 1,500 kg por cada tolvada (batch)

2. Almacenamiento en Pozas

Comprende desde la tolva distribuidora de pesaje hacia las pozas hasta el tolván de cocinas. Las pozas están destinadas para almacenar materia prima con TDC (Tiempo de captura) < 36 horas, (Pesca sin refrigerar) y TBVN menor a 60 mg/100 g, a fin de producir aceite crudo de pescado para consumo humano (CH). El tiempo máximo de permanencia del pescado en las pozas de almacenamiento para la producción de aceite crudo de pescado para consumo humano (CH) será de 36 horas desde su captura y un TBVN no mayor de 60 mg/100 g, antes de ingresar a las cocinas. Si la materia prima almacenada no cumple con lo antes mencionado se procederá a activar el plan de contingencia para cambio de aceite de no consumo humano (NCH). Las pozas se encuentran techadas y enmalladas para impedir el ingreso de vectores contaminantes.

3. Tratamiento de la Sanguaza

Comprende desde la poza colectora de sanguaza, tanque colector de espumas de celdas DAF hasta alimentación de la sanguaza filtrada y coagulada al tanque de caldo de prensa. La sanguaza es filtrada en un tromel y se mezcla con las espumas de las celdas de recuperación ingresan a los intercambiadores de calor donde es coagulada y enviado al tanque de espumas y sanguaza con el objetivo es recuperar los sólidos y aceite contenidos en la sanguaza y espumas de las celdas. La sanguaza coagulada se envía al tricanter para la separación de sólidos que es enviado al proceso de harina de pescado, el aceite es enviado al decantador PAMA para su posterior almacenamiento. toda la sanguaza es recolectada en una poza de concreto impermeabilizado, desde esta poza por medio de una bomba autocebante, de impulsor abierto se envía la sanguaza a un filtro rotativo material de acero inoxidable 2,15 m. de largo y 0,70 \varnothing , para separar los sólidos los cuales se destinan al proceso por medio de un transportador helicoidal juntamente con la materia prima que van hacia los cocinadores. la fase líquida se somete a una coagulación en un intercambiador de calor con aislamiento térmico, donde es recirculada hasta alcanzar la temperatura de 95°C, bajo estas condiciones se produce la coagulación de las proteínas y se rompe la emulsión agua – grasa. Una vez coagulado se mezcla con el caldo de prensa para ser tratado en una tricanter las corrientes obtenidas de: sólidos es mezclada con los sólidos de separadoras, el aceite es derivado al decantador de aceite PAMA y el agua de cola se deriva a la trampa de grasa N° 1.

4. Cocción

Comprende desde la alimentación del pescado en el tolván de cocina hasta la salida de cocina. El objetivo de esta fase es coagular las proteínas, liberar los lípidos de los liposomas y disminuir o eliminar la actividad microbiana. La materia prima almacenada en las pozas se transporta a la tolva de alimentación de los cocinadores. En esta operación el pescado es sometido a cocción mediante vapor directo e indirecto a una temperatura que varía según el estado de la materia prima. Durante una producción continua, cuando no se

cumpla el L.C (Límites críticos) del aceite crudo de pescado para consumo humano (CH) que es ≥ 90 °C se debe realizar el cambio de calidad en forma inmediata considerando el aceite producido como aceite crudo de pescado para no consumo humano (NCH). La cocción se realiza con unas cocinas continuas de vapor directo o indirecto con un tiempo de residencia de 10 a 15 minutos y con parámetros operativos de velocidad de 2 a 7 rpm y presión de vapor de 1 a 6 bar.

5. Drenado (Pre-strainer)

Comprende desde la alimentación del pescado cocinado a los prestainers hasta la salida de los mismos. El drenado es escurrir parte del agua de cocción. La masa de pescado cocinado pasa por unas mallas giratorias perforadas llamadas prestainers (drenadores) para eliminar una fracción del líquido como consecuencia del cocinado que comprende mayormente de agua y grasa (Lípidos liberados) y sólidos en suspensión.

6. Prensado

Comprende desde la alimentación a las prensas hasta el TH (Tornillo helicoidal) distribuidor a secadores de primer secado. El objetivo del prensado es extraer gran parte de la grasa (aceite) y agua de la masa de pescado cocinado. El pescado cocido escurrido (drenado) es sometido a la acción mecánica de prensado a una presión relativamente alta con la finalidad de obtener la torta de prensa con un bajo contenido de grasa y humedad dependiendo de los parámetros manejados en el equipo y de la calidad de la materia prima. Esta operación se hace en una prensa mecánica de doble tornillo. El requerimiento de calidad para este proceso es de 42 a 45% de humedad y de 3 a 4 % de contenido graso en el queque de prensa.

7. Secado

Comprende desde el TH distribuidor a secadores rotadisc o rotaplate hasta el TH de ingreso al enfriador. El proceso de secado se realiza con la finalidad de evaporar

gran parte del contenido de agua utilizando como medio de calor el vapor. La alimentación de los secadores es una mezcla de torta de prensa, torta de separadoras, torta de separadora ambiental y concentrado, al cual se le denomina torta mixta o integral hasta la obtención del scrap. El secado se realiza en dos etapas de secado y una molienda:

5.1. En la primera etapa la torta de prensa junto con la mezcla de torta de separadora, torta tricanter y concentrado, es conducida mediante transportadores a los secadores add rotadisk o secador rotaplate, los vahos originados por estos son enviados y aprovechados en la planta evaporadora para concentrar el agua de cola. El secado es indirecto y por transferencia de calor conductivo por lo cual es necesario tiempos prolongados de residencia en los secadores add (16 a 25 minutos) y en el secador rotaplate (20 a 30 minutos) a fin de lograr porcentajes de humedad $< 40\%$ aproximadamente como máximo. Los secadores add trabajan a una presión de vapor ≤ 8 bar y temperatura mayor o igual a $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ de material de salida (scrap), mientras que el secador rotaplate trabaja a una presión de vapor ≤ 10 bar y temperatura mayor o igual a $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ de material de salida (scrap). para homogeneizar la carga de ingreso a los secadores rotatubos, el scrap ingresara por dos molinos húmedos, con el fin de uniformizar el tamaño de partícula del scrap este ingresara por medio de transportadores helicoidales hacia los secadores rotatubos para que continúe el proceso

5.2. La segunda etapa de secado se realiza con secadores a vapor rotatubos con tipo de secado por transferencia de calor conductivo con tiempos de residencia de 35 a 45 minutos y una temperatura mínima en el scrap de 85°C . El scrap del primer secado ingresa a los secadores a vapor rotatubos, contruidos con una chaqueta rotativa con paletas elevadoras internas y una cantidad de tubos de superficie calefactora interna. El secador de tubos se calienta indirectamente utilizando vapor como medio calefactor. El ingreso al tambor de secado consiste en una zona de pre-secado hasta reducir la humedad dentro de los parámetros establecidos para evitar la proliferación bacteriana. Los secadores tienen geometría cilíndrica y está constituido por un eje con discos el cual es rotativo con paletas direccionales de carga en su interior, los discos conforman la mayor superficie de calefacción dentro del secador

8. Enfriamiento

Comprende desde el TH ingreso al enfriador hasta el TH colector del enfriador. La temperatura elevada en la harina de pescado favorece la oxidación de las grasas debido a que las moléculas de oxígeno reaccionan con las moléculas de grasa y por lo tanto necesitan detener y estabilizar las reacciones químicas, bioquímicas y biológicas que tiene lugar en el proceso; con una cantidad apropiada de antioxidante y además contar un adecuado enfriamiento se logra estabilizar las reacciones en la harina. Por ello esta operación se realiza en dos enfriadores con filtro de mangas con aire del ambiente el cual fluye en contracorriente al sentido de la carga para forzar la circulación del aire se dispone de un ventilador provisto de un dámper. La recuperación de finos que arrastra el aire se realiza en un ciclón y en los filtros mangas, el avance de la carga dentro del enfriador se realiza por acción de las paletas.

9. Purificador

Comprende desde el ingreso del tamizador hasta la salida del mismo. El objetivo es retener las impurezas sólidas para prevenir la adulteración y contaminación de la harina (plásticos, pitas, cabos, etc.). Las impurezas que son retenidas en el purificador juntamente con las partículas gruesas de scrap son seleccionadas manualmente. Una vez tamizado reingresa nuevamente las partículas gruesas de scrap al proceso por el transportador helicoidal colector de prensa. La harina enfriada pasa por el purificador con 3 mallas en serie con diferentes dimensiones de agujeros, que permite separar las partículas gruesas y junto con ellos las materias físicas como restos de cabos, vidrios, piedras, metales, etc. Después de ser purificada la harina pasa a los molinos para su respectiva molienda y posterior envasado.

10. Molienda

Comprende desde la alimentación a molinos hasta tolvín de alimentación de antioxidante hasta los ciclones con dirección al tolvín de agregado de

antioxidante. Su objetivo es la reducción de las partículas de scrap por acción de los molinos hasta obtener un tamaño de partícula con malla tayler N°12. En esta etapa el scrap seco ingresa al molino de martillos de impacto para romper las partículas y dar al producto un tamaño uniforme, obteniéndose una granulometría $\geq 98\%$. Los molinos de martillo poseen placas magnéticas con la finalidad de retener las impurezas metálicas.

11. Dosificación de Antioxidante

Comprende del ingreso a tolván antioxidante hasta el TH alimentador a tolván de ensaque. El objetivo en esta fase se agrega un antioxidante, a base de etoxiquina, para estabilizar la reacción de las grasas a través de unas boquillas aspersores, con una dosis de 500 a 750 ppm, previniendo la formación de peróxidos y por consiguiente la autocombustión de la harina salvo indicación de la gerencia de producción en la que se puede incrementar esos niveles.

12. Almacenamiento en Silos

Comprende desde el ingreso de harina a los silos de almacenamiento hasta el envasado. Se cuenta con silos, que se utilizan para almacenar temporalmente la harina cuando existan desviaciones de parámetros de porcentaje de humedad. En caso de que exista harina con porcentaje de humedad (8.5 a 10%) se almacenará en el silo húmedo N° 2 y cuando el porcentaje de humedad esté entre 6.0 a 7.0% se almacenará en el silo seco N° 1. Este procedimiento permite homogeneizar la harina para cumplir los parámetros de calidad.

13. Envasado de Harina

Comprende desde la salida del tolván de antioxidante hasta la entrega de sacos cocidos con harina al camión de transporte. El envasado se realiza en sacos de color blanco de polipropileno laminados con capacidad de 50 kg \pm 0.5; es una forma de comercializar la harina y además la protege de la contaminación física, química y biológica.

14. Transporte Interno

Comprende desde la recepción de sacos con harina en el camión plataforma a la salida de la sala de ensaque, pesada y entrega a la estiba del almacén de productos terminados para la estiba final de sacos. Para trasladar los sacos de harina en forma sanitaria, es transportado por camiones de plataforma hasta 200, las plataformas de los vehículos deben estar previamente limpios, desinfectados y aprobados. Luego es llevado a la balanza de plataforma y posteriormente se llevan a productos terminados para formar las rumas compuestas por 1,000 sacos de acuerdo a la calidad destinada por el área de aseguramiento de la calidad, identificado y almacenado cumpliendo con la norma GMP+ B2.

15. Almacenamiento de Harina

Comprende todo el almacén de productos terminados (harina de pescado) en un almacén de harina sin techar y con piso de tierra afirmado y tratado con cloruro de calcio. El almacén debe mantenerse en condiciones rigurosas de limpieza y sanitización, tanto como el producto terminado que se encuentra envasado. Las rumas se forman por 1,000 sacos con harina (formados por 10 cañones de 100 sacos cada uno) que constituyen un lote de 50 tm de harina. Los sacos se estiban sobre mantas impermeables previamente limpiadas y desinfectadas. La temperatura de almacenamiento no debe exceder en los primeros días de 40°C y deberá estabilizar antes de despachar para venta hasta 35°C como máximo. Los sacos se encuentran codificados con N° de ruma y fecha de producción, asimismo, las rumas están cubiertas con mantas impermeables de polipropileno laminado, son identificadas con letreros indicando: N° de ruma, fecha de producción y cantidad de sacos. En esta etapa termina el alcance de la norma GMP+ B2 e inicia el alcance de la norma GMP+ B3.

16. Carguío y Despacho en planta

Comprende desde el carguío del producto en planta hasta la puesta de carga en muelle y abarca todas las actividades que se realizan en planta para el correcto carguío de los camiones. El despacho de la harina de pescado se realiza en sacos estibados en unidades de transporte tipo camiones plataforma limpios desinfectados y aprobados, participando para ello personal de apoyo que se encargará del estibado, supervisados por un supervisor de carga o saneamiento de planta y en caso se requiera, también la presencia de supervisores de agencia de aduanas y la empresa certificadora. La carga (sacos de harina) de los camiones plataformas son asegurados y protegidos con mantas de polipropileno laminado de alta densidad contra la contaminación e inclemencias del clima y resguardados por personal de seguridad durante su trayecto hasta llegar al muelle de embarque y/o destino que se haya asignado.

17. Embarque consolidado de contenedores

La carga transportada en camiones es recepcionada por personal de la empresa e inspector de carga previa inspección de saneamiento y seguridad del área asignada para el consolidado en contenedores efectuada por el jefe de aseguramiento de calidad y ambiente y/o inspector de carga. El consolidado se lleva a cabo bajo óptimas condiciones de saneamiento y seguridad del personal.

18. Despacho en muelle y/o bodega de Navío

La carga transportada, es recibida en el muelle de embarque por personal de planta e inspector de carga para asegurar que el producto a despachar a la nave llegue en las mejores condiciones hacia su destino; el embarque también es supervisado por la empresa certificadora, agencia de aduana y agencia marítima.

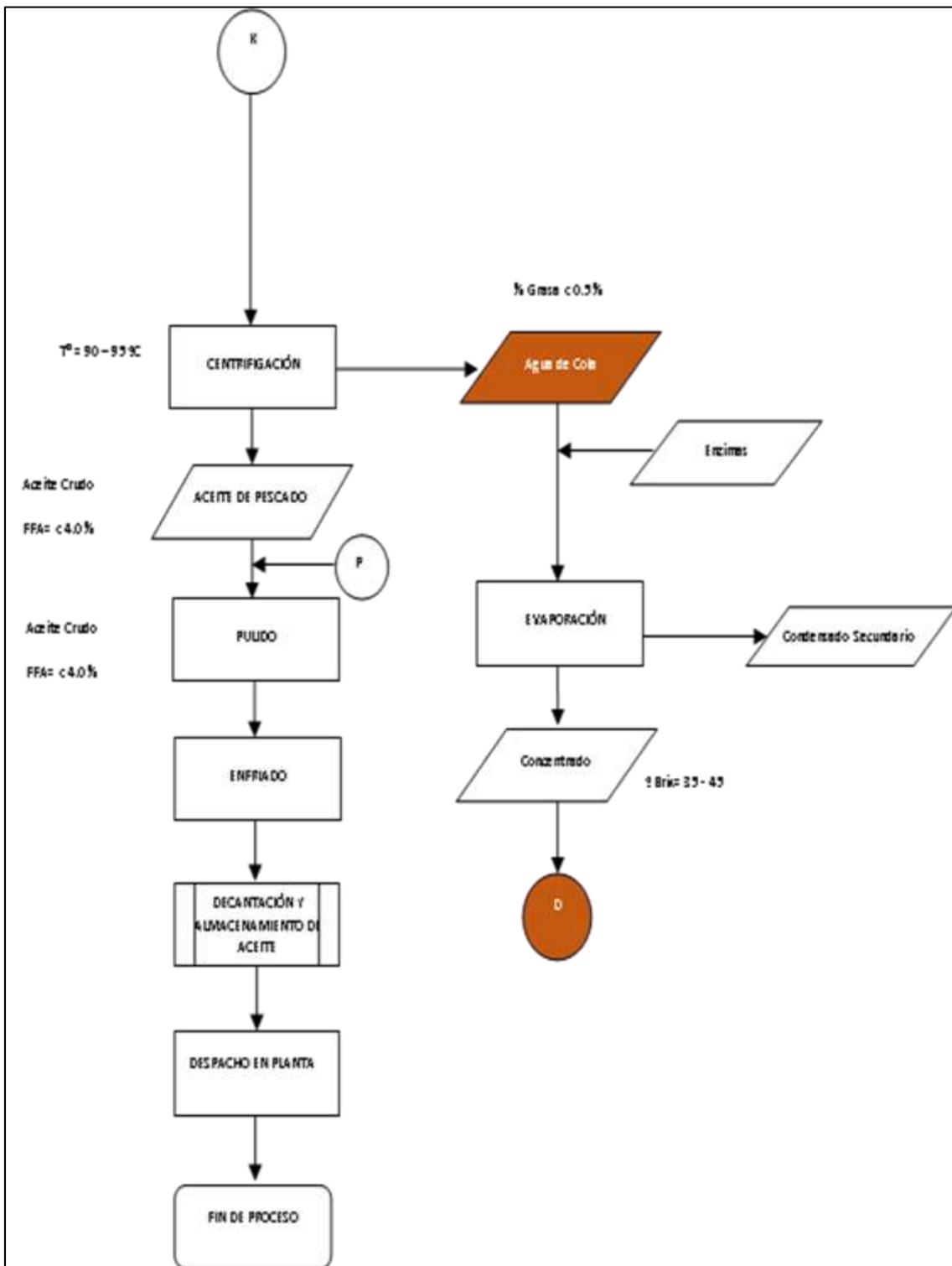


Figura 4. Diagrama de flujo de la elaboración de aceite de pescado.

Fuente. elaboración propia.

1. Separación de Sólidos – líquido

Comprende desde el ingreso del licor de prensa a la separadora hasta la salida de la misma. El objetivo consiste en separar los sólidos contenidos en licor de prensa que salieron de la etapa de prensado para incorporarlos junto con la torta de prensa y se realiza en las separadoras de sólidos. El licor proveniente de los pre-strainer y las prensas ingresan a los separadores de sólidos, en donde se recuperan los sólidos en suspensión los cuales retornan al proceso formando parte de la torta integral; la fase líquida llamada licor de separadora pasa a otra etapa de separación.

2. Centrifugación

Comprende desde la recepción del licor de separadora hasta la salida de las pulidoras de aceite. Tiene por objetivo separar el aceite del licor de la separadora. El licor de separadora, rico en aceite es procesado en centrífugas verticales separando el agua y sólidos solubles del aceite por diferencia de densidades. El licor es calentado en un intercambiador a temperaturas mayores a 90-95°C para ser tratado en las centrífugas, donde las características del aceite son impurezas máximas 1% y porcentaje de FFA (varía de acuerdo a requerimiento comercial). El agua de cola es derivada a un tanque de almacenamiento para su posterior concentración en planta evaporadora.

3. Pulidora

El aceite recuperado es tratado en la pulidora para obtener aceite con un mínimo de agua e impurezas y conseguir un tiempo de almacenamiento prolongado sin afectar su acidez. Para los casos de producción de aceite crudo de pescado para no consumo humano (NCH) con TBVN mayor a 60 mg nitrógeno /100 g en la materia prima y se requiera cambiar el proceso para obtener aceite consumo humano (CH) con materia prima fresca con un TBVN menor a 60 mg nitrógeno/100g se aplicará lo descrito en el plan de contingencia.

4. Enfriador de Aceite

Esta etapa comprende desde la salida del aceite de la pulidora hasta el ingreso al decantador. Una vez pulido el aceite, ingresa al enfriador de placa para reducir la temperatura entre 55 y 60°C, para dar estabilidad al aceite durante su almacenamiento.

5. Decantación del Aceite para no consumo humano (NCH)

Esta etapa comprende desde la salida del aceite del enfriador de placas hasta los tanques cónicos de decantación. El aceite producido o pulido es derivado al tanque de decantación PAMA (NCH), luego será bombeado al tanque de almacenamiento PAMA (NCH). Se conserva el aceite crudo cuidando de no alterar sus características. Durante el almacenaje se efectúan purgas de fondo a fin de eliminar progresivamente las impurezas que continúan decantado, de tal forma de mantenerlo con las siguientes características: 0.5 % humedad máxima, 0.5% sólidos máximos y una acidez libre ≥ 3 % como característica antes del embarque.

6. Almacenamiento del aceite para no consumo humano (NCH)

Se realiza en un tanque dispuesto netamente para aceite NCH. Esta etapa comprende desde la salida del aceite del decantador PAMA (NCH) hasta los tanques de almacenamiento PAMA (NCH). El aceite producido como NCH tendrá las siguientes características, máximo 0.5% de humedad, 0.5% de sólidos y una acidez que varía de acuerdo a la materia prima (≥ 3 %).

7. Despacho en planta

El alcance es desde el carguío del aceite de pescado hasta la entrega de acuerdo a condiciones contractuales. Se realiza mediante transporte de tanque cisterna, que es llevado hacia almaceneras y/o embarques fuera de la localidad, el cual debe estar precintado en las válvulas por una empresa certificadora. También se puede

despachar en iso tanques, iso bags, cilindros o bines en contenedores dependiendo del cliente. Si el aceite es para venta local, dependiendo de la calidad del mismo, es despachado o entregado en planta en tanques cisternas y/o en cilindros. El transporte deberá cumplir con la normatividad en limpieza y operatividad. Cada cisterna antes del ingreso a planta será inspeccionada por el supervisor de saneamiento y/o personal del área de aseguramiento de la calidad o un inspector de la empresa certificadora. Los almacenes que sean alquilados o se tenga control sobre ellos para el almacenamiento de aceite para consumo humano y no consumo humano, serán controlados sanitariamente para prevenir contaminación cruzada sobre el alimento.

8. Evaporación

Comprende desde el ingreso a plantas evaporadoras hasta el agregado del concentrado a la mezcla de tortas. El objetivo es concentrar el agua de cola de 7 a 10 % de sólidos hasta 28 a 40% de sólidos. El agua de cola ingresa a la planta evaporadora con un aproximado de 7 a 10% de sólidos y 0,5% de grasa como máximo, proveniente de las centrífugas. Esta operación se realiza en plantas evaporadoras de múltiples efectos del tipo película descendente, que utiliza como fuente energética los vahos provenientes de los secadores a vapor, o vapor proveniente de la caldera para el lavado de las plantas en paradas. El concentrado saliente de la PAC tiene una concentración entre 28 a 40 °Brix de sólidos. Este concentrado es agregado en el transportador helicoidal que lleva la mezcla de la torta de prensas y separadoras hacia los secadores rotadisk y rotaplate.

1. Recuperación de sólidos

Se realiza con filtros rotatorios con una dimensión de 1,5 m Ø, 5,00 m de largo del elemento filtrante y malla tipo Johnson con abertura de 0,5 mm. En esta etapa el agua de bombeo es alimentado por la parte posterior del equipo en una cámara de recepción, y de allí pasa a unos vertederos laterales dobles, que permiten un flujo uniforme del líquido sobre la malla, es así como por efecto centrífugo provocado por la rotación del equipo sobre su eje, es separado la fase sólida de la fase líquida. La fase sólida contiene básicamente escamas, vísceras, residuos de pescado, cuyo diámetro de partícula sea mayor a 0,5 mm; las cuales son enviadas a una poza de almacenamiento para formar parte del proceso. Según experiencias la recuperación de sólidos en el tambor rotatorio con malla perforada de acero inoxidable es de 3 % de la materia prima.

2. Recuperación de grasa - trampa de gasa

Se realiza con unas trampas de grasas de geometría rectangular en vista de planta y geometría trapezoidal en vista de elevación. El tanque está provisto en su interior de dos sub-celdas que consiste en separar los sólidos por decantación en la primera celda y en la segunda celda se separa la grasa por gravedad debido a la diferencia de densidades entre las grasas y el agua de bombeo. El procedimiento de operación de esta trampa de grasa consiste en que el agua de bombeo tratado en los filtros rotativos (tromel) llega a las trampas de grasa en forma de flujo turbulento, el diseño de la celda hace disminuir la turbulencia hacia un flujo laminar lo que permite que los sólidos más pesados del agua de bombeo (sólidos finos), se precipitan al fondo de la celda y que por rebose inunde la segunda celda; en este momento la turbulencia de agua de bombeo es nula. Al carecer de turbulencia la segunda celda permite que grasa del agua de bombeo ascienda a la superficie formando una capa de aceite la cual es separada y enviada hacia dos pequeños tanques de recepción de aceite, asimismo los sólidos en suspensión que aún puedan contener el agua de bombeo se decantan en el fondo de la segunda celda. El efluente obtenido en este equipo es enviado a un tanque ecualizador, desde donde se alimenta a las siguientes etapas a un flujo constante.

3. Recuperación de grasa - celdas de flotación DAF

El proceso se realiza en celdas de flotación con aire disuelto DAF (Dissolved air flotation). Las celdas son de geometría rectangular vista de planta y cuentan con un sistema de presurización de aire a través de un reactor. La mezcla aire y agua de tratamiento permite desarrollar la formación y desarrollo de burbujas con un diámetro que oscila de 40 a 100 micrones. Las micro burbujas producidas se adhieren a las grasas y a los sólidos finos suspendidos, acelerando su ascensión hacia la superficie en forma de espumas, estas espumas son colectadas y enviadas a un coagulador de espumas que las cocina a 95 °C con vapor indirecto, para luego enviarlas a un tricanter y recuperar sólidos que ingresan al proceso, el aceite obtenido es derivado al tanque de almacenamiento PAMA. El efluente de esta etapa pasa hacia el tanque clarificador DAF.

4. Recuperación química – tanque clarificador

El agua de bombeo tratada en las celdas de flotación DAF, aún contiene sólidos y grasa en estado coloidal y/o emulsionado, a las que se dosifica el coagulante inorgánico y orgánico que desestabiliza la emulsión favoreciendo la formación de microflocs y al mismo tiempo se dosifica el floculante (polímero aniónico) que los agrupa en flocs. El agua tratada con químicos ingresa a un reactor de dilución, en donde se hace recircular agua para saturarla con aire a seis (06) bar de presión para la formación de micro burbujas de aproximadamente 40 micras de tamaño en donde se adhieren los flocs y se acelera la separación hacia la superficie formando una capa que toma el nombre de lodos. Estos lodos con aproximadamente 90% de humedad son retirados a través de un colector rotativo y alimentado a la separadora ecológica para ser deshidratados. El efluente obtenido en esta última etapa ya se encuentra clarificado y cumple con los LMP, la cual es enviada hacia el tanque o poza pulmón antes de ser dispuesta hacia el emisor submarino. El efluente es sanitizado a la salida del clarificador con un hipoclorito de calcio o sodio.

5. Recuperación química - separadora ambiental

Comprende desde la entrada de los lodos al tanque de lodos húmedos hasta la salida de lodos secos de la separadora ambiental. Los lodos recuperados del clarificador ingresan a un tanque pulmón de lodos para que desde este se envíen a la separadora ambiental para su deshidratación, en esta separadora se extrae parte de la humedad que contiene el lodo para darle las condiciones y pueda ser utilizado en la producción de harina.

6. Tratamiento de espumas de trampa de grasa

Las espumas flotadas se descargan por gravedad y son almacenadas en un tanque cónico en donde es calentada con vapor directo hasta llegar a una temperatura de máxima de 95-98°C, la cual se bombea a una tricanter obteniéndose una fracción sólida, líquida y aceite. Los sólidos se integran al proceso de harina de pescado, mezclándose con los sólidos de las demás separadoras y la parte líquida de la tricanter (agua de cola como subproducto de la operación) se envía a la celda fabtech para recuperar la mayor cantidad de espuma. El aceite de pescado el cual deberá tener una humedad de 0.5% máximo, sólidos 0.5% máximo y una acidez máxima de 3% para ser destinado como aceite para consumo humano (CH) de lo contrario se clasificará como aceite crudo de pescado para no consumo humano (NCH) si no cumple las características de calidad. Todo el aceite recuperado será bombeado al decantador de acuerdo a la acidez obtenida. El caldo resultante llamado agua de cola salina se envía a celdas DAF para continuar con la recuperación de grasas.

7. Tratamiento de espumas celda DAF

Las espumas recuperadas de las celdas DAF, cocinadas se alimenta a una tricanter para la separación del aceite, sólidos y agua el aceite obtenido de la tricanter y/o centrífuga mecánica es almacenado en un decantador para luego ser enviado a una pulidora de aceite con la finalidad de reducir el porcentaje de

sólidos que puede contener el aceite y bombeado (clasificado de acuerdo con el porcentaje de acidez) hacia los tanques de almacenamiento. La fracción sólida denominada torta de tricanter que se recibe en transportador helicoidal colector de torta de prensa para integrar al proceso de harina de pescado. La fracción grasosa que es denominado aceite PAMA, con máximo 1% de impurezas que es enviado a los decantadores de aceite PAMA. El agua de cola salina o la fracción líquida remanente del proceso está compuesta básicamente por un alto contenido de cloruros por el agua de mar y un pequeño porcentaje de sólidos solubles y grasa. Este remanente se deriva para su retratamiento a las celdas DAF para continuar con la recuperación de grasas.

8. Almacenamiento de Aceite PAMA

El objetivo es conservar el aceite PAMA cuidando de no alterar las características y se almacena en tanque denominado tanque PAMA.

9. Despacho en planta

comprende desde el carguío del aceite PAMA hasta la entrega de acuerdo a condiciones contractuales. Antes de su despacho, las unidades cisternas, se verifican las condiciones sanitarias y si está apto se procede a cargar y antes de despacharlos, se precintan las tapas y válvulas para evitar contratiempos en el trayecto. El despacho se realiza para venta local en tanques cisternas y será trasladado al destino final que considere el cliente.

3.5.5. Recopilación de datos

Para el desarrollo de la investigación los datos recolectados corresponden a los resultados de análisis químicos del año 2020, temporada I y II, los mismo que se encuentran vinculados a la variable dependiente calidad y su dimensión calidad de harina de pescado.

3.5.6. Situación actual de la variable calidad

La presente investigación detalla la situación actual referida a la variable calidad y sus dimensiones, la misma que mediante cálculos se medirá el impacto en el indicador, posteriormente se comparará el antes y después de la mejora, con la finalidad de demostrar que la propuesta incrementa o no el indicador de calidad de harina de pescado.

Tabla 2. Situación actual del indicador de calidad de harina

Semana	N° Rumas Súper Prime	N° Rumas Prime	N° Rumas Estándar	N° Rumas Total	% Calidad de harina escenario actual
21 - 2020	2	4	3	9	66.67%
22 - 2020	1	0	9	10	10.00%
23 - 2020	2	13	23	38	39.47%
24 - 2020	0	6	7	13	46.15%
26 - 2020	5	6	4	15	73.33%
27 - 2020	2	13	3	18	83.33%
46 - 2020	2		13	15	13.33%
47 - 2020	1	12	23	36	36.11%
48 - 2020	1	14	28	43	34.88%
49 - 2020	1	11	7	19	63.16%
3 - 2021	0	11	8	19	57.89%
4 - 2021	0	2	12	14	14.29%

Fuente. elaboración propia.

Referente a la tabla 2, podemos evidenciar que el porcentaje de calidad de harina en el escenario actual no logro superar más del 73.33% en ninguna de las semanas de la temporada 2020.

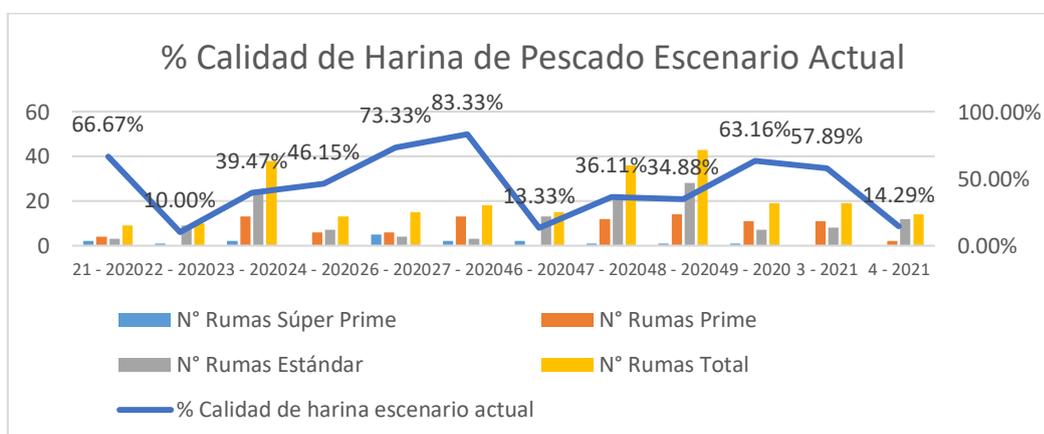


Figura 6. Índice de calidad de harina de pescado en el escenario actual.

Fuente. elaboración propia.

Estadísticas

Variable	Conteo						
	total	Media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3 Máximo
% Calidad de harina actual	12	0,4489	0,2454	0,1000	0,1944	0,4281	0,6579 0,8333
Variable	Rango			Asimetría			Curtosis
% Calidad de harina actual	0,7333			-0,04			-1,18

Figura 7. Estadísticas básicas de la calidad de harina de pescado

Fuente. elaboración propia.

En relación a la figura 7, se observa que la media del índice de calidad de harina de pescado es de 44.89%; el máximo valor del índice de calidad de harina es 83.33% y el mínimo es de 10%, siendo el rango 73.33%. Respecto a la asimetría, al ser negativa indica que hay un ligero predominio de índices de calidad de harina superiores a la media. En cuanto a la curtosis negativa presenta una distribución Platicúrtica, indica que las frecuencias del índice de calidad de harina presentan un decaimiento lento a los lados de la media.

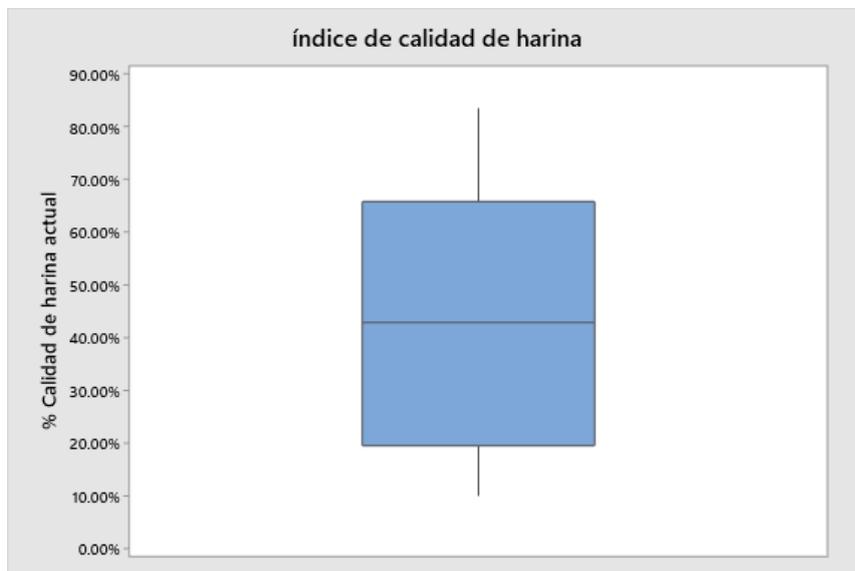


Figura 8. Diagrama de cajas y bigotes del índice de calidad de harina.

Fuente. elaboración propia.

En la figura 8 se observa que el cuartil 50 corresponde a la mediana de 42.81%. Además, en la gráfica de cajas, por su tamaño podemos indicar la dispersión de los porcentajes, respecto a la media.

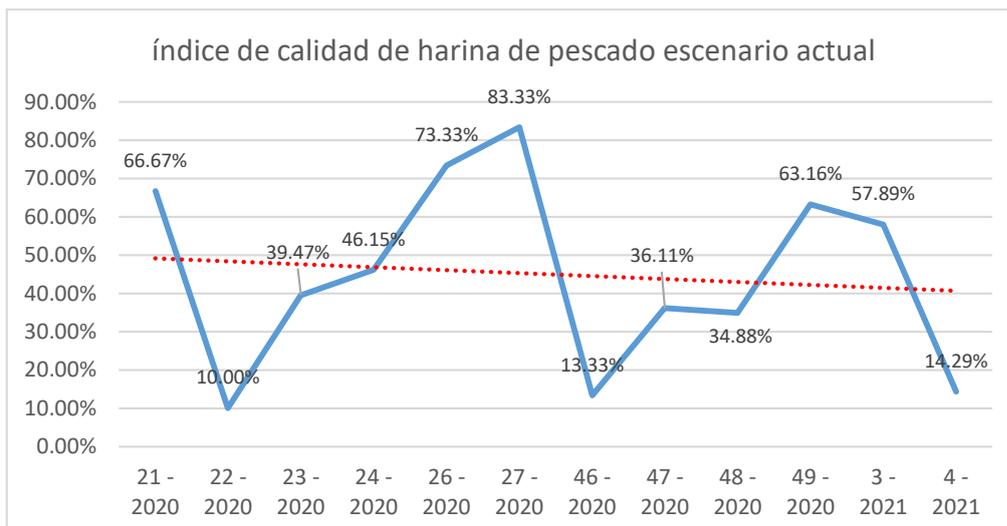


Figura 9. Diagrama lineal del índice de calidad de harina de pescado escenario actual.

Fuente. elaboración propia.

En la figura 9, del diagrama de índice de calidad de harina de pescado, la línea de tendencia es negativa y en relación al tiempo, el índice va a continuar reduciendo.

3.5.7. Propuesta de mejora

La elección de la metodología para mejorar el proceso e incrementar el índice de calidad de harina de pescado, se basa en la interpretación del índice de capacidad del proceso (Prensado, Centrifugado y recuperación de grasa - celdas DAF) para trabajar bajo el requerimiento de contenido graso en las corrientes de ingreso (Queque de prensa, agua de cola y efluente DAF); a continuación, se presenta la interpretación del índice de capacidad potencial del proceso.

Tabla 3. Interpretación del índice de capacidad potencial del proceso Cp

Valor del Cp	Clase de proceso	Interpretación
Cp > 2	Clase mundial	Tiene calidad seis sigma
1.33 ≤ Cp. ≤ 2	1	Más que adecuado
1 ≤ Cp. ≤ 1.33	2	Adecuado para el trabajo, pero requiere de un control estricto conforme el Cp se acerca a uno.
0.67 ≤ Cp. ≤ 1	3	No adecuado para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario. Requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
Cp. ≤ 0.67	4	No adecuado para el trabajo. Requiere modificaciones serias.

Fuente. Astorga (2013).

En relación a la tabla 3, El Cp de los procesos que ocasionan la pérdida de calidad de harina de pescado, deben de estar por lo menos de $1 < CP < 1.33$, clase mundial 2, para poder decir que el proceso es adecuado para el trabajo, pero requerirá de un control estricto conforme el CP se acerque a uno.

De acuerdo a los valores de Cp identificado en los procesos de prensado, centrifugado y recuperación de grasa – celdas DAF estos procesos requieren mejoras significativas para poder llevarlos al cumplimiento y por lo menos clasificar a nuestro proceso como clase mundial N° 2.

3.5.7.1. Factores que afectan a la calidad

Con la finalidad de establecer las posibles causas de la baja calidad de harina de pescado en una planta de elaboración de productos hidrobiológicos en Pisco, se realizó un listado de las mismas, luego se plasmó en un diagrama de Ishikawa o espina de pescado utilizando las 6M como metodología (Anexo 10) y para identificar las causas que mayor impactan en la baja calidad de harina de pescado se construyó la matriz de correlación (Anexo 8).

Como siguiente paso se elaboró el diagrama de Pareto de estas causas (Anexo 11) y mediante un diagrama de estratificación (Anexo 12) se determinó qué causas tienen mayor impacto en la pérdida calidad de harina de pescado.

- Grasa > 6% en el lodo deshidratado, que tiene causa anterior a la grasa > 0.2% en efluente DAF, grasa > 3% en agua de bombeo, relación de agua pescado < 1:1, destrozado en materia prima > 5%, exceso de carga de materia prima en embarcación pesquera, equipos PAMA sub dimensionados y exceso de pesca.
- Grasa > 2.5% en concentrado, que se tiene como causa anterior a la grasa en agua de cola > 0.5% y la falta de capacitación o entrenamiento del operador.
- Grasa > 4% en torta o queque de prensa, que tiene como causa anterior a la deficiente cocción, la falta de capacitación o entrenamiento del operador y fallas en máquinas como caída de tensión, caídas de presión de vapor, planta sub dimensionada y exceso de pesca.

Estas tres causas, sumadas a las anteriores a su flujo, son las que impactan en mayor proporción a la pérdida de calidad en la harina de pescado en una planta de elaboración de productos hidrobiológicos.

3.5.7.2. Alternativas de solución

Para poder solucionar las causas que impactan en la pérdida de calidad harina de pescado, es necesario tomar en cuenta los factores que impactan. Ya que las causas primarias de la pérdida de calidad en la harina de pescado se deben a los materiales de ingreso en el flujo de harina de pescado, impactado por los procesos que anteceden a los materiales, se ha elaborado el siguiente cuadro.

Tabla 4. *Matriz de causa solución*

Ramal	Ítem	Causas	Origen	Consecuencia	Solución
Materiales	13	Grasa efluentes DAF > 0.2	grasa > 0.2% en efluente DAF grasa > 3% en agua de bombeo relación de agua pescado < 1:1 destrozado en materia prima > 5%, Exceso de carga de materia prima en EP Equipos PAMA sub dimensionados Exceso de pesca	Grasa > 6% en el lodo deshidratado.	Invertir en automatización del sistema DAF con la finalidad de darle estabilidad al proceso. Capacitar al personal de chata en la correcta y buenas prácticas de descarga, para evitar relación de agua – pescado y destrozados fuera de parámetros. Coordinar con el área de flota para evitar las sobre cargas de materia prima de las EP.
Materiales	16	Grasa agua de cola > 0.5	Falta entrenamiento del operador	Grasa > 2.5% en concentrado	Capacitación y entrenamiento al operador de centrifugas en buenas prácticas de operación de su equipo.
Materiales	17	Deficiente cocción del pescado	Falta de entrenamiento del operador Fallas en máquinas como caída de tensión, caídas de presión de vapor, Planta sub dimensionada Exceso de pesca	Grasa > 4% queque de prensa	Capacitación y entrenamiento al operador de cocinas y prensado en buenas prácticas de operación de su equipo. Cambio de cocina N° 02, la misma que falló en operación. Overhaul de la prensa N° 03 Coordinar con la gerencia de producción el requerimiento de pesca para la planta, acorde a la capacidad de producción diaria que se tiene.

Fuente. elaboración propia.

Las causas anteriormente descritas son las que impactan en el problema de calidad de harina de pescado, se establece las siguientes herramientas para la solución:

Tabla 5. *Matriz de causa herramienta*

Ramal	ítem	Causas	Origen	Consecuencia	Herramientas
Materiales	13	Grasa efluentes DAF > 0.2	grasa > 0.2% en efluente DAF grasa > 3% en agua de bombeo relación de agua pescado < 1:1 destrozado en materia prima > 5%, Exceso de carga de materia prima en EP Equipos PAMA sub dimensionados Exceso de pesca	Grasa > 6% en el lodo deshidratado.	Indicador de capacidad de proceso Capacitaciones
Materiales	16	Grasa agua de cola > 0.5	Falta entrenamiento del operador	Grasa > 2.5% en concentrado	Indicador de capacidad de proceso Capacitaciones
Materiales	17	Deficiente cocción del pescado	Falta de entrenamiento del operador Fallas en máquinas como caída de tensión, caídas de presión de vapor, Planta sub dimensionada Exceso de pesca	Grasa > 4% queque de prensa	Indicador de capacidad de proceso Capacitaciones

Fuente. elaboración propia

3.5.7.4. Cronograma de la aplicación

Para el desarrollo de la mejora, se consideró el siguiente programa de implementación de actividades:

Tabla 6. *Cronograma de implementación de las mejoras propuestas*

Actividad	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	
Automatización del sistema DAF																				
Capacitar al personal de chata en la correcta y buenas prácticas de descarga																				
Coordinar con el área de flota para evitar las sobre cargas de materia prima de las EP																				
Capacitar al operador de centrifugas en buenas prácticas de operación de su equipo																				
Capacitar al operador de cocinas y prensado en buenas prácticas de operación de su equipo.																				
Cambio de cocina N° 02, la misma que fallo en operación.																				
Overhaul de la prensa N° 03																				
Coordinar con la gerencia de producción el requerimiento de pesca para la planta																				
Evaluación de la capacidad de los procesos																				

Fuente. elaboración propia

3.5.7.5. Implementación de la propuesta

En este punto del estudio, se va a detallar el cronograma de implementación de cada una de las actividades descritas en la tabla 6.

1. Automatización del sistema DAF

Se realiza la inversión en la automatización del sistema DAF de las celdas N° 1, 2 y 3, que consistirá en la implementación de sensores de nivel con la finalidad de controlar los flujos y altura de la columna de agua en las celdas DAF de tal manera que permita realizar a los squimer la recuperación por arrastre de la grasa flotada en el sistema.



Figura 10. Sistema de automatización en celda DAF.

Fuente. elaboración propia.

2. Compra de cocinador

Se realiza la inversión en la compra de una cocina continua, con la finalidad de realizar el cambio por la cocina de la línea N°2, la misma que ya se encuentra obsoleta y por la cual se generaron paradas de planta debido a rotura u orificios detectados en la chaqueta de condensado.



Figura 11. Implementación de cocina N° 2.

Fuente. elaboración propia.

3. Overhaul de la prensa

Se realiza el mantenimiento general de la prensa N°3 que consiste en el envío al taller del proveedor del servicio para realizar un Overhaul, de esta manera garantizaremos una operación eficiente en esta etapa del proceso, haciendo llegar al cumplimiento de los límites de proceso para esta etapa.



Figura 12. Overhaul de prensa N° 3.

Fuente. elaboración propia.

4. Capacitación al personal operativo

Se realiza la capacitación y entrenamiento en buenas prácticas de descarga de materia prima, buenas prácticas de operación en cocinas, prensas y centrífugas al personal operativo de los equipos, con la finalidad de fortalecer una correcta operación de las cocinas, prensas y centrífugas.



Figura 13. capacitación y entrenamiento al operador.

Fuente. elaboración propia.

3.5.8. Situación de la variable calidad en un escenario de mejora

3.5.8.1. Modelo matemático que explica el incremento de la variable calidad

Para el cálculo de la estimación del incremento del índice de calidad de harina de pescado, se ha calculado en base al incremento del contenido proteico por disminución del contenido graso en el producto terminado, determinado a través de la aplicación del DoE (Diseño de experimentos).

Para determinar el modelo ideal de los materiales que ingresan al flujo del proceso productivo se ha utilizado la técnica DoE (Diseño de experimentos), con la finalidad de diseñar algunos experimentos estadísticos en el flujo del proceso, para luego calcular el índice de capacidad con las configuraciones ideales para la obtención de harina de pescado con contenido graso que se encuentre entre 7 y 9% de grasa y proteína > 67%.

Información del factor

<u>Factor</u>	<u>Niveles Valores</u>
% Grasa en queque de prensa	3 3; 4; 5
% Grasa en concentrado	3 2; 3; 4
% Grasa en torta ambiental	3 5; 7; 10

Figura 14. Información de factores para cálculo del DoE.

Fuente. elaboración propia.

En la figura 14 se puede verificar que se ha establecido 3 factores para el diseño de los experimentos, cada uno con 3 niveles de valor.

Parámetros

<u>Respuesta Meta</u>	<u>Inferior</u>	<u>Objetivo</u>	<u>Superior</u>	<u>Ponderación</u>	<u>Importancia</u>
Grasa PP.TT Mínimo		7	10.4	1	1

Figura 15. Parámetros de grasa en el producto terminado.

Fuente. elaboración propia.

En la figura 15 se puede visualizar que el valor objetivo del experimento estadístico es referente a 7% y el valor superior 10.4% de contenido graso en el producto terminado.

Predicción de respuesta múltiple

Variable	Valor de configuración		
% Grasa en queque de prensa	3		
% Grasa en concentrado	2		
% Grasa en torta ambiental	5		
	IC	IP	
	EE de	de	de
<u>Respuesta</u>	<u>Ajuste</u>	<u>ajuste</u>	<u>95% 95%</u>
Grasa PP.TT	7.000	* (*; *)	(*; *)

Figura 16. Modelo ideal de trabajo en los materiales de ingreso al flujo del proceso productivo.
Fuente. elaboración propia.

En la figura 16, luego de realizar el cálculo de experimentos, el DoE nos indica que modelo ideal para obtener 7% de contenido graso en el producto terminado es trabajando en 3% de grasa en el queque de prensa, 2% de grasa en el concentrado y 5% de grasa en la torta ambiental.

Para confirmar el resultado del modelo ideal determinado a través del DoE, se ha empleado un balance de materia, detallado en la figura 18, en donde se coloca el contenido graso de los materiales de ingreso al flujo de proceso de harina de pescado, según deducido por el experimento, y se calcula el contenido graso del producto terminado.

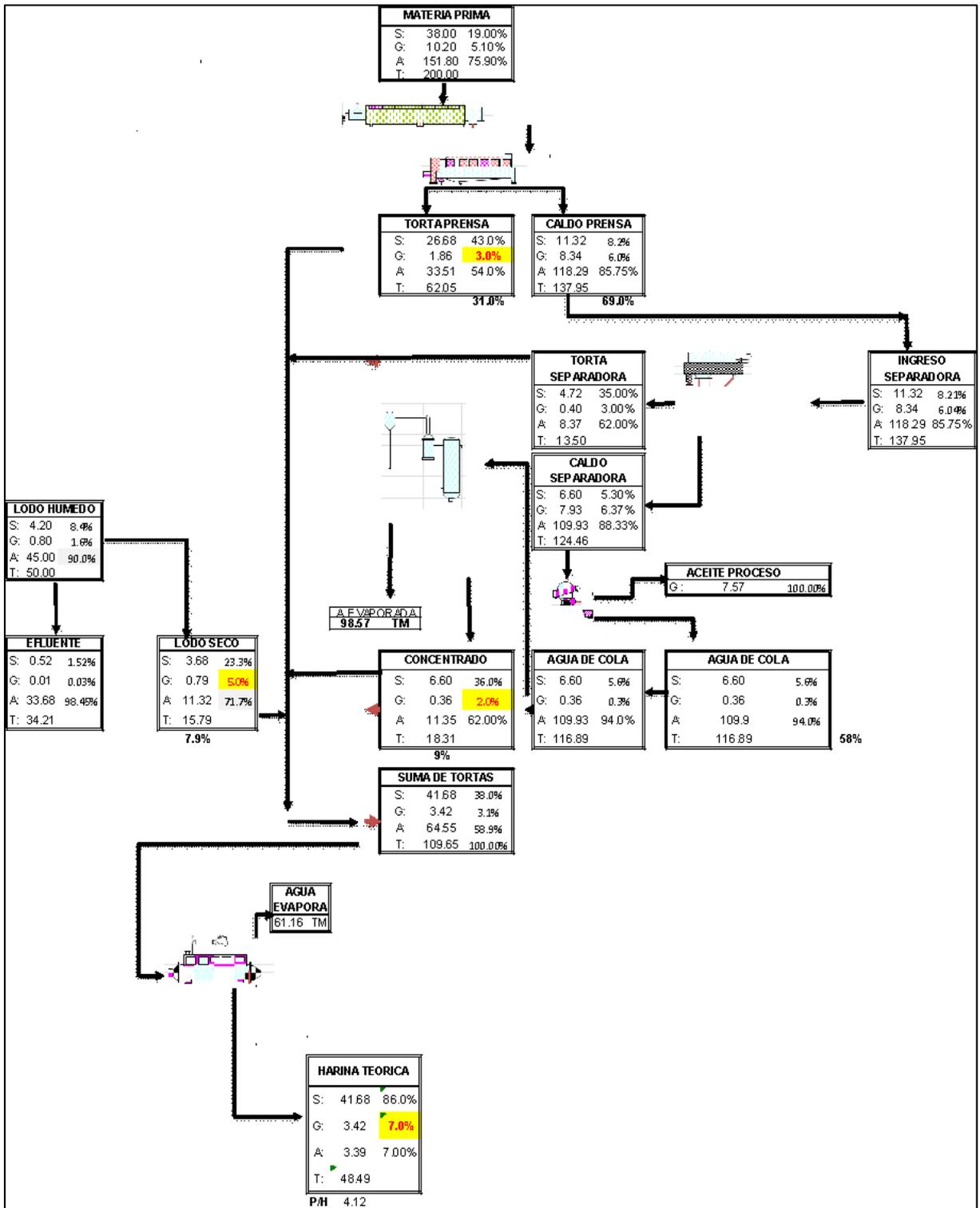


Figura 17. Aplicación del modelo 1 en el balance de masa.

Fuente. elaboración propia.

En la figura 17 se presenta el balance de masa donde se aplicó el modelo propuesto, siendo el contenido graso en el producto terminado 7%, tal cual recomienda el DoE en el cálculo de la Figura 16.

Soluciones

Solución	% Grasa en queque de prensa	% Grasa en concentrado	% Grasa en torta ambiental	Grasa P.P.TT Ajuste	Deseabilidad compuesta
1	3	2	5	7.0	1.00000
2	3	2	7	7.2	0.94118
3	3	2	10	7.3	0.91176
4	3	3	5	7.5	0.85294
5	3	3	7	7.6	0.82353
6	3	3	10	7.7	0.79412
7	3	4	5	7.8	0.76471

Figura 18. Configuraciones de contenidos grasos en los materiales de ingreso al flujo del proceso productivo.

Fuente. elaboración propia.

Así mismo, en la figura 18, se presentan los 7 modelos propuestos que ayudan a ajustar el proceso a un contenido graso de 7.0% a 7.8% en el producto terminado, con su respectivo nivel de deseabilidad compuesta.

Para evaluar la performance de proceso, con la utilización del software MINITAB, se realizó la medida de la capacidad de procesos, aplicando la siguiente fórmula:

$$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

LES: Límite de Especificación Superior

LEI: Límite de Especificación Inferior

σ : Desviación típica

A continuación, se presentan los resultados de la capacidad de proceso de estos tres ingresos o flujos de ingreso en la harina de pescado correspondiente a la producción 2020.

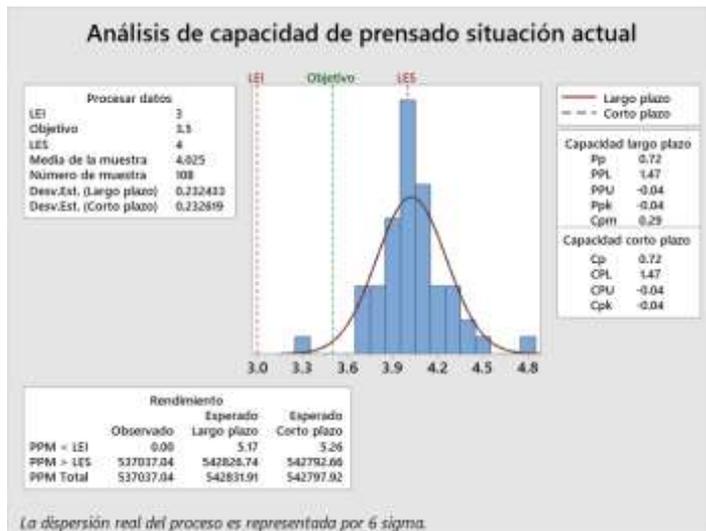


Figura 19. Análisis de capacidad prensas situación actual.

Fuente. elaboración propia.

La capacidad de proceso en la situación actual determinada en esta etapa, tienen un C_p de 0.72 correspondiente a un proceso de clase 3, indicando que el proceso no es adecuado para el trabajo, requiere un análisis del proceso y modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria. Además, podemos constatar un proceso no centrado, ya que la campana de Gauss se encuentra ubicada centrada al LES, siendo lo ideal que se encuentre centrada al valor objetivo del proceso. Así mismo se realizó simulaciones de proceso con data que se encuentre dentro de los valores recomendados en la figura 18 configuraciones de contenidos grasos en los materiales de ingreso al flujo del proceso productivo, siendo los resultados los siguientes.

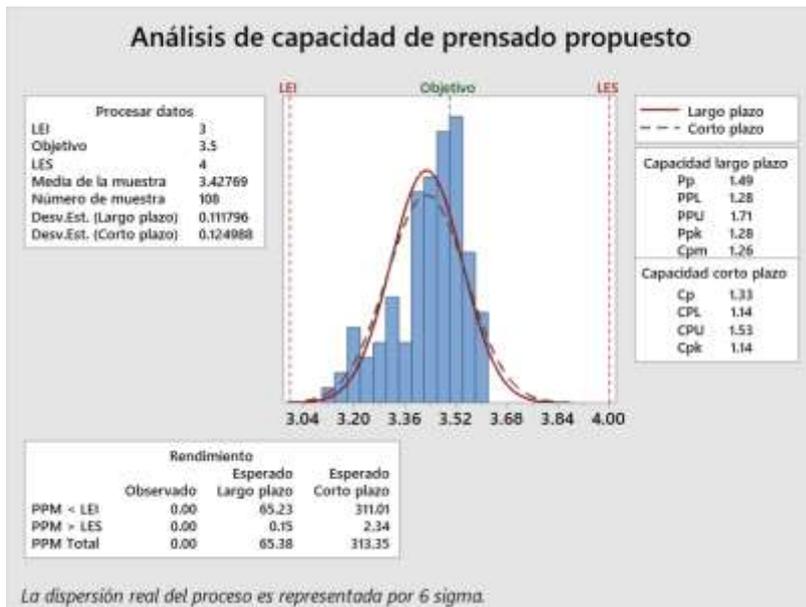


Figura 20. Análisis de capacidad de prensado propuesto.

Fuente. elaboración propia.

La capacidad de proceso propuesta en esta etapa, tendría un Cp de 1.33 correspondiente a un proceso de clase 2, indicando que el proceso es adecuado para el trabajo, pero requiere de un control estricto conforme el Cp se acerca a uno.

Estadísticas

Variable	N	N*	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo	Rango
Corregidio	108	36	3.4277	0.1118	3.1300	3.5800	0.4500

Figura 21. Análisis descriptivo del prensado propuesto.

Fuente. elaboración propia.

Para que el Cp del prensado se encuentre en 1.33, el contenido graso en el queque de prensa debe contener mínimo de 3.13% y máximo 3.58%, con un rango de 0.45%.



Figura 22. Análisis de capacidad de concentrado situación actual.

Fuente. elaboración propia.

La capacidad de proceso en la situación actual determinada en esta etapa, tiene un C_p de 0.39 correspondiente a un proceso de clase 4, indicando que el proceso no es adecuado para el trabajo y requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria. Además, podemos constatar un proceso no centrado, ya que la campana de Gauss se encuentra ubicada por encima del LES, siendo lo ideal que se encuentre centrada al valor objetivo del proceso. Así mismo se realizó simulaciones de proceso con data que se encuentre dentro de los valores recomendados en la figura 18 configuraciones de contenidos grasos en los materiales de ingreso al flujo del proceso productivo, siendo los resultados los siguientes.

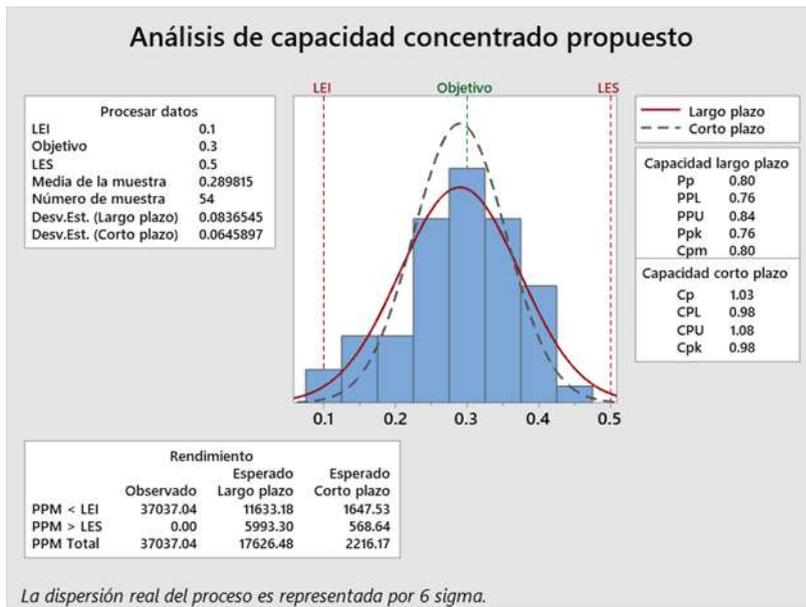


Figura 23. Análisis de capacidad de concentrado propuesto.

Fuente. elaboración propia.

La capacidad de proceso propuesta en esta etapa, tendría un Cp de 1.03 correspondiente a un proceso de clase 2, indicando que el proceso es adecuado para el trabajo, pero requiere de un control estricto conforme el Cp se acerca a uno. Además, podemos constatar un proceso centrado, ya que la campana de Gauss se encuentra ubicada entre el LEI y el LES, asegurando que el agua de cola se encuentre entre 0.1 y 0.5% de contenido graso, podremos asegurar que el concentrado ingresado a la línea de proceso se encuentre por debajo de 3%.

Estadísticas

Variable	N	N*	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo	Rango
Corregidio	54	18	0.2898	0.0837	0.0800	0.4600	0.3800

Figura 24. Análisis descriptivo del concentrado propuesto.

Fuente. elaboración propia.

Para el Cp en el concentrado se encuentre en 1.03, el contenido graso en el agua de cola debe contener mínimo de 0.084% y máximo 0.46%, con un rango de 0.38%.

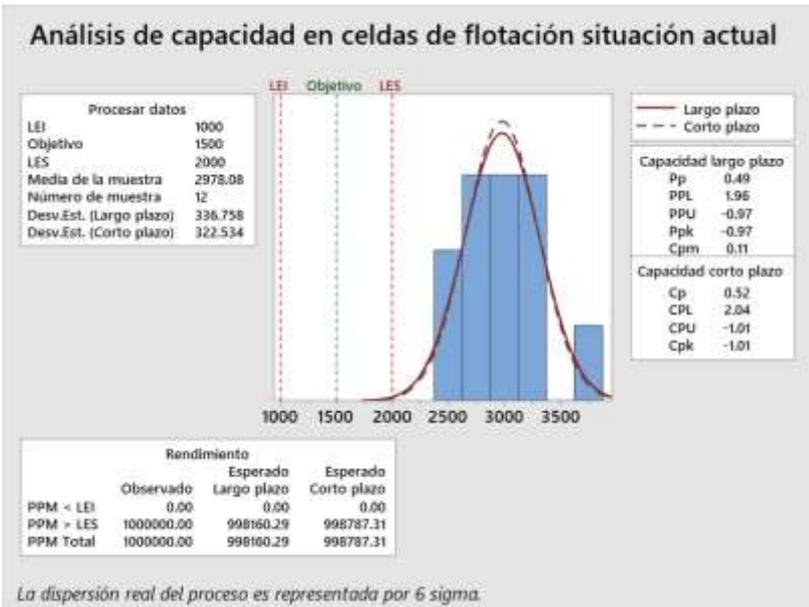


Figura 25. Índice de capacidad de celdas de flotación situación actual.

Fuente. elaboración propia.

La capacidad de proceso determinada en esta etapa, tienen un Cp de 0.52 correspondiente a un proceso de clase 4, indicando que el proceso no es adecuado para el trabajo y requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria. Además, podemos constatar un proceso no centrado, ya que la campana de Gauss se encuentra ubicada por encima del LES, siendo lo ideal que se encuentre centrada en el valor objetivo del proceso.

Luego de ver los Cp de cada uno de los flujos al ingreso de proceso de harina de pescado, se puede verificar el índice de calidad de harina de pescado para el periodo en análisis.

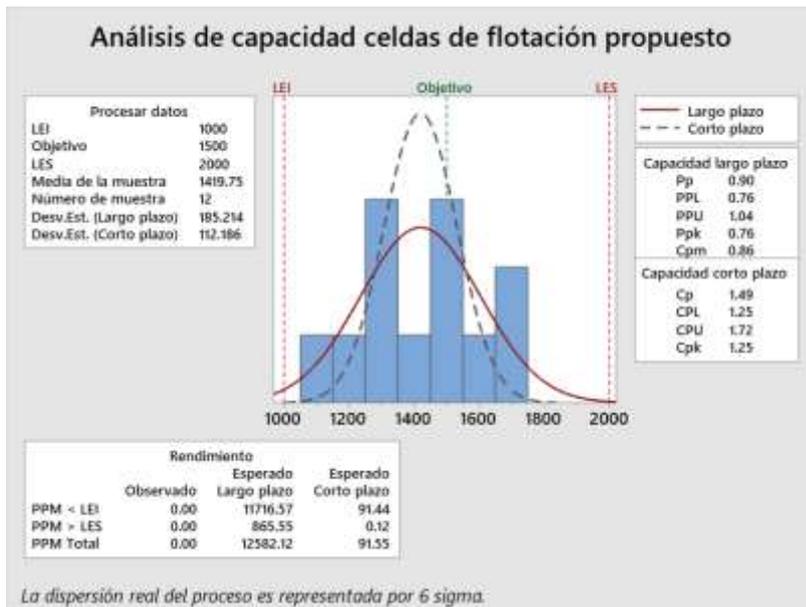


Figura 26. Análisis de capacidad celdas de flotación propuesto.

Fuente. elaboración propia.

La capacidad de proceso propuesta en esta etapa, tendría un Cp de 1.49 correspondiente a un proceso de clase 1, indicando que el proceso es más que adecuado. El que los resultados del agua de las celdas de flotación se encuentren entre el LEI y LES no garantiza obtener un lodo de torta ambiental por debajo de 5% de contenido graso, de acuerdo a balance de masa.

Estadísticas

Variable	N	N*	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo	Rango
Corregido	12	0	1419.8	185.2	1113.0	1682.0	569.0

Figura 27. Análisis descriptivo de celdas de flotación propuesto.

Fuente. elaboración propia.

Para el Cp en las celdas de flotación se encuentre en 1.49, el contenido graso en el efluente debe contener mínimo de 1113 ppm y máximo 1682 ppm, con un rango de 569 ppm.

3.5.8.2. Proceso de mejora propuesto

A continuación, se muestran resultados de la variable calidad, luego de haber realizado el cálculo con un contenido graso de 7%, tal cual indica la mejora que nos plantea el DoE.

Tabla 7. *Índice de calidad de harina de pescado en el escenario propuesto*

Semana	N° Rumas Súper Prime	N° Rumas Prime	N° Rumas Estándar	N° Rumas Total	% Calidad de harina escenario de mejora
21 - 2020	5	4		9	100.00%
22 - 2020	5	3	2	10	80.00%
23 - 2020	21	15	2	38	94.74%
24 - 2020	3	9	1	13	92.31%
26 - 2020	14	1		15	100.00%
27 - 2020	14	2	2	18	88.89%
46 - 2020	1	4	10	15	33.33%
47 - 2020	14	5	17	36	52.78%
48 - 2020	29	12	2	43	95.35%
49 - 2020	18	1		19	100.00%
3 - 2021	15	3	1	19	94.74%
4 - 2021	3	5	6	14	57.14%

Fuente. elaboración propia.

En referencia a la tabla 7, en las fechas 21 – 2020, 24 – 2020 y 49 – 2020, se observa un incremento hasta 100% en el índice de la calidad de harina de pescado, en las semanas 23 – 2020, 24 – 2020, 48 – 2020 y 3 – 2021, se observa incremento hasta más del 90%.

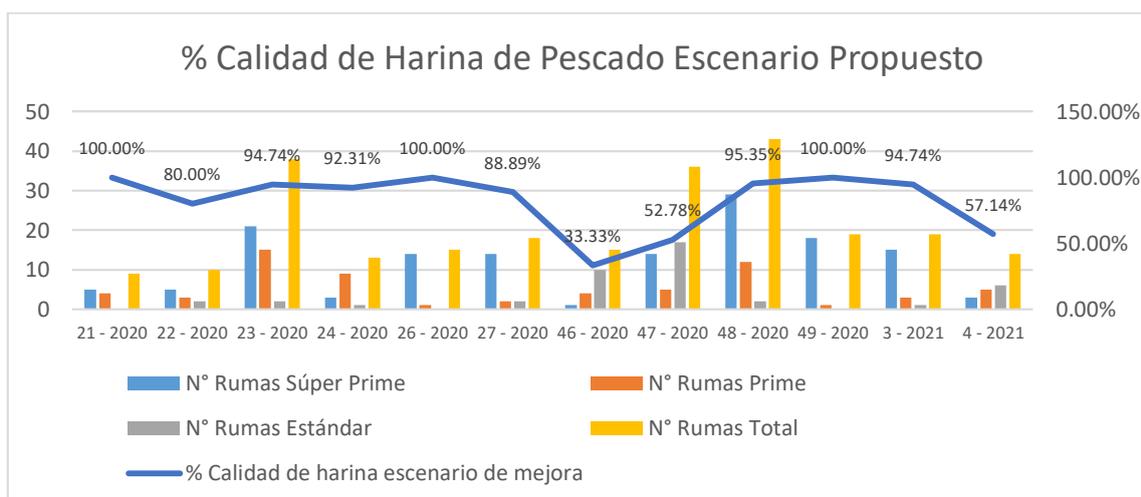


Figura 28. *Índice de calidad de harina de pescado en el escenario de mejora.*

Fuente. elaboración propia.

Estadísticas

Variable	Conteo		Suma de				
	total	Media	Desv.Est.	cuadrados	Mínimo	Q1	Mediana
% Calidad de harina escenario d	12	0.8244	0.2230	8.7025	0.3333	0.6286	0.9352
Variable	Q3	Máximo	Rango	Asimetría	Curtosis		
% Calidad de harina escenario d	0.9884	1.0000	0.6667	-1.35	0.66		

Figura 29. Análisis descriptivo del índice de calidad de harina de pescado en el escenario de mejora.

Fuente. elaboración propia.

En relación a la figura 29, se observa que la media del índice de calidad de harina de pescado en la situación sería 82.44%; el máximo valor del índice de calidad de harina es 100.00% y el mínimo es de 33.33%, siendo el rango 66.67%. Respecto a la asimetría, al ser negativa indica que existe un mayor predominio de índices de calidad de harina por encima de la media. En cuanto a la curtosis positiva presenta una distribución leptocúrtica, indica que las frecuencias del índice de calidad de harina presentan un decaimiento abrupto a los lados de la media.

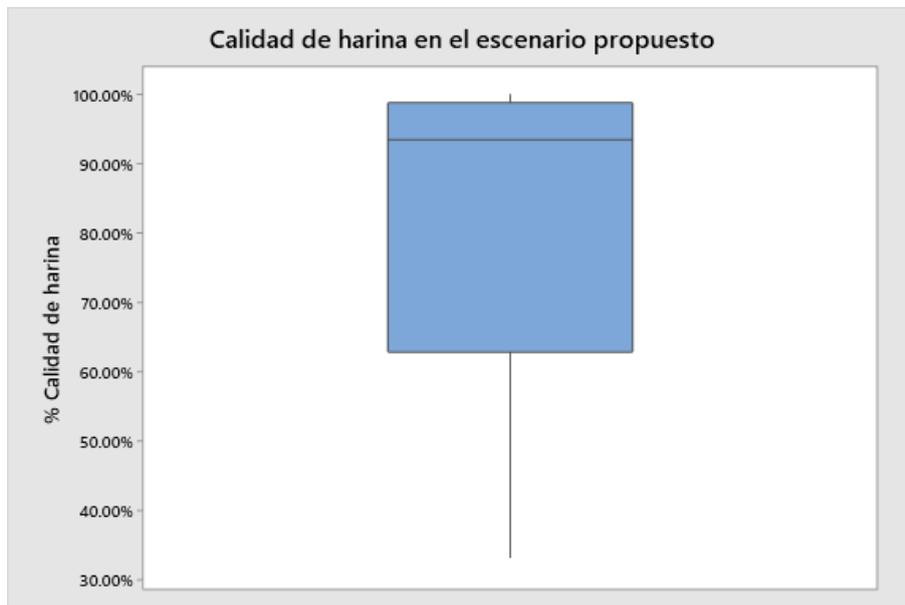


Figura 30. Diagrama de cajas y bigotes del índice de calidad de harina en el escenario propuesto.

Fuente. elaboración propia.

En la figura 30 se observa que el cuartil 50 corresponde a la mediana de 93.52%. Además, en la gráfica de cajas, por su tamaño podemos indicar la dispersión de los porcentajes, respecto a la media.

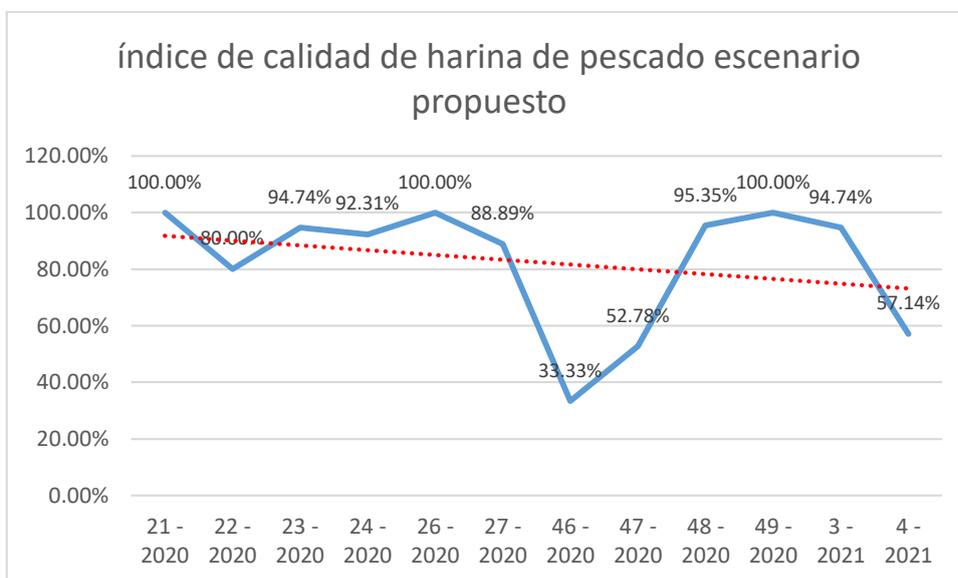


Figura 31. Diagrama lineal del índice de calidad de harina de pescado en el escenario actual.

Fuente. elaboración propia.

En la figura 31, del diagrama de índice de calidad de harina de pescado, la línea de tendencia es negativa y en relación al tiempo, el índice va a continuar reduciendo.

3.5.6. Análisis económico financiero

Tabla 8. *Financiamiento de La implementación*

Actividad	Costo \$
Automatización de Celdas DAF N° 1; 2 Y 3 Pisco	\$ 28,450.00
COMPRA DE COCINADOR DE 50TN PLANTA PISCO - Contrato N° 59123AFB	\$ 305,000.00
Overhaul de Prensa N° 3 Atlas Stord BS64 Pisco	\$ 120,000.00
	\$ 453,450.00

Fuente. elaboración propia.

Tabla 9. Análisis financiero

Flujo de Caja (En Dólares)							
Rubro/Años	0	1	2	3	4	5	
Producción de harina de pescado TM	0	10000	10000	10000	10000	10000	
Porcentaje de incremento de calidad	0	14%	14%	14%	14%	14%	
Harina con incremento de calidad TM	0	1400	1400	1400	1400	1400	
Incremento de precio de harina (\$)	\$ -	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	
Ingresos	\$ -	\$ 280,000.00	\$ 280,000.00	\$ 280,000.00	\$ 280,000.00	\$ 280,000.00	
Valor de Salvamento	\$ -	0	0	0	0	0	
Otros Ingresos	\$ -	0	0	0	0	0	
Ingresos Totales	\$ -	\$ 280,000.00	\$ 280,000.00	\$ 280,000.00	\$ 280,000.00	\$ 280,000.00	
Inversiones	\$ -453,450.00						
Costo de mantenimiento sistema automatización celdas		\$ -3,500.00	\$ -3,500.00	\$ -3,500.00	\$ -3,500.00	\$ -3,500.00	
Costos de mantenimiento cocina		\$ -	\$ -20,000.00	\$ -	\$ -	\$ -20,000.00	
Costos de mantenimiento prensa		\$ -	\$ -120,000.00	\$ -	\$ -	\$ -120,000.00	
Costos Totales	\$ -453,450.00	\$ -3,500.00	\$ -143,500.00	\$ -3,500.00	\$ -3,500.00	\$ -143,500.00	
Flujo de Caja Neto	\$ -453,450.00	\$ 276,500.00	\$ 136,500.00	\$ 276,500.00	\$ 276,500.00	\$ 136,500.00	
i = 0.2							
Rubros/Años	0	1	2	3	4	5	Total
Flujo de Caja Neto	\$ -453,450.00	\$ 276,500.00	\$ 136,500.00	\$ 276,500.00	\$ 276,500.00	\$ 136,500.00	
VAN	\$ -453,450.00	\$ 230,418.67	\$ 94,791.87	\$ 180,011.57	\$ 133,342.98	\$ 54,856.29	219,969.17
Saldo Acumulado	\$ -453,450.00	\$ -223,033.33	\$ -128,241.87	\$ 31,789.91	\$ 185,112.89	\$ 219,969.17	
Flujo de Caja (En Dólares)							
Rubro/Años	0	1	2	3	4	5	Total
Ingresos Totales	0	280,000	280,000	280,000	280,000	280,000	
VAB	0	233,333	194,444	162,037	136,031	112,526	837,371
Costos Totales	-453,450	-3,500	-143,500	-3,500	-3,500	-143,500	
VAC	-453,450	-2,917	-99,663	-2,025	-1,688	-67,869	-617,402
VAN	219,969.17						
TIR	41.61%						
r(B/C)	1.36						
PRI	2.80						

Fuente. elaboración propia.

En relación a la tabla 9 y realizado el análisis financiero de la implementación, para lo cual se proyectó 5 años, considerando una TREMA del 20% se obtienen una VAN de \$ 219,969.17, indicando que el proyecto puede ser aceptado debido a que el VAN es mayor que cero. Así mismo se calcula la TIR con un valor de 41.61%, aceptándose el proyecto debido a que la TIR es mayor que la TREMA. También se analizó y calculó el beneficio costo, obteniéndose un 1.36, aceptándose la inversión, indicando que por cada \$ 1 invertido se obtiene una ganancia de \$ 0.36. Finalmente se calcula el PRI teniendo un resultado de 2.8 años para recuperación de la inversión; para ser más exactos se tiene 2 años, 9 meses, 18 días y 12 horas.

3.6. Métodos de análisis de datos

Para el análisis de datos de la presente tesis se usará el software Microsoft Excel y minitab, se realizarán los cálculos de capacidad de proceso y medición del indicador de calidad de la producción de harina de pescado, luego de implementación de las mejoras se realizarán las mediciones de los mismos indicadores para poder verificar la efectividad de la implementación.

Análisis descriptivo

Las variables del trabajo de investigación son cuantitativas, debido a ello se realizarán las siguientes etapas para su análisis: Recolección de datos de las variables independientes, seguidamente se realizarán los cálculos de la capacidad de proceso en el software minitab, considerando el límite de especificación superior e inferior. Adicionalmente se realizará el cálculo de la calidad de harina de pescado utilizando el software Excel, en donde se determinará la distribución de las calidades súper prime, prime y estándar. Para la presentación de todos los indicadores se utilizarán gráficas estadísticas.

Análisis inferencial

Por medio de las pruebas de normalidad se podrá determinar si la data corresponde a distribución paramétricas o no paramétricas. Seguidamente se realizarán las pruebas de capacidad de proceso según corresponda el tipo de distribución.

3.7. Aspectos éticos

SALAZAR y otros (2018) mencionan que la ética es una rama de la filosofía considerada como conocimiento racional y ello la convierte en un instrumento para la investigación fundamentado y objetivo de los valores morales, debido a ello se requiere que el investigador demuestre lo más altos estándares en principio morales cuando va a desarrollar alguna investigación.

“La propiedad intelectual escrita propiamente, está referida a los derechos de autor” (DIAZ, 2018, p. 89) en función a ello, la fuente de datos corresponde a los registros de control de producción de una planta de elaboración de productos hidrobiológicos en Pisco en donde se realiza la investigación, se tuvo en consideración los principios de ética profesional de un futuro ingeniero.

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis descriptivo

El análisis descriptivo consiste en el cálculo de las estadísticas básicas para las dimensiones de la variable calidad, con la finalidad de contrastar la hipótesis de la presente investigación.

4.1.1 Comparación descriptiva de calidad de producto

Estadísticas

Variable	Conteo						
	total	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
% Calidad de harina actual	12	0.4489	0.2454	0.1000	0.8333	-0.04	-1.18
% Calidad de harina propuesto	12	0.8244	0.2230	0.3333	1.0000	-1.35	0.66

Figura 32. Comparación de calidad de producto.

Fuente. elaboración propia.

Respecto a la figura 32, evaluando la variable independiente y la dimensión calidad de producto, se puede determinar que la media del índice de calidad de harina en el escenario actual es de 44.89% y el índice de calidad de harina en el escenario propuesto es de 82.44%; la desviación estándar en el escenario actual es de 24.54, mientras que en el escenario propuesto es de 22.3% indicando que los datos presentan menos dispersión respecto a la media; el valor máximo alcanzado en el escenario actual es de 83.33% y en el escenario propuesto es de 100.00%; en los valores mínimos para el escenario actual se tiene 10.00% y en el escenario propuesto se tiene 33.33%; respecto a la asimetría en el escenario actual presenta un valor de -0.04 y en el escenario propuesto presenta un valor de -1.35 indicando que existen concentración de valores por encima de la media; respecto a los valores de curtosis en el escenario actual se encuentra con -1.18 indicando que las frecuencias presentan un decaimiento a los lados de la media y en el escenario propuesto presenta un valor de 0.66 indicando que las frecuencias presentan un decaimiento abrupto a los lados de la media.

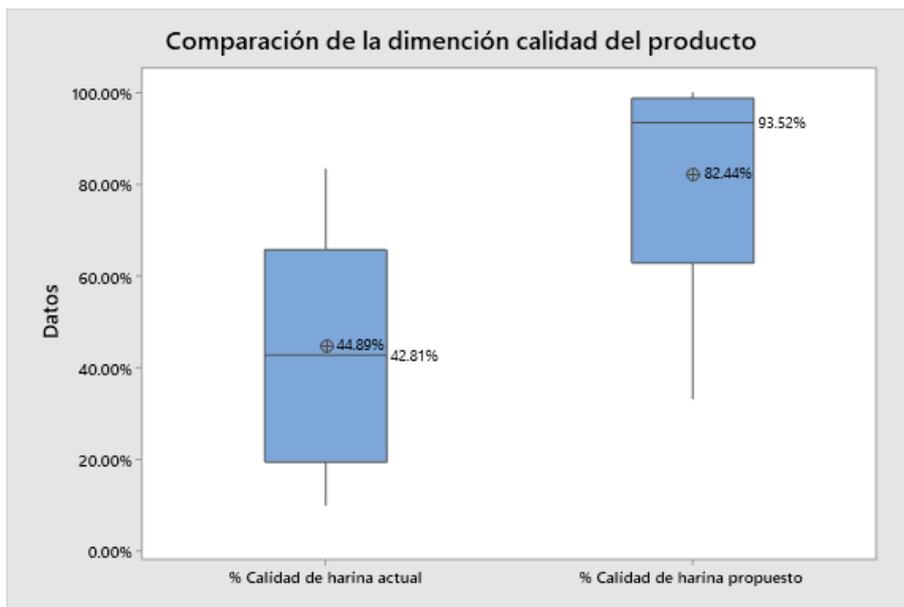


Figura 33. Comparación de la dimensión calidad de producto

Fuente. elaboración propia.

En la figura 33, se ha elaborado la gráfica de cajas y bigotes de la comparación de la dimensión “calidad de producto” en el escenario actual y en el escenario propuesto. En relación a la gráfica de cajas en el escenario actual, se observa que el primer cuartil tiene un resultado de 10% y 83.33% como máximo en el cuartil 4, con una media de 44.89% y una mediana de 42.81%; para el escenario propuestos se observa que el primer cuartil tiene un resultado de 33.33% y 100% como máximo en el cuartil 4, con una media de 82.44% y una mediana de 93.52.

4.2. Análisis inferencial

4.2.1. Análisis de hipótesis específica 1.

Ha: La mejora de procesos incrementa la calidad de producto respecto al índice de calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021.

Para realizar el contraste de la hipótesis alterna se determinó si los datos del índice de calidad de harina de pescado en el escenario actual y escenario propuesto provienen pertenecen a una distribución paramétrica o no paramétrica, seguidamente se realizó la prueba de normalidad, se consideró que

en ambos casos el tamaño de la muestra no supera los 50 datos, por ende, se realizará mediante el estadístico de Shapiro Wilk.

Tabla 10. Regla de decisión

Significancia	Muestra (antes)	Muestra (después)	Interpretación	Estadígrafo
$P_{sig} > 0.05$	Si	Si	Paramétrica	T-Student
$P_{sig} \leq 0.05$	Si	No	No paramétrica	Wilcoxon
$P_{sig} \leq 0.05$	No	Si	No paramétrica	Wilcoxon
$P_{sig} \leq 0.05$	No	No	No paramétrica	Wilcoxon

Fuente. (CONCHA, 2019, p.94).

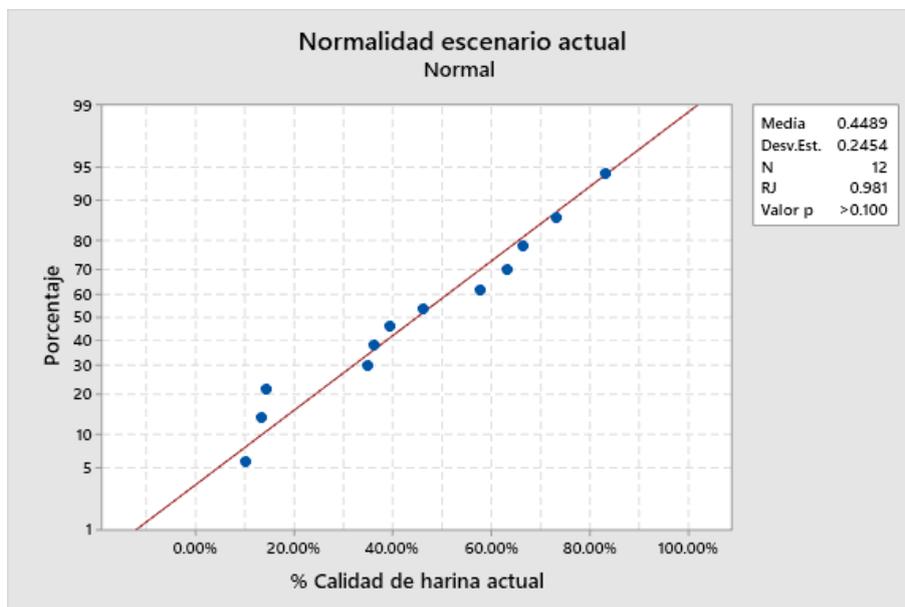


Figura 34. Prueba de normalidad escenario actual

Fuente. elaboración propia.

En referencia a la figura 34, se evidencia que índice de calidad de harina de pescado en el escenario actual presenta un valor $p > 0.1$ indicando que los datos provienen de una distribución normal.

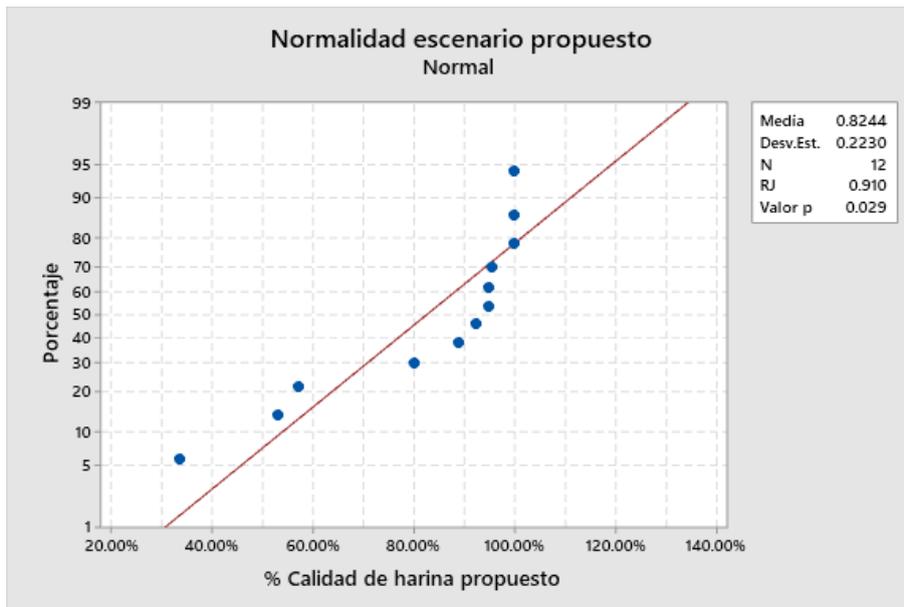


Figura 35. Prueba de normalidad escenario propuesto

Fuente. elaboración propia.

En referencia a la figura 35, se evidencia que el índice de calidad de harina de pescado en el escenario propuesto, presenta un valor p de 0.029; tomando en consideración las reglas detalladas en la tabla 10, se aplicará la prueba no paramétrica correspondiente a Wilcoxon, para realizar la prueba de hipótesis, comparando las medianas.

Contrastación de la hipótesis específica 1

Ha: La mejora de procesos incrementa la calidad de producto respecto al índice de calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021.

Ho: La mejora de procesos no incrementa la calidad de producto respecto al índice de calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021.

Regla de decisión:

Ho: $\eta_{Ea} \geq \eta_{Ep}$, se acepta la hipótesis nula

Ha: $\eta_{Ea} < \eta_{Ep}$, se acepta la hipótesis alterna

Estadísticas

Variable	Conteo					
	total	Media	Desv.Est.	Mínimo	Mediana	Máximo
% Calidad de harina actual	12	0.4489	0.2454	0.1000	0.4281	0.8333
% Calidad de harina propuesto	12	0.8244	0.2230	0.3333	0.9352	1.0000

Figura 36. Índice de calidad de harina de pescado actual y propuesto

Fuente. elaboración propia.

En relación a la figura 36, se evidencia que la mediana del índice de calidad de harina de pescado en el escenario actual presenta un valor de 42.81%, siendo menor al índice de calidad de harina de pescado en el escenario propuesto el mismo que presenta un valor de la mediana de 93.52%, siendo así no se da cumplimiento a la $H_0: \eta_{Ea} \geq \eta_{Ep}$, por ende se rechaza la hipótesis nula la misma que indica que la mejora de procesos no incrementa la calidad de producto respecto al índice de calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021 y acepta la hipótesis alterna demostrándose que a mejora de procesos incrementa la calidad de producto respecto al índice de calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021

Con la finalidad de constatar de que análisis es el correcto, se realizará la prueba de Wilcoxon en relación al índice de calidad de harina en el escenario propuesto.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0,05$, se rechaza la hipótesis nula.

Si $p\text{valor} > 0,05$, se acepta la hipótesis nula.

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta = 0.4281$

Hipótesis alterna $H_1: \eta > 0.4281$

Muestra	Número de Estadística		Valor p
	prueba	de Wilcoxon	
% Calidad de harina propuesto	12	77.00	0.002

Figura 37. Análisis Wilcoxon de la dimensión calidad de producto en el escenario propuesto

Fuente. Elaboración propia.

En relación a la figura 37, siendo el valor $p < 0.05$ y al 95% de confianza, se presenta evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna indicando que la mediana del índice de calidad de harina de pescado en el escenario propuesto es mayor a la mediana del índice de calidad de harina de pescado en el escenario actual, por ende: La mejora de procesos incrementa la calidad de producto respecto al índice de calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021.

4.2.3 Análisis de la hipótesis general

Ha: La mejora de procesos incrementa la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021.

Ho: La mejora de procesos no incrementa la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021.

Contrastación

Siendo nula la hipótesis específica, se rechaza la hipótesis nula general y se acepta la hipótesis alterna general, por ende: La mejora de procesos incrementa la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021.

V. DISCUSIÓN

De los hallazgos encontrados y de la evaluación de resultados en referencia a la hipótesis específica 1, siendo el nivel de significancia de la prueba de WILCOXON $p_valor = 0.002 < 0.05$; se rechaza la H_0 , concluyendo que la mejora de procesos incrementa la calidad de producto respecto al índice de calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021; debido a que la mediana evaluada en el escenario actual versus el escenario propuesto varía de 42.81% a 93.52%. Según los cálculos realizados, en el escenario actual el índice de calidad de harina de pescado alcanzó un mínimo de 10%, un máximo de 83.33% y una media de 44.89%, frente al escenario propuesto que alcanzó un mínimo de 33.33%, un máximo de 100% y una media de 82.44%. Así mismo se determinó la desviación estándar en el escenario actual con un valor de 24.54% frente a una desviación estándar en el escenario propuesto de 22.3%, indicando de esta manera que los datos se encuentran dispersos alrededor de la media. En relación a la asimetría en el escenario actual presenta un valor de -0.04, indicando que hay un ligero predominio de índices de calidad de harina superiores a la media; y en el escenario propuesto presenta un valor de -1.35 indicando que existe un mayor predominio de índices de calidad de harina por encima de la media. Respecto a la curtosis en el escenario actual presenta un valor de -1.18 (Platicúrtica) indicando que las frecuencias del índice de calidad de harina presentan un decaimiento lento a los lados de la media, mientras que la curtosis en el escenario propuesto presenta un valor de 0.66 (Leptocúrtica) indicando que las frecuencias del índice de calidad de harina presentan un decaimiento abrupto a los lados de la media. En el diagrama de cajas elaborado y presentado en la figura 33, se puede apreciar el incremento del índice de calidad del escenario actual versus el escenario propuesto luego de las mejoras implementadas, lo que corrobora lo indicado por PULIDO y otros (2020d) indicando que “la identificación, análisis, evaluación, tratamiento, comunicación y monitoreo de estos eventos no deseados garantizarán el incremento de la calidad en los productos y la productividad en el proceso productivo”; reafirmado que mejorando el índice de capacidad de los equipos incrementa el índice de calidad del producto final.

Para determinar el modelo ideal para obtener 7% de grasa en la harina de pescado, se ha aplicado el DoE (Diseño de experimentos), el mismo que en 3%

de grasa en el queque de prensa, 2% de grasa en el concentrado y 5% de grasa en la torta ambiental, con una recomendación de aplicación del 100%, en total se logró determinar 7 modelos que permitirían obtener grasas de 7.0% a 7.8%, cada uno con una deseabilidad compuesta de implementación que oscilaría entre 100% y 76.47%.

En referencia a la etapa de prensado, en el escenario actual, se tiene un Cp de 0.72 correspondiente a un proceso de clase 3, en el escenario actual se tendría un Cp de 1.33 correspondiente a un proceso de clase 2, siendo este el adecuado para el proceso, pero habría que realizar un control estricto en cuanto el Cp se acerque a 1.

En referencia a la etapa de concentrado de solubles, en el escenario actual, se tiene un Cp de 0.39 correspondiente a un proceso de clase 4, en el escenario propuesto se tendría un Cp de 1.03 correspondiente a un proceso de clase 2, siendo adecuado para el proceso, sin embargo requeriría de un control estricto en cuando el Cp se acerque a 1.

En referencia a la etapa de tratamiento de efluentes se tiene un Cp de 0.52 correspondiente a un proceso de clase 4, en el escenario propuesto se tendría un Cp de 1.49 correspondiente a un proceso de clase 1, en este caso no requeriría de un control estricto del proceso.

Así mismo, de los hallazgos encontrados y de la evaluación de los resultados en referencia a la hipótesis general, siendo el nivel de significancia de la prueba de WILCOXON $p_valor = 0.002 < 0.05$; se rechazó la H_0 , concluyendo que la mejora de procesos incrementa la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021; debido a que la mediana evaluada en el escenario actual versus el escenario propuesto varía de 42.81% a 93.52% y la media varía de 44.89% a 82.44%.

VI. CONCLUSIONES

Primera: En relación al objetivo específico 1, la mejora de procesos incrementa la calidad de producto respecto al índice de calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021, evidenciándose en el análisis de WILCOXON el mismo que presentó un $p_valor = 0.002$ al 95% de confianza.

Segunda: En relación al objetivo general, la mejora de procesos incrementa la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021, evidenciándose en el incremento del indicador calculado en el escenario actual versus el escenario propuesto, observando la variación de medianas de 42.81% a 93.52% y la media de 44.89% a 82.44% respectivamente, de esta manera se puede concluir que la propuesta formulada brinda una positiva contribución para el incremento del índice de calidad de harina de pescado.

VII. RECOMENDACIONES

Primera: En relación a la mejora de procesos se sugiere seguir las propuestas del presente trabajo de investigación debido a que con la aplicación del DoE (Diseño de experimentos) y la información del proceso productivo se determinó la receta ideal del ingreso de los materiales o materias primas al proceso productivo permitiendo el incremento del valor de Cp en los procesos analizados; así mismo por cada dimensión se sugiere:

- En relación al prensado, establecer como valor mínimo 3.13% y máximo de 3.58% para el contenido graso en el queque de prensa, para obtener un índice de Cp de 1.33.
- En relación al concentrado, establecer como valor mínimo 0.08% y máximo de 0.46% en con contenido graso del agua de cola, para obtener un contenido graso en el concentrado por debajo de 3% y un Cp de 1.03.
- En relación a la recuperación de sólidos del agua de bombeo, establecer un valor mínimo de 1113 ppm y un máximo de 1682 ppm de contenido graso en el efluente de celdas de flotación para obtener un contenido graso en el lodo ambiental por debajo de 5% y un Cp de 1.49.

Segunda: En relación a la calidad de harina de pescado, se sugiere seguir las propuestas del presente trabajo de investigación para maximizar la calidad de harina de pescado y por ende incrementar la rentabilidad del negocio, ya que de acuerdo al cálculo de viabilidad del proyecto realizado, se obtiene un costo beneficio \$1.36, indicando que por cada \$1 invertido se obtiene \$0.36 de ganancia y se lograría recuperar la inversión en tiempo de 2.8 años, obteniéndose un TIR al finalizar el proyecto de 41.61%, siendo mayor que la TREMA de 20% exigido por el sector.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

Astorga (2013). ASTORGA, J. Análisis estadístico de la caída de tensión en un sistema eléctrico de baja tensión. *Ingeniería Energética*, 2013, XXXIV (2), 151-162. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rie/v34n2/rie07213.pdf>

BENZAQUEN (2018). BENZAQUEN, J. La ISO 9001 y la administración de la calidad total en las empresas peruanas. *Universidad & Empresa*, 2018, 20 (35), 281-312. Disponible en: <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/view/6056/5894>

CABRERA y otros (2018a). CABRERA, R., MEDINA A., ABREU, R., GOMEZ, R., NOGUEIRA, D. Modelo para la mejora de procesos en contribución a la integración de sistemas. *Ingeniería Industrial*, 2018, XXXIV (1),15-23. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rrii/v39n1/rrii03118.pdf>

CABRERA y otros (2018b). CABRERA, Ricardo, MEDINA Alberto, ABREU, R., GOMEZ, R., NOGUEIRA, D., Modelo para la mejora de procesos en contribución a la integración de sistemas. *Ingeniería Industrial*, 2018, XXXIV (1), 15-23 Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rrii/v39n1/rrii03118.pdf>

CAMARENA & ARMEBIANCHI (2019). OSORES CAMARENA, Y.M, WIESE ARMEBIANCHI, L.G. *Factores determinantes que impactaron en la evolución de las exportaciones de la harina de pescado con partida arancelaria 2301.20.11.00, hacia el mercado de la República Popular China, en el marco del tratado de libre comercio Perú-República Popular China en el período 2012-2017*. Tesis pre grado. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas. Programa Académico De Negocios Internacionales. Lima 2019. Disponible en:

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626383/Osores_CY.pdf?sequence=3&isAllowed=y

CANALES y otros (2017a). CANALES FLORES, E.R, HUAMANÍ GALLEGOS, L.F, MEDRANO LOZANO, M.H, VILLASIS IZAGUIRRE, M.G. *Planeamiento estratégico para la industria de harina y aceite de pescado del Perú*. Tesis post grado. Pontificia Universidad Católica Del Perú. Departamento de Administración Estratégica de Empresas. Surco, 2017. Disponible en:

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/8994/CA>

[NALES HUAMANI PLANEAMIENTO HARINA.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/8994/CANALES_HUAMANI_PLANEAMIENTO_HARINA.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

CANALES y otros (2017b) CANALES FLORES, E.R, HUAMANÍ GALLEGOS, L.F, MEDRANO LOZANO, M.H, VILLASIS IZAGUIRRE, M.G. *Planeamiento estratégico para la industria de harina y aceite de pescado del Perú*. Tesis post grado. Pontificia Universidad Católica Del Perú. Departamento de Administración Estratégica de Empresas. Surco, 2017. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/8994/CANALES_HUAMANI_PLANEAMIENTO_HARINA.pdf?sequence=3&isAllowed=y

CARRIÓN & CORNEJO, (2015a). CARRIÓN ZAMBRANO, S.M., CORNEJO GUANANGA, K.S. *Estudio de factibilidad económico financiero para la creación de una planta procesadora de harina y aceite de pescado en la provincia de el oro*. Tesis pre grado. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Guayaquil 2015. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/4093/1/T-UCSG-PRE-ECO-GES-153.pdf>

CARRIÓN & CORNEJO, (2015b). CARRIÓN ZAMBRANO, S.M., CORNEJO GUANANGA, K.S. *Estudio de factibilidad económico financiero para la creación de una planta procesadora de harina y aceite de pescado en la provincia de el oro*. Tesis pre grado. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Guayaquil 2015. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/4093/1/T-UCSG-PRE-ECO-GES-153.pdf>

CONCHA, 2019, p.94. CONCHA ROSALES, L. *Gestión de Almacenes para mejorar el nivel de Servicio en el área de despacho de la empresa Hipermercado Cerámico las Flores SAC, Lima*. Universidad César Vallejo. Facultad De Ingeniería y Arquitectura. Lima, 2020. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52956/Concha_RL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CONTRERAS & MEDINA (2018). CONTRERAS, A., MEDINA, A. Diseño de procesos para reducir tiempo en lista de espera traumatológica no garantizada, Hospital público Chileno. Revista Médica Risaralda, 2018, 24

- (1), 43 – 48. Disponible en: <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistamedica/article/view/14591>
- CORONA (2016). CORONA, J. Apuntes sobre métodos de investigación. *Medisur*, 2016, 14 (1), 81-82. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ms/v14n1/ms16114.pdf>
- D. SOUSA y otros (2007). D. SOUSA, V., DRIESSNACK, M., COSTAS, I. Revisión de diseños de investigación resaltantes para enfermería. parte 1: diseños de investigación cuantitativa. *Revista Latino-am Enfermagem*, 2007, 15 (3), 1-6. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rlae/a/7zMf8XypC67vGPrXVrVFGdx/?format=pdf&lang=es>
- DÍAZ, 2018, p. 89. DÍAZ, J. Políticas públicas en propiedad intelectual escrita. una escala de medición para educación superior del Perú. *Revista Venezolana de Gerencia*. 2018, 23 (81), 88-105. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/23470/23679>
- DÍAZ (2017). DÍAZ, R. *Fundamentos básicos de cálculos de ingeniería química con enfoque en alimentos*. Machala: UTMACH, 2018. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12514/1/FunamentosBasicosDeIngenieriaQuimica.pdf>
- ESPINOZA & HERNÁNDEZ (2015). ESPINOZA TANTALEAN, D., HERNÁNDEZ QUISPE, J.L., *Potencial de absorción del aserrín mediante variación de tiempo y peso, para incrementar la remoción de hidrocarburos en cuerpos de agua*. Tesis pre grado. Universidad César Vallejo. Facultad De Ingeniería y Arquitectura. Chiclayo, 2020. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50259/Espinoza_TD.%20Hernandez_QJL%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- HERNÁNDEZ & DA SILVA (2015a). HERNANDEZ, C., DA SILVA, F. Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad. *Revista tecnología química*, 2015, 26 (1), 104-116. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v36n1/rtq10116.pdf>
- HERNÁNDEZ & DA SILVA (2015b). HERNANDEZ, C., DA SILVA, F. Aplicación del control estadístico de procesos (CEP) en el control de su calidad. *Revista tecnología química*, 2015, 26 (1), 104-116. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v36n1/rtq10116.pdf>

LEÓN y otros (2018). LEÓN, C., MENÉNDEZ, A., RODRÍGUEZ, I., LÓPEZ, B., GARCÍA, M., FERNÁNDEZ, S. Importancia de un sistema de gestión de la calidad en la Universidad de Ciencias Médicas. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 2018, 22 (6), 843-857. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/amc/v22n6/1025-0255-amc-22-06-843.pdf>

LOZADA, 2014, p.34. LOZADA, J. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 2014, 3 (1), 47-50. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>

MANTEROLA y otros (2018). MANTEROLA, C., GRANDE, L., OTZEN, T., GARCÍA, N., SALAZAR, P., QUIROZ, G. Confiabilidad, precisión o reproducibilidad de las mediciones. Métodos de valoración, utilidad y aplicaciones en la práctica clínica. *Revista Chilena Infectol*, 2018, 35 (6), 680-688. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rci/v35n6/0716-1018-rci-35-06-0680.pdf>

MEDINA y otros (2019). MEDINA, A., NOGUEIRA, D., HERNÁNDEZ A., COMAS, R. Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 2019, 27 (2), 328-342. Disponible en: https://www.ingeniare.cl/index.php?option=com_ingeniare&view=d&doc=101/15-328-MEDINA_LEON-27-2.pdf&aid=729&vid=101&lang=es

MEJÍA (2016a). MEJÍA MEJIA, J.M. *Propuesta de mejora del proceso de producción en una empresa que produce y comercializa microformas con valor legal*. Tesis pre grado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Facultad de Ingeniería. Lima, 2016. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/606233/MEJIA_MJ.pdf;jsessionid=72245AB1A61582A16F28AC264F1AF107?sequence=1

MEJÍA (2016b). MEJÍA MEJIA, J.M. *Propuesta de mejora del proceso de producción en una empresa que produce y comercializa microformas con valor legal*. Tesis pre grado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Facultad de Ingeniería. Lima, 2016. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/606233/ME>

[JIA MJ.pdf;jsessionid=72245AB1A61582A16F28AC264F1AF107?sequence=1](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/606233/MEJIA_MJ.pdf;jsessionid=72245AB1A61582A16F28AC264F1AF107?sequence=1)

MEJÍA (2016c). MEJÍA MEJIA, J.M. *Propuesta de mejora del proceso de producción en una empresa que produce y comercializa microformas con valor legal*. Tesis pre grado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Facultad de Ingeniería. Lima, 2016. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/606233/MEJIA_MJ.pdf;jsessionid=72245AB1A61582A16F28AC264F1AF107?sequence=1

MONTAÑO y otros (2018). MONTAÑO, K., PRECIADO, J., ROBLES, J., CHAVEZ, L. Métodos de trabajo para mejorar la competitividad del sistema de uva de mesa sonorenses. *Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo regional*, 2018, 28 (52), 2-25
Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/esracdr/v28n52/0188-4557-esracdr-28-52-00009.pdf>

NORMA INTERNACIONAL ISO 9000 (2015). Organización Internacional de Normalización. Norma Internacional ISO 9000:2015, 15 Septiembre 2015, [Consulta: 15 Junio 2021, 20:50]. Disponible en: <http://www.umc.edu.ve/pdf/calidad/normasISO/ISO%209000-2015.pdf>

ORTIZ & GONZALES (2018). ORTIZ, Y., GONZÁLES, I. Control estadístico de procesos en organizaciones del sector servicios. *Respuestas*, 2018, 23 (S1), 42–49. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/331617522_Control_estadistico_d_e_procesos_en_organizaciones_del_sector_servicios

PEÑA & FELIZZOLA (2020). PEÑA, L., FELIZZOLA, H. Optimización de la capacidad de producción en una empresa de alimentos usando simulación de eventos discretos. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 2020, 28 (2), 277-292. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v28n2/0718-3305-ingeniare-28-02-277.pdf>

POLANIA (2019). POLANIA PRICE, J.D. *Realizar un análisis de control de capacidad en líneas de productos de la empresa manufacturera—Cali*. Tesis pre grado. Universidad Autónoma de Occidente. Departamento de Administración y Finanzas. Santiago de Cali, 2019. Disponible en:

<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/11742/T08886.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

PULIDO y otros (2020a). PULIDO, A., RUIZ, A., ORTIZ, L. Mejora de procesos de producción a través de la gestión de riesgos y herramientas estadísticas. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 2020, 28 (1), 56-67. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v28n1/0718-3305-ingeniare-28-01-56.pdf>

PULIDO y otros (2020b). PULIDO, A., RUIZ, A., ORTIZ, L. Mejora de procesos de producción a través de la gestión de riesgos y herramientas estadísticas. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 2020, 28 (1), 56-67. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v28n1/0718-3305-ingeniare-28-01-56.pdf>

PULIDO y otros (2020c). PULIDO, A., RUIZ, A., ORTIZ, L. Mejora de procesos de producción a través de la gestión de riesgos y herramientas estadísticas. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 2020, 28 (1), 56-67. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v28n1/0718-3305-ingeniare-28-01-56.pdf>

PULIDO y otros (2020d). PULIDO, A., RUIZ, A., ORTIZ, L. Mejora de procesos de producción a través de la gestión de riesgos y herramientas estadísticas. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 2020, 28 (1), 56-67. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v28n1/0718-3305-ingeniare-28-01-56.pdf>

PULIDO (2015). PULIDO, M. Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. *Opción*, 2015, 31 (1), 1137-1156 Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/310/31043005061.pdf>

QUIROA, 2020, p. S/n. Myriam Quiroa. Proceso industrial. 08 diciembre 2020, [Consulta: 15 Junio 2021, 20:25]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/proceso-industrial.html>

RENDÓN y otros (2016). RENDÓN, M., VILLASÍS, M., MIRANDA, M. Estadística descriptiva. *Revista Alergia México*, 2016, 63 (4), 397-407. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755026009.pdf>

ROY y otros (2019). ROY, I., RIVAS, R., PEREZ, M., PALACIOS, L. Correlación: no toda correlación implica causalidad. *Revista Alergia México*,

2019, 66 (3), 354-360. Disponible en:
<http://www.scielo.org.mx/pdf/ram/v66n3/2448-9190-ram-66-03-354.pdf>

SALAZAR & FERMÍN (2017). SALAZAR, E., FERMÍN, J. Un índice de capacidad de procesos para distribuciones multivariadas no normales de variables correlacionadas y no correlacionadas. *Ingeniería Industrial*, 2017, 01 (35), 55-75. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/3374/337453922003.pdf>

SALAZAR y otros (2018). SALAZAR, M., ICAZA, M., ALEJO, O. La importancia de la ética en la investigación. *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*. 2018, 10 (1), 305-311. Disponible en:
<http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v10n1/2218-3620-rus-10-01-305.pdf>

SÁNCHEZ y otro (2014). SÁNCHEZ, P., CEBALLOS, F., SÁNCHEZ, G. Análisis del proceso productivo de una empresa de confecciones: modelación y simulación. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*. 2014, 25 (2), 137-150. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/911/91142868008.pdf>

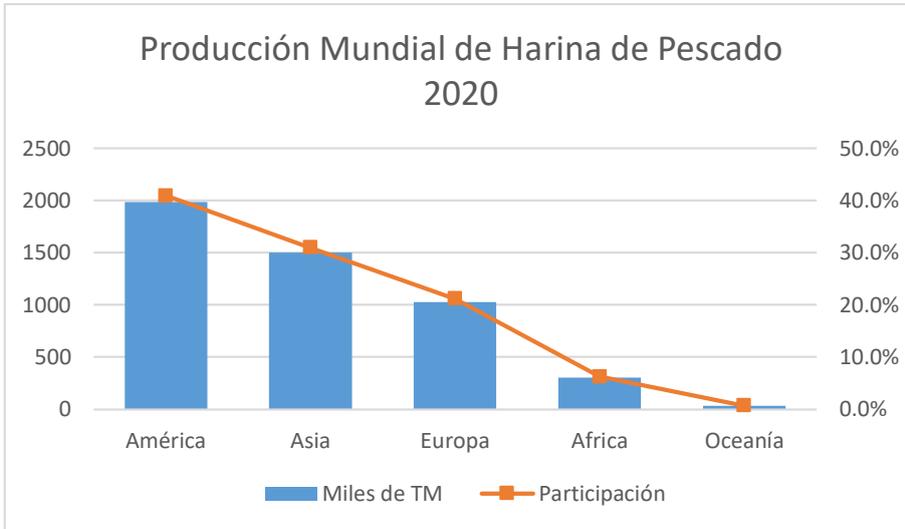
VÁSQUEZ (2018). VÁSQUEZ ESPINOZA, A.M. *Importancia del diagrama de causa y efecto como herramienta para mejorar la gestión de calidad en la empresa Laar Courier*. Tesis pre grado. Universidad Técnica de Machala. Unidad Académica De Ciencias Empresariales. Machala, 2018. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12058/1/ECUACE-2018-CI-DE00192.pdf>

VENTURA (2017a). VENTURA, J. ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista Cubana de Salud Pública*. 2017, 43 (3), 648-649. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rcsp/v43n4/spu14417.pdf>

VENTURA (2017b). VENTURA, J. ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. *Revista Cubana de Salud Pública*. 2017, 43 (3), 648-649. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rcsp/v43n4/spu14417.pdf>

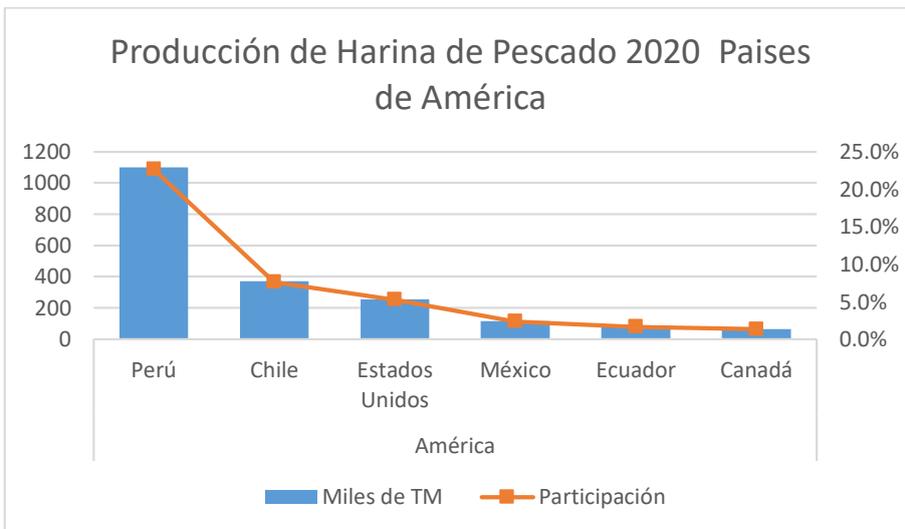
ANEXOS

Anexo 1. Gráfica de producción mundial de harina de pescado 2020



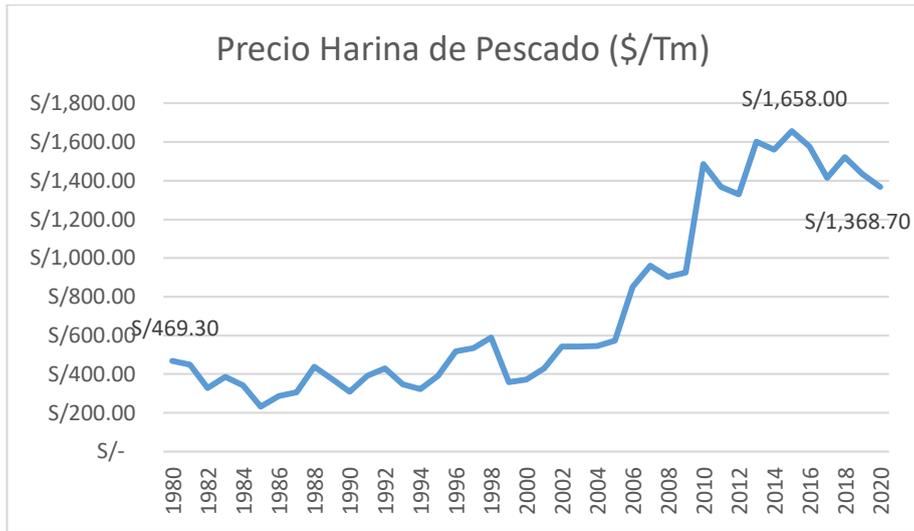
Fuente. elaboración propia.

Anexo 2. Producción de Harina de pescado 2020 – Países de América



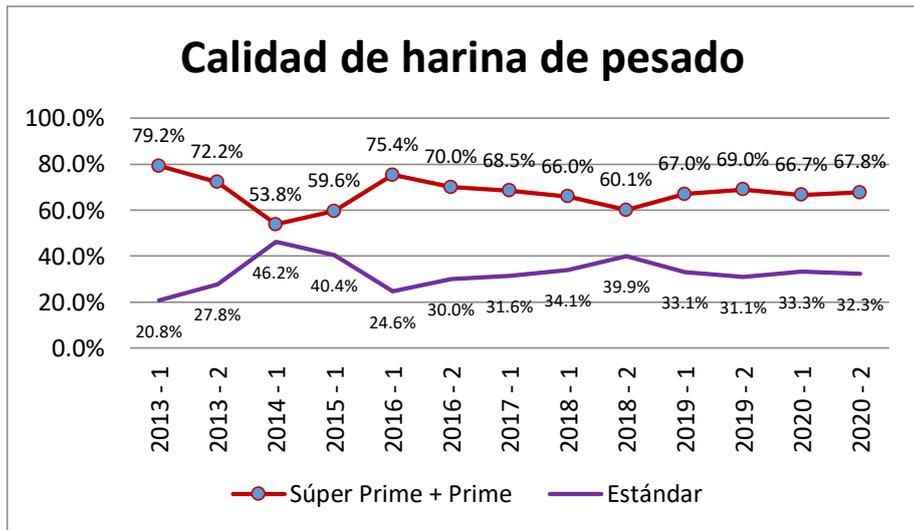
Fuente. elaboración propia.

Anexo 3. Evolución del precio de la harina de pescado



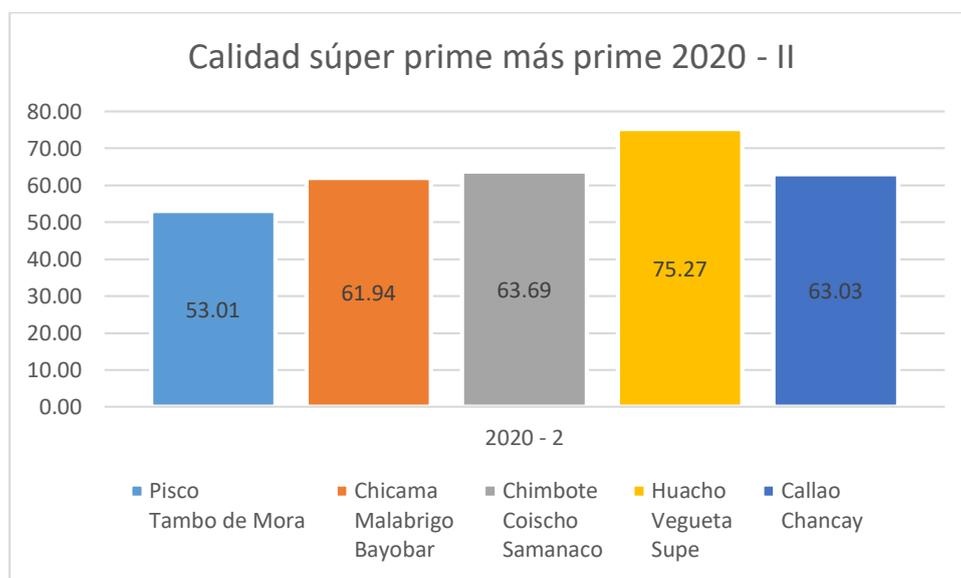
Fuente. elaboración propia.

Anexo 4. Evolución de la calidad de harina de pescado súper prime más prime



Fuente. elaboración propia.

Anexo 5. Distribución de calidad súper prime más prime por puertos agrupados



Fuente. elaboración propia.

Anexo 6. Especificaciones técnicas – comerciales de la harina de pescado

Componente	Límite o rango
Proteína	Mín. 67
Humedad	Máx. 10%
Grasa	Máx. 10%
Cenizas	Máx. 18%
TBVN	Máx. 120 mg/100g
Histamina	Máx. 1100 ppm
Cloruros	Máx. 5%

Fuente. elaboración propia.

Anexo 7. Matriz de Correlación

	PROTEIN A	GRAS A	HUMEDAD	CENIZA S
PROTEINA	1.00			
GRASA	-0.53	1.00		
HUMEDAD	-0.35	-0.15	1.00	
CENIZAS	-0.41	-0.21	-0.22	1.00

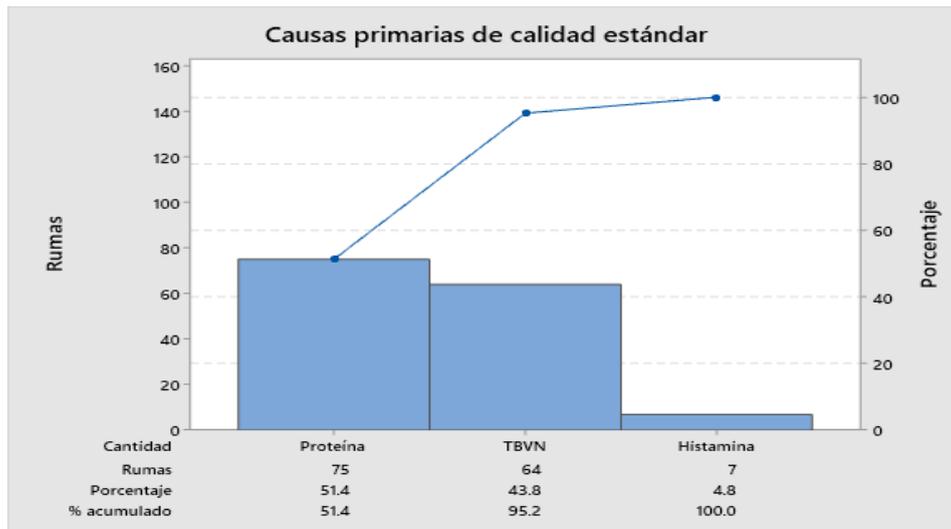
Fuente. elaboración propia.

Anexo 8. Matriz de Correlación (Vester)

Ramal	ítem	Causas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	Puntaje	Ponderado	
Mano de Obra	1	Analista no validado	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	2	0	0	8	0.02	
	2	Operador no entrenado	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	1	2	2	2	2	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	19	0.05	
Maquinas	3	Planta sub-dimensionada	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0.04	
	4	Equipos PAMA sub-dimensionados	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0.04	
	5	Falta de mantenimiento predictivo	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	5	0.01	
	6	Ineficiente mantenimiento preventivo	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	9	0.02
	7	Caída de tensión	0	0	0	0	1	1	0	3	0	0	0	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0.05	
	8	Caída de presión de vapor	0	2	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	16	0.04	
Materiales	9	Destroz. Mat. prima > 5%	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	2	2	0	2	0	0	3	0	0	0	2	0	1	0	0	16	0.04	
	10	Juvenil mat. prima > 10%	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0.02	
	11	Grasa mat. prima > 5%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0.02	
	12	Grasa Agua de bombeo > 3%	0	1	0	0	0	0	0	0	3	2	2	0	3	0	2	0	0	2	1	0	0	1	1	1	1	1	21	0.06	
	13	Grasa efluentes DAF > 0.2	0	1	0	2	1	1	0	0	3	1	2	2	0	0	3	0	0	2	1	0	0	1	1	1	1	1	24	0.07	
	14	Grasa Keke prensa > 4%	0	2	2	0	1	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	1	1	1	1	0	0	21	0.06	
	15	Grasa lodo deshidratado > 6%	0	1	0	2	1	1	1	0	2	1	2	2	2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	23	0.06	
	16	Grasa agua de cola > 0.5	0	1	2	0	1	1	2	2	0	0	1	0	0	1	0	0	2	1	0	1	1	1	1	1	0	0	19	0.05	
Métodos	17	Deficiente cocción del pescado	0	2	2	0	1	1	2	3	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	20	0.06	
	18	Relación A/P en descarga < 1:1	0	1	1	2	1	1	0	0	2	0	0	2	2	0	2	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	19	0.05	
	19	Exceso de carga de pesca de EP	0	0	1	2	0	0	0	0	2	0	0	2	2	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	15	0.04	
Mediciones	20	Análisis no validados	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	6	0.02	
	21	NIR descalibrado	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	7	0.02	
	22	Falta de manómetros	2	2	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0.03	
	23	Falta de termómetros	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9	0.02	
	24	Instrumentos no verificados	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0.03	
Medio Ambiente	25	Exceso pesca	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	1	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	10	0.03	
	26	Oleajes anómalos	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	8	0.02	

Fuente. elaboración propia.

Anexo 9. Causas primarias de calidad estándar



Fuente. elaboración propia.

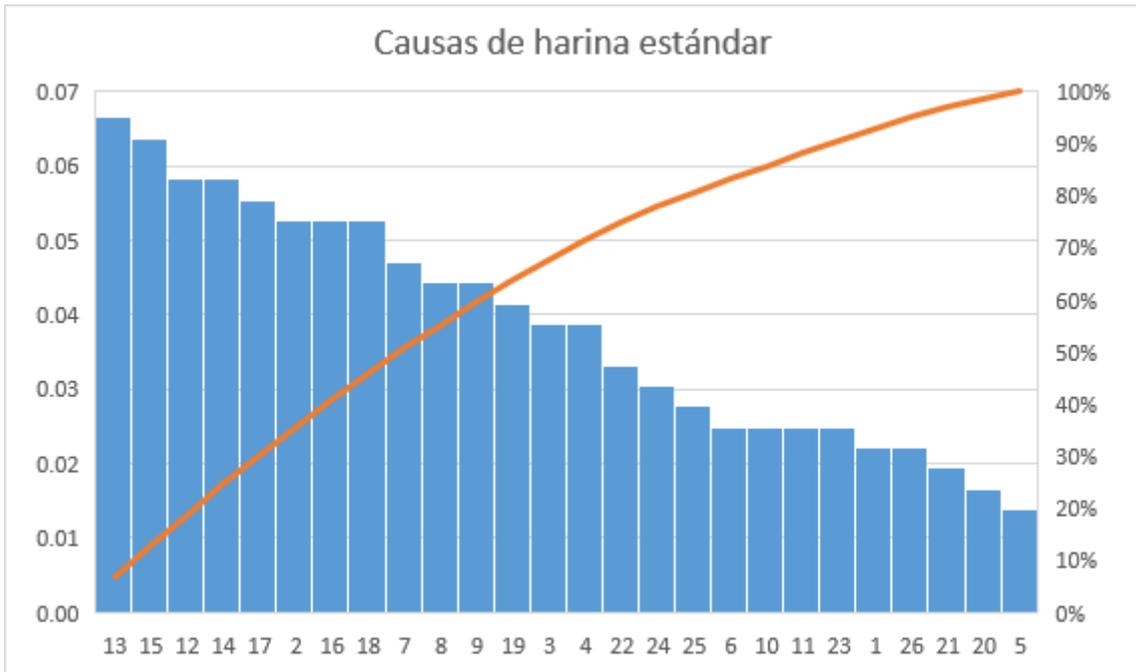
En el diagrama de Pareto podemos determinar que, de las rumas o lotes evaluados, la primera causa de la calidad estándar corresponde a la desviación de la proteína, uno de los componentes químicos de la harina de pescado, que representa el 51.4% del total de rumas o lotes desviados. La segunda causa de la harina estándar corresponde al TVBN, representando un 43.8% del total de rumas o lotes desviados, con un porcentaje acumulado del 95.2% de la harina desviada. La tercera causa de la calidad de estándar corresponde a la histamina con un 4.8% de la harina desviada por este factor.

Anexo 10. Diagrama Causa – Efecto de pérdida de calidad de harina de pescado



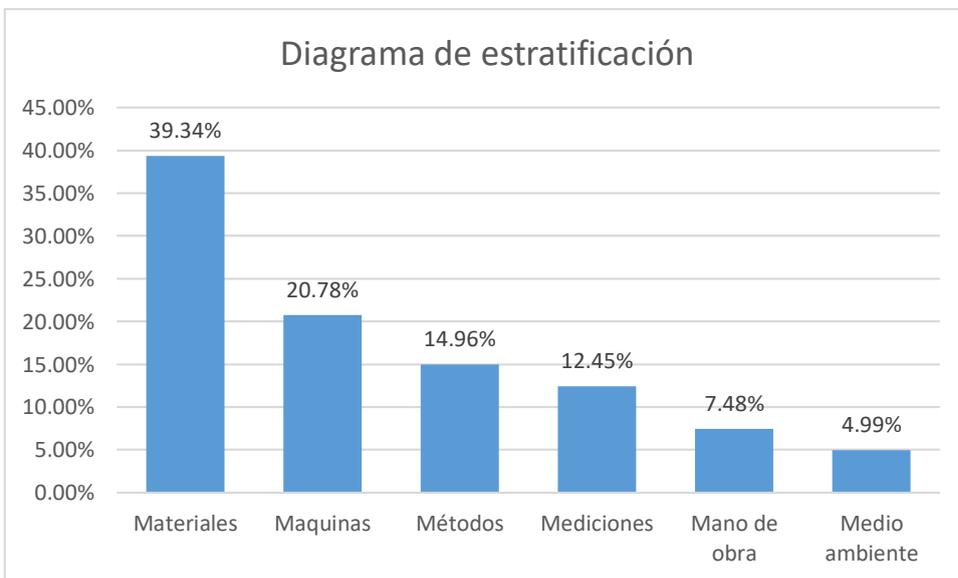
Fuente. elaboración propia.

Anexo 11. Diagrama de Pareto – causas de harina estándar.



Fuente. elaboración propia.

Anexo 12. Diagrama de estratificación



Fuente. elaboración propia.

Anexo 13. Registro de resultados de análisis de laboratorio

Planta	RUMA N°	CALIDAD PROCESO	CALIDAD ANÁLISIS	REFERENCIA CLASIFICACION (SGS)	Temporada	Semana	FECHA DE PRODUCCION	FECHA DE PRODUCCION	PROTEINA %	GRASA %	HUMEDAD %	CENIZAS %	CLORURO %	TVBN (mg/100g)	FFA %	HISTAMINIR	Granulometría	Suma de Aproximal
Pisco	9-001	Súper Prime	Prime	Estándar	1	21	20/05/2020		67.1	7.88	7.14	18.15	4.74	86	4.96	50.32		100.27
Pisco	9-002	Súper Prime	Estándar	Estándar	1	21	20/05/2020	21/05/2020	66.73	8.64	6.98	17.65	4.4	103	4.97	95.2	99.22	100.00
Pisco	9-003	Prime	Prime	Súper Prime	1	21	21/05/2020		68.52	6.52	6.55	18.31	5.58	102	6.33	108.9		99.90
Pisco	9-004	Prime	Estándar	Prime	1	21	21/05/2020		68	7.58	6.58	17.84	6.09	121	6.73	440.36	99.07	100.00
Pisco	9-005	Estándar	Estándar	Prime	1	21	21/05/2020		69.85	6.78	5.76	17.61	5.68	128	6.41	966.28	99.3	100.00
Pisco	9-006	Estándar	Estándar	Prime	1	21	21/05/2020		67.07	7.66	7.53	17.74	5.15	139	7.53	758.24	98.78	100.00
Pisco	9-007	Prime	Estándar	Estándar	1	21	21/05/2020	22/05/2020	65.84	8.45	7.76	17.95	4.99	122	6.36	0	98.54	100.00
Pisco	9-008	Prime	Estándar	Prime	1	21	22/05/2020	30/05/2020 01/06/2020	67.09	7.94	7.12	17.85	3.88	121	7.1	0.001		100.00
Pisco	9-009	Estándar	Prime	Prime	1	21	22/05/2020	30/05/2020	67.97	8.19	6.18	17.66	4.57	118	7.79	164.69	99.51	100.00
Pisco	9-010	Estándar	Prime	Prime	1	22	30/05/2020		68.16	7.73	6.43	17.88	3.95	112	6.68	0.0001	99	100.00
Pisco	9-011	Estándar	Estándar	Estándar	1	22	30/05/2020		65.77	8.13	7.05	19.05	5.38	123	6.81	0	98.56	100.00
Pisco	9-012	Estándar	Estándar	Estándar	1	22	30/05/2020	31/05/2020	64.82	8.7	8.09	18.39	5.6	125	7.55	0	99.18	100.00
Pisco	9-013	Súper Prime	Prime	Prime	1	22	30/05/2020	24/06/2020 28/06/2020	68.56	8.33	6.58	16.53	3.12	105	8.1	236	98.92	100.00
Pisco	9-014	Estándar	Estándar	Prime	1	22	30/05/2020	31/05/2020	68.3	8.62	6.03	17.69	4.4	128	6.6	137	99.2	100.64
Pisco	9-015	Estándar	Estándar	Estándar	1	22	31/05/2020	25/06/2020 28/06/2020	67.23	8.33	7.61	16.83	3.98	128	7.82	51	99.17	100.00
Pisco	9-016	Estándar	Estándar	Prime	1	22	31/05/2020		66.74	8.21	6.66	18.39	4.04	97	6.69	0	99.74	100.00
Pisco	9-017	Estándar	Estándar	Estándar	1	22	31/05/2020		65.83	8.28	7.6	18.29	4.64	105	7.66	0	99.42	100.00
Pisco	9-018	Estándar	Estándar	Estándar	1	22	31/05/2020		66.09	8.01	7.27	18.63	4.63	111	6.58	0	98.96	100.00

Fuente. elaboración propia.

Anexo 14. Matriz de Operacionalización

Mejora de procesos en la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos Pisco 2021

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	FÓRMULA	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE: Mejora de procesos	“Un proceso industrial es un conjunto de actividades que se realizan para convertir la materia prima en un producto final” (QUIROA, 2021, p. S/n)	Cálculo correspondiente a la aplicación de fórmulas para la determinación del índice capacidad de proceso de los flujos de ingreso al proceso de harina de pescado.	Prensado	Capacidad de proceso	$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$ CP: índice de Capacidad del prensado LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ: Desviación típica Medición: Semanal	Valor
			Concentrado de solubles	Capacidad de proceso	$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$ CP: índice de Capacidad del concentrado LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ: Desviación típica Medición: Semanal	Valor
			Recuperación de sólidos del agua de bombeo	Capacidad de proceso	$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$ CP: índice de Capacidad de la producción de torta ambiental LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ: Desviación típica Medición: Semanal	Valor
DEPENDIENTE: Calidad	“Grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos” (ISO 9001:2015).	Cálculo correspondiente a la aplicación de fórmulas para la determinación del porcentaje de harina súper prime más prime en función a una temporada de pesca.	Calidad de producto	Índice de calidad de harina de pescado	$\%C.H = \frac{SP + P}{TR}$ %C.H: Índice de Calidad de Harina SP: N° Rumas Súper Prime P: N° Rumas Prime TR: Total de Rumas Medición: Semanal	Valor

Fuente. elaboración propia.

Anexo 15. Matriz de Coherencia

Mejora de procesos en la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos Pisco 2021

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿Cómo la mejora de procesos incrementa la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021?	Determinar como la mejora de procesos incrementa la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021	La mejora de procesos incrementa la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021.
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS
¿Cómo la mejora de procesos incrementa la calidad de producto respecto al Índice de calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021?	Determinar como la mejora de procesos incrementa la calidad de producto respecto al índice de calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021.	La mejora de procesos incrementa la calidad de producto respecto al índice de calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos ubicado en Pisco año 2021

Fuente. elaboración propia.

Anexo 16. Certificados de validez

Experto 1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CARTA DE PRESENTACIÓN

Lima, 2 de mayo de 2021

Señor: Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante del taller de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Lima Norte, requiero validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: "Mejora de procesos en la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos Pisco 2021" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente,



Firma
Campos Zegarra, Ricardo César
D.N.I: 42259309

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Independiente: Mejora de procesos

"Un proceso industrial es un conjunto de actividades que se realizan para convertir la materia prima en un producto final" (QUIROA, 2021, p. Sin).

Dimensiones de la variable: Mejora de procesos

Dimensión 1: Prensado

"Esta etapa corresponde a un proceso de prensado mecánico de la materia prima proveniente del cocinador, la cual proporciona el Licor de Prensa, que corresponde a la fase líquida y la Torta de Prensa que constituye la fase sólida. La masa de producto es fuertemente comprimida por los tornillos, escurriendo un Licor de prensa a través de las rejillas, y una masa más sólida o Torta de prensa por el extremo" (CÁRDENAS, 2015, p. 13).

$$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

Dónde:

CP: Índice de Capacidad del prensado

LES: Límite de Especificación Superior

LEI: Límite de Especificación Inferior

σ : Desviación típica

Dimensión 2: Concentrado de solubles

Respecto al concentrado soluble, FERNANDEZ (2014) nos dice que es un proceso de recuperación de sólidos mediante la evaporación del agua contenida en el agua de cola, que consiste en llevar de 9% a 40%, aproximadamente, la concentración de los sólidos solubles. (p. 15).

$$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

Dónde:

CP: Índice de Capacidad del prensado

LES: Límite de Especificación Superior

LEI: Límite de Especificación Inferior

σ : Desviación típica

Dimensión 3: Recuperación de sólidos del agua de bombeo

Respecto a la recuperación de sólidos, FERNÁNDEZ (2014) nos dice consiste en producir una sedimentación acelerada del lodo del clarificador. Para alcanzar dicho objetivo éste aumenta la fuerza centrífuga mediante una rotación a altas velocidades. Las variables a tener en cuenta en este proceso son, el nivel de llenado, la velocidad de rotación y el flujo del líquido. (p. 13).

$$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

Dónde:

CP: Índice de Capacidad del prensado

LES: Límite de Especificación Superior

LEI: Límite de Especificación Inferior

σ : Desviación típica

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Dependiente: Calidad

"Grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos" (ISO 9001:2015).

Dimensiones de la variable: Calidad

Dimensión 1: Calidad de producto

"La calidad tiene que ver con cuán adecuado es un producto o servicio para el uso que se pretende hacer de él; en otras palabras, para aquello que desea el cliente" (LIZARZABURU, 2015, p. 36).

$$\%C.H = \frac{SP + P}{TR}$$

Dónde:

%C.H: Índice de Calidad de Harina

SP: N° Rumas Súper Prime

P: N° Rumas Prime

TR: Total de Rumas

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	FÓRMULA	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE: Mejora de procesos	"Un proceso industrial es un conjunto de actividades que se realizan para convertir la materia prima en un producto final" (QUIROA, 2021, p. S/n)	Cálculo correspondiente a la aplicación de fórmulas para la determinación del índice capacidad de proceso de los flujos de ingreso al proceso de harina de pescado.	Prensado	Capacidad de proceso	$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$ CP: índice de Capacidad del prensado LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ : Desviación típica Medición: Semanal	Valor
			Concentrado de solubles	Capacidad de proceso	$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$ CP: índice de Capacidad del concentrado de solubles LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ : Desviación típica Medición: Semanal	Valor
			Recuperación de sólidos del agua de bombeo	Capacidad de proceso	$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$ CP: índice de Capacidad de la recuperación de sólidos del agua de bombeo LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ : Desviación típica Medición: Semanal	Valor
DEPENDIENTE: Calidad	"Grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos" (ISO 9001:2015).	Cálculo correspondiente a la aplicación de fórmulas para la determinación del porcentaje de harina súper prime más prime en función a una temporada de pesca.	Calidad de producto	Índice de calidad de harina de pescado	$\%C.H = \frac{SP + P}{TR}$ %C.H: Índice de Calidad de Harina SP: N° Rumas Súper Prime P: N° Rumas Prime TR: Total de Rumas Medición: Semanal	Valor

Fuente: Elaboración propia.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MEJORA DE PROCESOS EN LA CALIDAD DE HARINA DE PESCADO EN PLANTAS DE PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS PISCO 2021

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: MEJORA DE PROCESOS							
Dimensión 1: Prensado CP: Índice de Capacidad del prensado LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ : Desviación típica $CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$	X		X		X		
Dimensión 2: Concentrado de solubles CP: Índice de Capacidad del concentrado de solubles LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ : Desviación típica $CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$	X		X		X		
Dimensión 3: Recuperación de sólidos del agua de bombeo CP: Índice de Capacidad de la recuperación de sólidos del agua de bombeo LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ : Desviación típica $CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$	X		X		X		
VARIABLE DEPENDIENTE: CALIDAD	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Dimensión 1: Calidad de producto %C.H: Índice de Calidad de Harina SP: N° Rumas Súper Prime P: N° Rumas Prime TR: Total de Rumas $\%C.H = \frac{SP + P}{TR}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. Dr.: **Jorge Rafael Díaz Dumont**

DNI: **08698815**

Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial**

2 de mayo de 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna al enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.



Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont (PND)
 INVESTIGADOR EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
 SNACTT - REGISTRO PROFESIONAL 1987

 Firma del Experto Informante

Act
 Ve a

Experto 2



CARTA DE PRESENTACIÓN

Lima, 8 de mayo de 2021

Señor: Dr. Jorge Lázaro Franco Medina

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante del taller de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Lima Norte, requiero validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: "Mejora de procesos en la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos Pisco 2021" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente.

Firma

Campos Zegarra, Ricardo César
D.N.I: 42259309



DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Independiente: Mejora de procesos

“Un proceso industrial es un conjunto de actividades que se realizan para convertir la materia prima en un producto final” (QUIROGA, 2021, p. 5/n).

Dimensiones de la variable: Mejora de procesos

Dimensión 1: Prensado

“Esta etapa corresponde a un proceso de prensado mecánico de la materia prima proveniente del cocinador, la cual proporciona el Licor de Prensa, que corresponde a la fase líquida y la Torta de Prensa que constituye la fase sólida. La masa de producto es fuertemente comprimida por los tornillos, escumiendo un Licor de prensa a través de las rejillas, y una masa más sólida o Torta de prensa por el extremo” (CÁRDENAS, 2015, p. 13).

$$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

Dónde:

CP: índice de Capacidad del prensado

LES: Límite de Especificación Superior

LEI: Límite de Especificación Inferior

σ : Desviación típica

Dimensión 2: Concentrado de solubles

Respecto al concentrado soluble, FERNANDEZ (2014) nos dice que es un proceso de recuperación de sólidos mediante la evaporación del agua contenida en el agua de cola, que consiste en llevar de 9% a 40%, aproximadamente, la concentración de los sólidos solubles. (p. 15).

$$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

Dónde:

CP: índice de Capacidad del prensado

LES: Límite de Especificación Superior

LEI: Límite de Especificación Inferior

σ : Desviación típica

Dimensión 3: Recuperación de sólidos del agua de bombeo

Respecto a la recuperación de sólidos, FERNÁNDEZ (2014) nos dice consiste en producir una sedimentación acelerada del lodo del clarificador. Para alcanzar dicho objetivo éste aumenta la fuerza centrífuga mediante una rotación a altas velocidades. Las variables a tener en cuenta en este proceso son, el nivel de llenado, la velocidad de rotación y el flujo del líquido. (p. 13).

$$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

Dónde:

CP: Índice de Capacidad del prensado

LES: Límite de Especificación Superior

LEI: Límite de Especificación Inferior

σ : Desviación típica

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Dependiente: Calidad

"Grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos" (ISO 9001:2015).

Dimensiones de la variable: Calidad

Dimensión 1: Calidad de producto

"La calidad tiene que ver con cuán adecuado es un producto o servicio para el uso que se pretende hacer de él; en otras palabras, para aquello que desea el cliente" (LIZARZABURU, 2015, p. 36).

$$\%C.H = \frac{SP + P}{TR}$$

Dónde:

%C.H: Índice de Calidad de Hanna

SP: N° Rumas Súper Prime

P: N° Rumas Prime

TR: Total de Rumas



MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	FÓRMULA	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE: Mejora de procesos	"Un proceso industrial es un conjunto de actividades que se realizan para convertir la materia prima en un producto final" (QUIROA, 2021, p. S/n)	Cálculo correspondiente a la aplicación de fórmulas para la determinación del índice capacidad de proceso de los flujos de ingreso al proceso de harina de pescado.	Prensado	Capacidad de proceso	$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$ CP: índice de Capacidad del prensado LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ: Desviación típica Medición: Semanal	Valor
			Concentrado de solubles	Capacidad de proceso	$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$ CP: índice de Capacidad del concentrado de solubles LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ: Desviación típica Medición: Semanal	Valor
			Recuperación de sólidos del agua de bombeo	Capacidad de proceso	$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$ CP: índice de Capacidad de la recuperación de sólidos del agua de bombeo LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ: Desviación típica Medición: Semanal	Valor
DEPENDIENTE: Calidad	"Grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos" (ISO 9001:2015).	Cálculo correspondiente a la aplicación de fórmulas para la determinación del porcentaje de harina súper prime más prime en función a una temporada de pesca.	Calidad de producto	Índice de calidad de harina de pescado	$\%C.H = \frac{SP + P}{TR}$ %C.H: Índice de Calidad de Harina SP: N° Rumas Súper Prime P: N° Rumas Prime TR: Total de Rumas Medición: Semanal	Valor

Fuente: Elaboración propia.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MEJORA DE PROCESOS EN LA CALIDAD DE HARINA DE PESCADO EN PLANTAS DE PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS PISCO 2021

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: MEJORA DE PROCESOS							
Dimensión 1: Prensado CP: índice de Capacidad del prensado LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ : Desviación típica	X		X		X		
Dimensión 2: Concentrado de solubles CP: índice de Capacidad del concentrado de solubles LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ : Desviación típica	X		X		X		
Dimensión 3: Recuperación de sólidos del agua de bombeo CP: índice de Capacidad de la recuperación de sólidos del agua LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ : Desviación típica	X		X		X		
VARIABLE DEPENDIENTE: CALIDAD							
Dimensión 1: Calidad de producto %C.H: Índice de Calidad de Harina SP: N° Rumas Súper Prime P: N° Rumas Prime TR: Total de Rumas	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

ENCIA _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr.: **Jorge Lázaro Franco Medina**

DNI: 06104551

Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial**

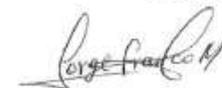
8 de mayo de 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante

Activar Win
Ve a Configura

Experto 3



CARTA DE PRESENTACIÓN

Lima, 2 de mayo de 2021

Señor: Mag. Gustavo Adolfo Montoya Cárdenas

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante del taller de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Lima Norte, requiero validar los instrumentos con los cuales recoger la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optar el título de Ingeniero Industrial.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es: "Mejora de procesos en la calidad de harina de pescado en plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos Pisco 2021" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en el tema a desarrollar.

El expediente de validación, que se le hace llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente.



Firma
Campos Zegarra, Ricardo César
D.N.I: 42259309

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Independiente: Mejora de procesos

"Un proceso industrial es un conjunto de actividades que se realizan para convertir la materia prima en un producto final" (QUIROA, 2021, p. 5/n).

Dimensiones de la variable: Mejora de procesos

Dimensión 1: Prensado

"Esta etapa corresponde a un proceso de prensado mecánico de la materia prima proveniente del cocinador, la cual proporciona el Licor de Prensa, que corresponde a la fase líquida y la Torta de Prensa que constituye la fase sólida. La masa de producto es fuertemente comprimida por los tornillos, escurriendo un Licor de prensa a través de las rejillas, y una masa más sólida o Torta de prensa por el extremo" (CÁRDENAS, 2015, p. 13).

$$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

Dónde:

CP: Índice de Capacidad del prensado

LES: Límite de Especificación Superior

LEI: Límite de Especificación Inferior

σ : Desviación típica

Dimensión 2: Concentrado de solubles

Respecto al concentrado soluble, FERNANDEZ (2014) nos dice que es un proceso de recuperación de sólidos mediante la evaporación del agua contenida en el agua de cola, que consiste en llevar de 9% a 40%, aproximadamente, la concentración de los sólidos solubles. (p. 15).

$$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

Dónde:

CP: Índice de Capacidad del prensado

LES: Límite de Especificación Superior

LEI: Límite de Especificación Inferior

σ : Desviación típica

Dimensión 3: Recuperación de sólidos del agua de bombeo

Respecto a la recuperación de sólidos, FERNÁNDEZ (2014) nos dice consiste en producir una sedimentación acelerada del lodo del clarificador. Para alcanzar dicho objetivo éste aumenta la fuerza centrífuga mediante una rotación a altas velocidades. Las variables a tener en cuenta en este proceso son, el nivel de llenado, la velocidad de rotación y el flujo del líquido. (p. 13).

$$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

Dónde:

CP: índice de Capacidad del prensado

LES: Límite de Especificación Superior

LEI: Límite de Especificación Inferior

σ : Desviación típica

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

Variable Dependiente: Calidad

"Grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos" (ISO 9001:2015).

Dimensiones de la variable: Calidad

Dimensión 1: Calidad de producto

"La calidad tiene que ver con cuán adecuado es un producto o servicio para el uso que se pretende hacer de él; en otras palabras, para aquello que desea el cliente" (LIZARZABURU, 2015, p. 36).

$$\%C.H = \frac{SP + P}{TR}$$

Dónde:

%C.H: Índice de Calidad de Harina

SP: N° Rumas Súper Prime

P: N° Rumas Prime

TR: Total de Rumas



MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	FÓRMULA	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE: Mejora de procesos	"Un proceso industrial es un conjunto de actividades que se realizan para convertir la materia prima en un producto final" (QUIROA, 2021, p. S/n)	Cálculo correspondiente a la aplicación de fórmulas para la determinación del índice capacidad de proceso de los flujos de ingreso al proceso de harina de pescado.	Prensado	Capacidad de proceso	$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$ CP: índice de Capacidad del prensado LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ: Desviación típica Medición: Semanal	Valor
			Concentrado de solubles	Capacidad de proceso	$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$ CP: índice de Capacidad del concentrado de solubles LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ: Desviación típica Medición: Semanal	Valor
			Recuperación de sólidos del agua de bombeo	Capacidad de proceso	$CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$ CP: índice de Capacidad de la recuperación de sólidos del agua de bombeo LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ: Desviación típica Medición: Semanal	Valor
DEPENDIENTE: Calidad	"Grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos" (ISO 9001:2015).	Cálculo correspondiente a la aplicación de fórmulas para la determinación del porcentaje de harina súper prime más prime en función a una temporada de pesca.	Calidad de producto	Índice de calidad de harina de pescado	$\%C.H = \frac{SP + P}{TR}$ %C.H: Índice de Calidad de Harina SP: N° Rumas Súper Prime P: N° Rumas Prime TR: Total de Rumas Medición: Semanal	Valor

Fuente: Elaboración propia.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MEJORA DE PROCESOS EN LA CALIDAD DE HARINA DE PESCADO EN PLANTAS DE PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS HIDROBIOLÓGICOS PISCO 2021

VARIABLE / DIMENSIÓN	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: MEJORA DE PROCESOS							
Dimensión 1: Prensado CP: índice de Capacidad del prensado LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ : Desviación típica $CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$	X		X		X		
Dimensión 2: Concentrado de solubles CP: índice de Capacidad del concentrado de solubles LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ : Desviación típica. $CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$	X		X		X		
Dimensión 3: Recuperación de sólidos del agua de bombeo CP: índice de Capacidad de la recuperación de sólidos del agua de bombeo LES: Límite de Especificación Superior LEI: Límite de Especificación Inferior σ : Desviación típica $CP = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$	X		X		X		
VARIABLE DEPENDIENTE: CALIDAD	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Dimensión 1: Calidad de producto %C.H: índice de Calidad de Harina SP: N° Rumas Súper Prime P: N° Rumas Prime TR: Total de Rumas $\%C.H = \frac{SP + P}{TR}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Mag.: Gustavo Adolfo Montoya Cárdenas

DNI: 07500140

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

2 de mayo de 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es sencillo, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



GUSTAVO ADOLFO
MONTAYA CÁRDENAS
INGENIERO INDUSTRIAL
DNI N° 07500140

Firma del Experto Informante

Activar Wi
Ve a Configurar