



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Programación lineal entera en el homogenizado de harina de pescado para optimizar  
utilidad, empresa La Chimbotana S.A.C. Chimbote – 2019.”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

**AUTORES:**

Pascual Saldaña, Brandon Luis (ORCID: 0000-0001-7068-0337)

Santos Arenas, Luis David (ORCID: 0000-0002-5603-0386)

**ASESORES:**

Mgtr. Esquivel Paredes, Lourdes Jossefyne (ORCID: 0000-0001-5541-2940)

Ms. Calla Delgado, Víctor Fernando (ORCID: 0000-0002-7502-5806)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Gestión empresarial y productiva

CHIMBOTE – PERÚ

2019

## **Dedicatoria**

**A Dios**, por permitirme culminar mis estudios superiores iluminándome y guiándome en cada momento para seguir por el camino correcto y así lograr alcanzar mis metas.

**A nuestros padres**, quienes se esfuerzan a diario y me brindan incondicionalmente su apoyo moral y económico.

**A mis amigos y todas aquellas personas especiales**, que en algún momento me aconsejaron, estuvieron a mi lado en los días buenos y malos dándome fuerzas y alegrías necesarias para seguir adelante.

## **Agradecimiento**

**A Dios**, por guiar nuestros pasos y estar a nuestro lado ayudándonos a cumplir nuestros objetivos ya que sin el nada sería posible.

**A nuestros Padres**, por hacer un esfuerzo en apoyarnos en toda la etapa de nuestras vidas.

**A la Universidad César Vallejo**, por darnos la oportunidad de pertenecer a esta casa de estudios.

**A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial**, por compartir sus enseñanzas durante nuestra vida universitaria.

## **Página del jurado**

## Declaratoria de autenticidad

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

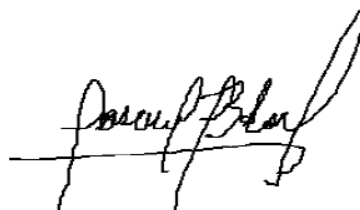
Nosotros; Pascual Saldaña, Brandon Luis con DNI 76148541, y Santos Arenas, Luis David con DNI N° 70130490, estudiantes de la Facultad De Ingeniería de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada Programación lineal entera en el homogenizado de harina de pescado para optimizar utilidad, empresa La Chimbotana S.A.C. Chimbote 2019

Declaramos bajo juramento que:

- 1) La tesis es de nuestra autoría.
- 2) Respetamos las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido autoplagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Nuevo Chimbote, octubre del 2019



# Índice

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento .....	ii
Página del jurado .....	iii
Declaratoria de autenticidad .....	iv
Índice.....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>17</b>
<b>II.1 Tipo y diseño de investigación.....</b>	<b>17</b>
<b>II.2 Variables, operacionalización .....</b>	<b>18</b>
<b>II.2.1 Identificación de variables.....</b>	<b>18</b>
II.2.2 Operacionalización de variables.....	19
<b>II.3 Población y muestra.....</b>	<b>21</b>
<b>II.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....</b>	<b>21</b>
<b>II.5 Procedimiento .....</b>	<b>22</b>
<b>II.6 Métodos de análisis de datos. ....</b>	<b>23</b>
<b>II.7 Aspectos éticos .....</b>	<b>24</b>
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
<b>III.1 Ingresos, costos y utilidades obtenidas por la homogenización de harina de pescado.</b> .....	<b>25</b>
<b>III.2 Modelos de programación lineal entera para el homogenizado de harina de pescado.</b> .....	<b>27</b>
<b>III.3 Utilidad después de aplicar la programación lineal entera para el homogenizado de     harina de pescado.....</b>	<b>30</b>
<b>IV. Discusión .....</b>	<b>33</b>
<b>V. Conclusiones.....</b>	<b>36</b>
<b>VI. Recomendaciones .....</b>	<b>37</b>
<b>VII. Referencias .....</b>	<b>38</b>
<b>VIII. Anexos .....</b>	<b>43</b>

## Resumen

La presente tesis se realizó con el fin de encontrar una función objetivo que nos permita homogenizar las cantidades necesarias tanto de harina de pescado entero como harina residual respectivamente cumpliendo con los parámetros y requisitos de la harina SUPER PRIME, que nos brinda PRODUCE para así poder exportar sin tener ninguna complicación, teniendo en cuenta la información brindada por PRODUCE se diseñaron modelos matemáticos basados en la programación lineal entera usando el software WinQSB a fin de conseguir las cantidades optimas a mezclar en cuanto a las harinas de pescado entero y residual, ya que en un principio la empresa homogenizaba 0.95 toneladas de harina de pescado entero y 0.05 toneladas de harina de pescado residual. Durante el desarrollo en la presente tesis se identificó que el precio de venta de la harina SUPER PRIME es de \$ 2050 dólares, también se identificó que el costo de producción por tonelada depende de cada tipo de harina de pescado y la utilidad por tonelada; en cuanto a la harina de pescado entero su costo por tonelada es de \$ 1300 dólares y la harina de pescado residual su costo es de \$ 800 dólares, obteniendo una utilidad en la homogenización de las harinas mencionadas anteriormente de \$ 770 dólares por tonelada. Finalmente plasmando la información obtenida por el software WinQSB, se determina que las cantidades a homogenizar son de 0.9217 toneladas de harina de pescado entero y 0.0783 toneladas de harina de pescado residual obteniendo así una utilidad de \$ 789.1304 dólares por tonelada, mediante la programación lineal entera se optimizo la utilidad en \$ 19.1304 dólares por tonelada, por ende la propuesta resulta ser aceptable y rentable para la empresa La Chimbotana S.A.C.

Palabras claves: Programación lineal entera, optimización, utilidad

## **Abstract**

This thesis was carried out in order to find an objective function that allows us to homogenize the necessary quantities of both whole fish meal and residual flour respectively, complying with the parameters and requirements of SUPER PRIME flour, which PRODUCE provides us in order to export without having any complications, taking into account the information provided by PRODUCE, mathematical models were designed based on the entire linear programming using the WinQSB software in order to achieve the optimal quantities to be mixed in terms of whole and residual fish meal, since in Initially, the company homogenized 0.95 tons of whole fishmeal and 0.05 tons of residual fishmeal. During the development of this thesis it was identified that the selling price of SUPER PRIME flour is \$ 2050 dollars, it was also identified that the cost of production per ton depends on each type of fishmeal and the profit per ton; As for whole fishmeal, its cost per tonne is \$ 1300 dollars and the residual fishmeal cost is \$ 800 dollars, obtaining a utility in the homogenization of the aforementioned flours of \$ 770 dollars per tonne. Finally, by capturing the information obtained by the WinQSB software, it is determined that the amounts to be homogenized are 0.9217 tons of whole fishmeal and 0.0783 tons of residual fishmeal, thus obtaining a profit of \$ 789,1304 dollars per ton, by means of the entire linear programming the profit was optimized at \$ 19,1304 dollars per ton, therefore the proposal turns out to be acceptable and profitable for the company La Chimbotana SAC

Keywords: Whole linear programming, optimization, utility



## I. INTRODUCCIÓN

La tesis en mención, de nombre “Programación lineal entera en el homogenizado de harina de pescado para optimizar utilidad, empresa la Chimbotana S.A.C. Chimbote – 2019”, basado en el algoritmo de la programación lineal, buscó ubicar las cantidades óptimas que se necesitan en cuanto a la harina de pescado, de tipo entero y residual, el cual disminuyó los costos de producción de la compañía en mención, consiguiendo una mejora en la utilidad de la empresa, haciendo que esta sea más competente y sostenible en el tiempo. Para iniciar con la indagación respectiva, se establecieron los ingresos, costos y utilidades alcanzadas por la homogenización de harina de pescado, para así alcanzar la elaboración de una programación lineal entera.

La harina de pescado es el producto más importante en cuanto al proceso de transformación de la anchoveta. La anchoveta poseerá una dimensión mínima de captura, de aproximadamente 12 cm, siendo esta, la especie ictiológica acreditada por PRODUCE con el fin de utilizarse como recurso principal en su procesamiento industrial y obtención de los productos finales: harina y aceite de pescado. Durante la industrialización de la harina de pescado, se desagua y se retira el mayor porcentaje de sus grasas y aceites, lográndose obtener la proteína en forma sólida, la cual está compuesta por 68% de proteína y un porcentaje de grasa que varía de 5% a 12%, teniendo también una humedad máxima de 9%, la cual es posteriormente llevada a un proceso de secado y molido, para luego ser empaquetado en sacos, para su posterior exportación al mercado oriental y europeo, con la finalidad de uso alimenticio balanceado en actividades primarias, como son la acuicultura, avicultura, ganadería, etc.

Nuestro país, es el pionero en la producción y exportación de aceite de pescado con un contenido de Omega 3, además de ser los primeros en dichas actividades. El Omega 3 proviene de los peces pelágicos, llamados también, azules ricos en aceites beneficiosos para el ser humano, siendo alguno de ellos el ácido icosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA), los cuales son de vital importancia y muy fundamentales, debido a que nuestro cuerpo no lo metaboliza. Por muchos años, la pesca ha sido una de las actividades básicas que realiza el hombre para poder alimentarse, la cual hace que éste pueda adentrarse en las zonas costeras en derredores, a nivel mundial.

En estos últimos tiempos, el mundo ha buscado la forma de resolver problemas de contenido social, cultural, entre otros aspectos; esto con el objeto de alcanzar ciertas

metas, de la cual la eficiencia es un punto tomado como el más preponderante en estos casos, presentando una relación que existe entre los recursos aplicados en el proyecto y los resultados obtenidos. La eficiencia es de vital importancia en la compañía La Chimbotana, puesto que se obtendrá la máxima utilidad a un mínimo costo, como es pertinente en el algoritmo de la programación lineal. Esto último, indica lo básico e indispensable que es alcanzar una efectividad idónea en el sector industrial, el cual pueda servir como apoyo para elevar los índices de productividad, ganancias, logros obtenidos, etc.

Las compañías industriales, las cuales se encargan del procesamiento de materias primas, es un sector que influye en las masas, por la cantidad exhaustiva de recursos, tanto primarios como secundarios, los cuales pueden moverse para la fabricación de algún producto final determinado o servicio. La actividad industrial es un componente primario en el Perú, ya que este influye mucho en la economía; siendo la actividad pesquera una de estas. La extracción de la anchoveta, como materia prima y parte de un recurso hidrobiológico, es de vital importancia para la industrialización y obtención de los productos terminados: harina de pescado y aceite, producto que es obtenido tras el procesamiento industrial de la anchoveta, tras la eliminación del agua y aceite en todo el proceso.

El aceite de pescado es un producto secundario del sector pesquero, el cual genera una gran utilidad. Así también, en la actualidad la harina de pescado es el producto pesquero con más contenido en proteína, utilizado para la ganadería balanceada. Para el procesamiento de este producto, se debe cumplir con ciertos parámetros ambientales, del cual se extrae este recurso principal; y este es el entrar en una etapa de concientización para poder saber cómo es que se debe actuar ante la evacuación de tales residuos que suelen presentarse en el procesamiento de la harina de pescado, además de tener un control óptimo de los efluentes y con mayor principalidad en aquellos que irán directamente en las bahías de la ciudad.

Chimbote es considerado como uno de los puertos principales en nuestro país, y es en 1950 en donde empieza el boom de la industria pesquera, tirando para la industrialización de harina de pescado. En la ciudad de Chimbote, existen 32 de plantas industriales que están dedicadas en el rubro de la industria pesquera las cuales se dedican a la fabricación de harina de pescado. Chimbote y los distritos aledaños como son

Coishco y Samanco crecieron rápidamente a inicios de los años setenta consolidándose, así como la parte central del sector pesquero en el Perú, puesto que posee un mar que presenta gran variedad de especies marinas como son la anchoveta y sardinas. Por dicha razón el puerto de Chimbote tuvo un crecimiento acelerado desde los años setenta. (Diario Chimbote, 2018).

A nivel local, la compañía La Chimbotana S.A.C. está dedicado al rubro pesquero, exactamente a la producción de conserva de pescado, así como también alimentación para el consumo, tales como la harina de pescado, la cual es utilizada en algunas actividades primarias, como son la ganadería, siendo la más preponderante. Así también, el aceite de pescado, el cual es uno de los productos largamente valorado en el mercado por su alto contenido en Omega 3, es utilizado en la acuicultura y en el consumo humano, usado para suplementación de los hombres. Por ello, la compañía en mención apunta a un plan de mejora continua en el sistema de calidad que permita velar el cuidado de sus activos fijos, colaboradores tanto en la parte administrativa como productiva; asegurando la minimización de costos y maximización de sus utilidades.

En la presente tesis se pudo observar que el problema de la empresa está en el homogeneizado de la harina de pescado de menor calidad con la de mayor calidad para obtener una harina con todos los parámetros requeridos para la exportación, pero no saben medir las proporciones necesarias para lograrlo en un solo proceso, por lo que intentan muchas veces reprocesando para lograr su objetivo. Esto provocaba una disminución de la rentabilidad, holguras, mayores costos, disminución de los recursos, etc. Todo esto por no saber manejar las cantidades necesarias y exactas, ya que no existía un control necesario.

Este reproceso ayuda satisfactoriamente a las empresas en la comercialización, pero a la vez los perjudica, porque este reproceso no lo hacen una sola vez, sino dos o tres veces, ya que no controlan los volúmenes necesarios para aumentar la calidad de la harina, y cumplir con todos los parámetros. Con lo mencionado se puede decir que hay desmejoramiento en la calidad y producción de la harina de pescado, por lo que se necesitó optar por nuevos planes para mejorar los procesos y disminuir los costos de producción que esto genera. La empresa La Chimbotana S.A.C. no cuenta con métodos necesarios, los cuales determinen las cantidades óptimas que se deben mezclar en la elaboración de harina de pescado residual y la harina de pescado entero, para poder tener

una harina de pescado estandarizada con todos los valores proteicos, los cuales podrán satisfacer a los clientes y a la vez reducirán los costos de producción al momento de elaborar la harina de pescado.

El precio impuesto para el mercado de consumidores de harina de pescado varía según la demanda del mercado internacional, es por ello que tal precio llega a modificarse de cuando en cuando, debido a que los resultados en las diferentes épocas del año varían, por lo que se paga un precio distinto al de la actualidad. La economía se toma de acuerdo a un acuerdo que se toma con base en los agentes participantes, los cuales pueden ser productores o consumidores, que lo ejecutan con la finalidad de empoderarse de la demanda del mercado, optimizando los recursos ictiológicos que el mar puede abastecer para tal proceso, esto mediante ciertos costos y beneficios realizados en un estado financiero, los cuales están registrados en el mercado nacional e internacional, en donde interactúan la oferta y la demanda para establecer un precio de equilibrio. Conociendo a la perfección el comportamiento macroeconómico de ambas partes del mercado, tanto nacional como internacional, es como se ejecutará un rol financiero en cuanto a ventas proyectadas a futuro.

La empresa La Chimbotana S.A.C. ha establecido sus objetivos y metas en ciertas expectativas de mejora y crecimiento continuo, además de un profundo respeto por una índole ambiental. Su amplia trayectoria en el mercado, así como la visión que tiene ésta como compañía ha hecho que sea reconocida en el rubro pesquero por su amplia gama de alimentos salubres para el consumo humano, lo cual trae por consecuencia la satisfacción de sus clientes. La Chimbotana S.A.C. es una empresa que busca la mejora a futuro, mediante algunos proyectos que aportarán a que sus productos sigan siendo de primera línea, apoyados por la tecnología de primera calidad y la vanguardia en tendencias, lo cual hace que el prestigio de la empresa siga en pie. Así también, por medio de la actividad pesquera, se busca satisfacer a las necesidades nutricionales de los consumidores, lo cual hará una mejoría en los recursos pesqueros, comprometiéndose así con la salud y el respeto al tema medioambiental, además de su mira por ser el líder en el mercado nacional pesquero.

Contando con la satisfacción de las necesidades de cada uno de los clientes es que se mantiene la eficiencia de los colaboradores. Como bien se ve en la investigación, el tratamiento de los efluentes son un factor de vital importancia en los días de pesca,

debido al impacto ambiental que puede traer como consecuencia, los cuales pueden luego provocar algunas enfermedades que pueden ser de carácter mortal para las personas habitantes en los alrededores de la costa. Uno de los factores importantes a conocer es el impacto que suele tener la grasa cuando no existe un tratamiento adecuado del efluente, visionando desde un punto de vista económico y financiero, pues este incorrecto tratamiento, implicaría un adicional a la cantidad demanda en cuanto a productos químicos para maximizar la distancia de grasa, trayendo como consecuencia el aumento de costos.

Asimismo, se evidenciará la separación de grasas, ya que lo primero que se observa es el alto porcentaje de grasa en el keke de la separadora ambiental, el cual se unirá o se acoplará al keke de una de las prensas, específicamente la del número 23, la que provoca un considerable aumento en la grasa en el scrap y será transportado a los secadores de ventilación, en los cuales se notará claramente el producto final, es decir, la harina de pescado. Otra cuestión a considerar es el del producto final obtenido que se entregará en un determinado tiempo a los clientes, por lo que cabe indicar que el porcentaje elevado de la grasa de harina posee un código especificado entre intervalos manejados en una tabla parametrada.

La harina de pescado como producto final es ensacada, o separada en sacos y posteriormente, apilada en rumas, almacenadas en primer lugar en pampas o ciertos almacenes que no tienen techo, lo cual es de suma utilidad, porque esto permitirá que el producto esté expuesto a temperaturas de ambiente con una inestabilidad necesaria que distorsione la calidad del producto. Estos factores de clima, son principalmente amenazas que pueden afectar a la naturalidad del producto y son propias de la naturaleza, siendo ellas el calor o la humedad en su mayoría. En este punto mencionamos el calor, ya que una temperatura muy alta podría ser una desventaja para el producto, más aún si se obtiene harina de pescado con alto índice de grasa, ya que podría provocar la quemadura de la harina, puesto que se origina una combustión en el producto.

El Perú es considerado como uno de los primeros en la actividad pesquera, exclusivamente en la producción de aceite y harina de pescado, hablando a nivel internacional, convirtiéndose en la actividad con mayor preponderancia a nivel nacional en el sector pesquero por los altos índices de utilidades. La pesca en nuestro país, en

toda la bahía y costa del país en, la actividad principal, mediante la cual cientos de familias dependen, sean en una mayor o menor proporción. En lo que va de la investigación presentada, se indican cuáles son los factores que fijan la exportación del aceite y harina de pescado.

En segundo lugar, este producto se destina exclusivamente en forma de alimentación al consumo humano indirecto, analizando la demanda internacional. El no contar con una programación lineal entera, el cual le permita determinar las cantidades óptimas y necesarias para la fabricación de una harina de pescado de óptima calidad requerida por el cliente, hace que los reclamos se elevan cada vez más y que los costos por devoluciones aumenten, generando que las utilidades sean bajas cada vez más, dado que la empresa genera costos por energía, costos por mano de obra, costo de combustible y sobre todo costo de sobretiempo, afectando de manera directa la ganancias de la empresa.

Los trabajos previos que sustentan la ejecución del presente estudio, hace referencia algunos trabajos previos como el del autor Martínez y Cabrejos (2016) titulada “Aplicación de un modelo de programación lineal para la minimización del costo de uso de ingredientes en una planta de fundición de estaño”, se planteó como objetivo principal la elaboración y diseño de un modelo matemático mediante el cual se consiga disminuir costo, consiguiendo así un manejo eficiente de recursos durante una proyección estimada, siendo así que se pudo obtener un aproximado de S/.3,314,964.22 de ahorro anual; así mismo se pudo reducir la cantidad de toneladas utilizadas para la misma producción del año pasado consiguiendo un ahorro de 23% en el uso del horno; es así que el autor concluyó que mediante el diseño e implementación del modelo matemático en otras aplicaciones se puede obtener un mejor aprovechamiento.

Además Janet (2016) titulada “Programación lineal entera para la mejora del proceso de envasado en una empresa de lubricantes”, se planteó como objetivo principal mejorar el proceso de envasado mediante la elaboración de un modelo matemático basado en la programación lineal entera, con el cual se logre optimizar el volumen de producción del servicio de envasado en la empresa de lubricantes, siendo así que para los meses de mayo hasta setiembre del 2016 se realizó el modelo mencionado anteriormente con lo cual se logró obtener una utilidad total de S/.73,081.00 donde el autor concluye que el incremento en la producción de lotes ha tenido un efecto positivo respecto al

abastecimiento de la demanda. Según las propuestas del modelo para los meses de estudio, el nivel de atención tuvo un incremento de 64% a 78%.

Igualmente Cáceres (2015) en el artículo titulado “Modelo de Programación Lineal para Planeación de Requerimiento de Materiales”, dentro de este apartado, se recomienda la utilización de ciertas ecuaciones de programación lineal mixta, orientadas a la disminución de costos, así como la cantidad de materia prima, el almacenamiento de los materiales a utilizar, el control de los inventarios de materias primas y productos terminados, para satisfacer a la demanda que ya existe en esta compañía. El modelo presente, hace que se conozcan las cantidades precisas del inventario para la satisfacción de la demanda y de esta manera controlar los retrasos en la producción. Con esta modificación, se reduce el 49.7% de costo de inventario de materiales.

En la tesis de Campos y Ricra (2017) con el título “Impacto de la programación lineal con el uso de solver en la optimización de las operaciones de carguío-acarreo de mineral en la mina Lagunas norte, La Libertad”, se planteó como objetivo principal aplicar técnicas de programación lineal con el uso del aplicativo solver a fin de asegurar un desempeño eficiente del ciclo de carguío-acarreo del mineral lo cual significa el mantener un flujo de proceso de dinámico y productivo respecto al traslado del mineral hacia los sistemas de chancado. A través de esta herramienta se logró obtener un ahorro aproximado de \$18,533.00 en los procesos de carguío-acarreo de mineral de la mina Lagunas Norte, lo cual constituye 12,35 % del costo del proceso. Los autores concluyeron que mediante el uso del aplicativo solver, el cual es una herramienta tecnológica el realizar el modelamiento de un diseño matemático con el fin de optimizar procesos mineros es más sencillo siendo esta una herramienta de mucha ayuda al realizar modelos de programación lineal, así mismo determinaron que el impacto que se toma a través del uso del programa solver permitió realizar un modelamiento con el cual se logró obtener el óptimo desempeño de los equipos de carguío.

Igualmente, Cuadros (2017) en el artículo titulado “Desarrollo de un modelo de optimización de los procesos productivos de un laboratorio farmacéutico aplicando programación lineal entera mixta con múltiples objetivos”, se explican los modelos de programación lineal entera con objetos a aplicar, se especifican los supuestos del modelo de programación lineal entera con ciertas metas a alcanzar. Asimismo, el modelo influye en la filosofía JIT, por el cual optimiza la utilidad disminuyendo el inventario excesivo

con el fin de fijar el presupuesto para la adquisición de materia prima de la mejor manera posible, con lo que se concluye que la producción obtenida con la programación lineal entera, se obtiene también la utilidad mediante el programa establecido por la compañía La Chimbotana S.A.C., la cual de S/. 62 188, incrementa de 82,6% a 92,3% el nivel de atención a la demanda.

También menciona Azcárate (2016) en el artículo titulado “La investigación operativa en las Ciencias de la Salud: ¿reconocemos estas técnicas en la literatura actual?”, algunos puntos relacionados a las investigaciones acordes al centro de servicios en donde se estudia la planificación y encomendación de la responsabilidad de tareas de plantilla, centros de atención primaria, de urgencia, consultas a terceros, etc. La forma correcta de aplicación de este método es con un método de programación lineal entera, el cual actúa cuando el tamaño del problema crece considerablemente, en problemas difíciles de resolver con exactitud, aplicándose intervalos aproximados.

Igualmente, Peraita (2015) con el título “Valoración de activos financieros por entropía máxima con programación lineal”, se planteó como objetivo la recuperación del vector de posibilidades neutrales al riesgo para la importancia de activos financieros con base en los precios que se generan por el libre juego de la oferta y la demanda en el mercado con un sistema de minimización de la entropía relativa. Mediante la propuesta de este nuevo método inverso se logró encontrar la probabilidad neutral al riesgo minimizando la entropía relativa a la distribución a priori, lo que logro permitirle realizar trayectorias de precios simulados y satisfacer las restricciones dadas por dichos precios establecidos a lo que se calibra la distribución de probabilidad. El autor concluyó que el nuevo método propuesto valora los activos que no se encuentran calibrados en la muestra, además en la calibración a precios reales en los mercados, se observa que este método revela las formas no lineales de la superficie de volatilidad que se observan en los mercados.

Asimismo, López y Santana (2014) en el artículo titulado “Diseño de cadenas de distribución con demanda bajo incertidumbre: una aproximación de programación lineal difusa”, en el cual se tomaron en cuenta algunos detalles relacionados a los clásicos modelos de rediseño en redes de distribución como la amplia gama de productos y periodos, así como la designación de ciertos tipos de tecnología para el uso en algunas plantas de industrialización y almacenes. El almacenamiento de los productos en los



diferentes centros de distribución, incluido a la demanda de forma indefinida. Existen muchas y distintas aplicaciones sencillas pueden contar con tales características, lo cual genera la eficiencia de algún modelo propuesto para su implementación en el diseño de redes de distribución. Se concluye que la mejora del modelo en un contexto real, en una empresa, existe una sinergia por la colaboración de las partes, por ejemplo, en la parte financiera, donde se ve que en la logística de la compañía se relacionan los costos y donde se pueden encontrar la asociación de redes y necesidades con respecto al modelo.

También Hernández (2016) con el título “Modelo de programación lineal entera mixta para la planificación conjunta de la cadena de abastecimiento”, determinó como objetivo principal el diseñar un plan que permita mejorar los niveles de servicio y el manejo y la correcta administración de las existencias en los centros de distribución determinando la ruta más cercana posible para realizar la entrega en el tiempo deseado. Lo anteriormente expuesto, se ejecutó con el fin de mostrar un apoyo en la toma de decisiones, durante la planificación real dentro de la empresa. Para llevar a cabo la evaluación del modelo presentado se ejecutó un modelo, el cual consistía en un pequeño caso en una empresa chilena de bebidas, donde se obtuvo un 3,25% de mejora con respecto al nivel de servicio y así mismo se pudo reducir en un 111,48% respecto al desvío absoluto promedio que presentaba el inventario con respecto al nivel objetivo, para ello se tuvo en consideración un periodo de análisis de 4 semanas, aplicando una metodología de horizonte rodante durante la planificación semanal realizada.

En cuanto a las teorías relacionadas al tema, el estudio de un modelo matemático tiene como función el simular la existencia del método más leal que se pueda con la finalidad de poder comprender el comportamiento de la simulación presentada con la cual se pueda conseguir respuestas para la toma de decisiones de una situación específica. El método de programación lineal es un algoritmo matemático, para optimizar costos, el cual se desarrolló durante la segunda guerra mundial utilizado para la distribución de recursos, asignación de actividades, entre otras acciones. Al término de la guerra esta metodología paso a ser utilizada en los campos de la ingeniería, así como en otras áreas de la ciencia, y la industria. La programación lineal fue desarrollada por George Dantzig a inicios de 1947 en cual desarrollo un sistema de planificación temporal de despliegue, entrenamiento y abastecimiento logístico (Ackoff, 2015, p.15).

La programación lineal es un algoritmo matemático, también conocido como “Programación en una Estructura Lineal”. A lo largo del año 1948, Tjalling Koopmans en una conversación con Dantzing, señaló que el nombre era muy largo, y fue así como accedió a llamarlo “Programación Lineal”. Generalmente, se podría explicar que un fenómeno matemático en donde actúa una gran cantidad de variables, de diferentes índoles, siendo este un valor positivo o cero, relacionados mediante ecuaciones o inecuaciones, los cuales evidencian ciertas limitaciones o restricciones que este modelo optimizará con algoritmos, podría ser formulado con programación matemática. Las restricciones y la función objetivo se indican mediante algunas expresiones algebraicas de forma lineal, estamos frente al campo de un modelo matemático, denominado “Programación Lineal” (Alvarado, 2012, p.90).

En el campo de la Investigación Operativa, la educación relacionada con la programación lineal (PL) no está libre de ello, más que nada por la dificultad que se presentan ante los fenómenos en donde interactúan muchas variables, lo cual hace mayor dificultad para realizarlo mediante otros métodos, así como también, que no existe una profesión idónea en donde se enseñe una matemática superior y compleja que ayude a comprender tales fenómenos, dificultando más el proceso. La investigación en mención, pone en mesa la aplicación de un sistema o software adecuado para la resolución de algunos fenómenos matemáticos en donde se debe utilizar el algoritmo de la programación lineal, que es de suma utilidad utilizarla en cualquier profesión en donde se eduque a los alumnos en el curso netamente dicho (Núñez, 2018, p.3).

La programación lineal es un modelo matemático el cual fue diseñado con la finalidad de ayudar en la descripción de un problema. Se llama programación lineal debido a que las funciones matemáticas utilizadas deben ser lineales. Además, la programación lineal es directamente proporcional con la planificación de operaciones con el objeto de conseguir resultados positivos y con una gran optimización, siendo que el resultado sea el que se relacione considerablemente con las alternativas que sean adecuadas al modelo de programación lineal. (Bazara, 2015, p. 154). Las ciencias, especialmente las matemáticas, tiene un gran número de modelos matemáticos, lo cual hace que los resultados solo sean obtenerse con softwares. Entre los diferentes modelos presentados, se muestran la programación lineal, programación entera, programación no lineal, programación dinámica y multiobjetiva (Narro, 2014, p.185).

La programación lineal es “una herramienta matemática que nos puede servir para encontrar los mejores usos de una empresa de los limitados recursos de la organización. Los problemas de programación lineal son los concernientes con el uso eficiente o asignación de recursos escasos para satisfacer los objetivos deseados. La palabra lineal significa que las relaciones son los representados por líneas rectas, mientras programación significa tomar decisiones de manera sistemática. Por lo tanto, la programación lineal puede ser descrita como una técnica de toma de decisiones bajo determinadas limitaciones en el supuesto de que las relaciones entre las variables que representan diferentes fenómenos resultan ser lineales (López y Gómez, 2018, p. 73).

El modelo de programación lineal se muestra en cuanto a un modelo matemático algebraico de alta competencia, siendo aplicada como uso digital, a partir de un programa o software, también llamado base de datos, donde se evidencia una interfaz mediante algunos formularios de acceso directo a los datos y también los resultados obtenidos. Es importante destacar la importancia de la unión que existe entre la base de datos y el modelo o algoritmo matemático, pues mediante esta interfaz, ha sido posible que se haga más sencillo la creación gráfica que compendia el ingreso de parámetros y vista de los resultados obtenidos. La finalidad fue enseñar, mediante un uso netamente tecnológico, que son mucho más sencillos actualmente, de ubicar en el mercado, pues aplica al buen manejo de toma de decisiones, apoyan en su proceso (Delgado, 2015, p.169).

En infinidad de modelos basados en la optimización de variables, la solución que se obtiene no siempre es agradable o satisfactoria para la toma de decisiones, haciendo que sea óptimo crear algunos modelos, con el objeto de lograr aquellas metas planteadas que no fueron alcanzadas en su debido tiempo. Esto último, se puede conseguir mediante el aumento de la producción en línea o las existencias del almacén, lo cual irá variando el libre juego de cantidad demandada y ofertada, incrementando también, la capacidad de carga o transporte del producto, etc. Es pertinente mencionar también, que en algunas ocasiones, la aplicación de modelos matemáticos en las actividades industriales, no son factibles, al no encontrar una solución idónea, esto por la gran cantidad de restricciones y variables (García, 2019, p. 142).

Con base en la metodología de resolución de problemas relacionados a la ingeniería, en cualquiera de sus ramas, básicamente en el sector industrial, existen un sinnúmero de

algoritmos, así como también técnicas y métodos *síplex*, los cuales se aplican como programas disponibles. Particularmente, algunos de los modelos matemáticos nombrados anteriormente, como la programación lineal, algoritmo *síplex*, algoritmos de punto interior, algoritmos *branch and bound*, etc., son ciertos modelos matemáticos que han resuelto muchísimos problemas relacionados a la optimización de la producción, por más de medio siglo, hasta la actualidad. Sin embargo, todo lo que conlleva a los problemas de ingeniería que generan una complejidad en cuanto a la optimización, ha llevado a que se generen algoritmos llamados “Metahurísticas” (Candia, 2011, p.310).

La programación lineal entera (PLE) es un sinnúmero de deficiencias mostradas en la programación lineal, en donde muchas de sus variables corresponden al conjunto de los números enteros. Los algoritmos utilizados mediante este método permiten el desarrollo y solución de problemas restringidos que son más complejos y por ende estos requieren mucho más desarrollo del diseño y tiempo computacional para el modelamiento y solución de tal problema. A fin de dar solución a tales problemas de programación lineal entera existen diversos métodos, entre estos están los métodos exactos los cuales son aquellos que encuentran el valor del óptimo absoluto. Estos diversos métodos no toman en consideración para su solución las restricciones enteras por lo que se opta por datos reales, siendo estos el mejor valor para las variables reales. A partir del supuesto de que la solución entera se hace uso de diferentes técnicas las cuales permiten el obtener el óptimo entero (Yunuem, 2014, p.143).

La designación de las técnicas que se van a emplear en la solución de los problemas, deben depender de los detalles del caso mostrado, puesto que se ejecuta y se determina el algoritmo correspondiente para una solución efectiva. En los modelos de programación lineal entera se debe tener a detalle cuales son las variables a manejar, ya que si estas no mantienen una estructura funcional adecuada puede generar que la solución de tal problema sea muy costosa. Los modelos enteros mantienen un tiempo de resolución exponencial con respecto al número de restricciones y variables de decisión enteras. En los casos en que los que dicho método fuera ineficiente se consideraría el uso de métodos heurísticos que obtienen soluciones aproximadas satisfactorias. Hay diversos problemas de PLE que presentan una singularidad en su desarrollo entre estos se encuentran los modelos de asignación. Estos modelos resultan ser de mucha utilidad,

puesto que se adecúan a muchas de las inconsistencias que se presentan en la infinidad de actividades ejecutadas (Guerrero, 2017, p. 314).

El algoritmo *símplex* es uno de los principales procedimientos aplicados para la resolución de conflictos en los casos de programación lineal. Fue un algoritmo diseñado por el científico George Dantzig en 1947, en el cual se utiliza en forma rutinaria cuando se busca resolver asuntos de mayor complejidad a un nivel computarizado, a excepción de casos muy pequeños, en donde se trabaja en una computadora. El método *simplex* es aquel método el cual es conformado mediante un procedimiento algebraico con el cual se puede resolver cualquier problema de programación lineal de dos a más variables. Dicho método permite encontrar la función objetivo óptimo para la solución del modelo diseñado según el problema encontrado. Llega a la solución óptima mediante pasos sucesivos, en los cuales hace uso de definiciones de algebra matricial, es así que mediante este método se brindará un indicador el cual determinaría la solución óptima (Hillier y Lieberman. 2015, p. 118).

El primer algoritmo de ramificación y acotamiento fue desarrollado en 1960 por Land y Doig. Tiempo después, y con base en los autores anteriores, Balas desarrolló un algoritmo adicional que sirvió para resolver la programación lineal entera con algunas variables puras, de carácter binario, es decir el cero o uno. Estos cálculos eran generalmente adición o sustracción, con lo cual se tenía la idea de haber avanzado mucho en cuanto a la solución de tales algoritmos (Izar, 2017, p.45). El algoritmo de ramificación y acotamiento se ubican en los problemas mezclados. No se opta por una variable de carácter continuo como variable de ramificación. Un problema por debajo de lo normal, puede brindar un nuevo intervalo en el valor objetivo. De ser variables discretas son enteras también, con un valor objetivo mejorado. Es un algoritmo diseñado para dar solución a los problemas diseñados en la PLE (Taha, 2012, p.336).

Una de las herramientas que sirven para la resolución de programación lineal entera, el cual es utilizado para el valor óptimo de la función objetivo para algunas variables de carácter entero. Esta función, es la llamada NBINTPROG (non binary integer programming), la cual fue instaurada por los autores de MATLAB (Matrix Laboratory) y para ser más didáctico por el usuario para las funciones utilizadas por este software mencionado. La existencia de algunos contexto en donde solo tiene sentido algunas variables de decisión, por una simple naturalidad, sean números del sistema entero que

propine el MATLAB para su solución constituyen los métodos de trabajo. Nbinprog tiene como base fundamental de contenido matemático, un método de ramificación y acotación (branch and bound) que en conjunto con algunos métodos de programación, presentan algunos detalles, los cuales son favorables para la resolución de ciertos métodos (Molina, 2014, p.89).

Los procedimientos de una planificación estratégica en ciertas compañías industriales han sido paralizados en algunos casos, y en otros simplemente no se practican. Para la evidencia del caso, es la crisis financiera de los Estados Unidos que desprevino a todos a nivel mundial y las compañías están tratando de perfilar nuevamente a todas sus acciones respectivas para no ceder a un error y darle a otro la posibilidad de que ocupe su lugar en el mercado. En otro de los casos, sobrevivir en el mercado de consumo, el cual tiene una depresión constante en la actualidad, debido a los despidos en masa que se están presentando últimamente, así como la falta de ingresos a la bolsa familiar, la economía en recesión y la inflación y el mercado negro (Méndez, 2014, p.118).

Los ingresos son las entradas económicas que recibe una persona por la prestación de un servicio o venta de un bien. Se puede definir como la remuneración que se recibe por la ejecución de una actividad económica, también es el producto que genera los activos de una persona manejados por terceros que generan regalías, dividendos o intereses. En general los beneficios económicos generados por los ingresos aumentan el activo o disminuyen el pasivo, en general aumentan el patrimonio neto. Los ingresos se dividen en dos partes los ingresos ordinarios y las ganancias; los ingresos ordinarios son los que surgen de las actividades habituales y las ganancias son los ingresos extraordinarios, aquellos ingresos que surgen por un hecho fortuito o no habitual. El criterio para conocer un ingreso se aplica de acuerdo a la transacción (Anyebe, 2014, p. 55). El análisis de la distribución de una empresa, en el sentido físico, tiene por finalidad optimizar el movimiento de las existencias desde el área de producción hasta los clientes al final de la cadena de abastecimiento (Ferrer, 2015, p.104).

Los costos son “un indicador el cual está involucrado directamente al sector económico o financiero, este es aquel indicador mediante el cual se representa el gasto de una producción. Dicho valor es la representación del desembolso generado durante el proceso de fabricación de un producto, así mismo este implica gastos por mano de obra directa, así como también el costo de la materia prima, servicios públicos relacionados

al proceso productivo, entre otros. Los costos de operación o producción están referidos con los gastos necesarios para mantener un producto o servicio que pretende llevarse a cabo. “Estos costos son los referidos al costo de la materia prima y mano de obra directa en la fabricación del producto, así mismo se consideran los costos de almacenamiento e inventario y los relacionados directos con la fabricación y venta del producto desde la materia prima ingresante hasta la entrega del producto al cliente (Marulanda, 2015, p.26).

Los costos por contratación o costo laboral es el “gasto que genera el empleador por emplear recursos humanos. Este coste incluye el salario, pago a la seguridad social y seguros, beneficios y capacitaciones los cuales, el empleador está asignado a recibir por sus servicios dentro de la organización. Los costos por despido del colaborador son aquellos pagos que debe asumir el empleador, asumiendo los pagos por el tiempo de servicio que ofreció a la empresa, beneficios, liquidación, entre otros. Los costos por sobretiempo es el gasto originado por el trabajo realizado de manera extra, a la jornada diaria establecida por la empresa. Los sobretiempos en el área de producción están definidos como las horas extra que el trabajador realiza cuando se requiere una mayor producción la cual no estaba prevista (Fernando, 2014, p.22).

La utilidad es la ganancia obtenida luego de sacar los gastos que se involucran en dicha operación. Así mismo la utilidad depende de las decisiones que tomemos, las cuales implican riesgo. La utilidad es el interés provocado por el uso de un bien o servicio, es decir, el usuario puede satisfacer sus necesidades por el uso de un bien. Mientras la utilidad crezca conforme a su producción, el deseo por querer disfrutar de éste servicio o bien será mayor aún, por ello se tratará de conseguir las mejores y mayores cantidades posibles para conseguir una utilidad mayor (Blanco, 2017, p.37). La utilidad operacional es la ganancia obtenida por una empresa a través de las operaciones principales comerciales, quitándole los intereses e impuestos. Este valor no suma beneficios obtenidos por las inversiones establecidas. La utilidad operativa es aquella que está relacionada directamente con los ingresos y gastos operacionales, la utilidad operativa se obtiene tomando los ingresos operacionales y restándole los costos de producción y gastos operacionales de la empresa, respecto a la actividad principal ejercida por la empresa (Rawls, 2016, p.4).

La utilidad bruta, también llamada “utilidad de las ventas” o “ingresos brutos”, es la ganancia que logra verificar una empresa, luego de restarle los costos respectivos, como aquellos asociados a la fabricación, ventas del producto, el pago al personal, etc. Las empresas con mayores utilidades brutas tienen una ventaja competitiva sobre los competidores. También se puede utilizar para calcular el margen bruto de utilidad, ya que se puede calcular dividiendo la utilidad bruta sobre las ventas. Además, el margen bruto es una medida financiera utilizado para determinar la rentabilidad de la empresa esta cantidad es aquella que queda luego de deducir los gastos, la cual se muestra en porcentajes, refiriéndose así que mientras más cantidad de fondos estén disponibles para reinvertir, guardar o pagar los gastos (Valencia, 2014, p.35).

El problema de investigación que se planteo fue: ¿Cómo influirá la aplicación de la programación lineal entera, en el homogenizado de harina de pescado, la utilidad en la empresa La Chimbotana S.A.C. Chimbote 2019?

La presente tesis se justifica debido a que se utilizó como herramienta la programación lineal entera para poder dar solución a una problemática relacionada con la optimización de las variables de decisión determinadas en las funciones objetivo y este a su vez muestra la influencia en la reducción de costos de producción en una empresa de fabricación de harina de pescado en la ciudad de Chimbote Perú. En el ámbito social, el diseño de una programación lineal entera en el proceso de homogenizado en la empresa La Chimbotana S.A.C, específicamente en el área de producción, mejoró la calidad de harina que ofreció, ya que se tuvieron pronósticos de la demanda, de los materiales a utilizar, insumos y del personal que se requirió. Al tener una adecuada planificación del personal brindó empleo a las personas de alrededor de la ciudad de Chimbote.

En el ámbito tecnológico, con la propuesta de la programación lineal entera se logró buenos resultados, donde se redujo tiempos y se minimizaron los costos de producción en el proceso de elaboración de harina en sus diferentes presentaciones. Asimismo, esta propuesta se puede aplicar no solo a empresas harineras, si no por el contrario a diferentes empresas de distintos rubros; ya que estos tipos de modelos son aplicables para todo tipo de organizaciones. A nivel económico, el adecuado diseño de la programación lineal entera aumentará significativamente sus utilidades, ya que incrementará su demanda.



A nivel laboral, esta investigación es muy importante dentro del plan de producción, dado que este actuó como una herramienta que analizará de una manera específica la disponibilidad de recursos físicos, humanos, técnicos de la organización, con esto se podrá tener un mejor manejo del personal la cual ayudará a aumentar la productividad de los trabajadores. Y finalmente con la propuesta del modelo de optimización de recursos realizada en la presente investigación se logró determinar las cantidades exactas de las variables de decisión y ello trajo como beneficio, que la empresa logre la reducción de los costos de producción, ello permitió a que la empresa mejore su rentabilidad en este mundo tan competitivo como es la producción de harina de pescado en la ciudad de Chimbote.

En tal sentido para la elaboración de la tesis se planteó la siguiente hipótesis: La aplicación de la programación lineal entera en el homogenizado de harina de pescado optimizará la utilidad de la empresa La Chimbotana S.A.C. Chimbote – 2019.

Como objetivo general se planteó: Aplicar la programación lineal entera en el homogenizado de harina de pescado para optimizar la utilidad en la empresa La Chimbotana S.A.C. Chimbote – 2019.

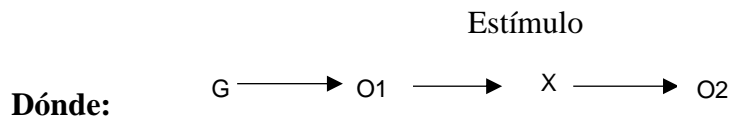
Como objetivos específicos se plantearon: Determinar los ingresos, costos y utilidades obtenidas por la homogenización de harina de pescado antes de la programación lineal entera en la empresa, La Chimbotana S.A.C. Chimbote – 2019, diseñar modelos de programación lineal entera para el homogenizado de harina de pescado que permita optimizar la utilidad en la empresa, La Chimbotana S.A.C. Chimbote – 2019, evaluar las utilidades iniciales y finales después de aplicar la programación lineal entera para el homogenizado de harina de pescado en la empresa, La Chimbotana S.A.C. Chimbote – 2019.

## **II. MÉTODO**

### **II.1 Tipo y diseño de investigación**

En cuanto al **tipo de investigación** la presente tesis tiene un enfoque cuantitativo, ya que presenta un conjunto de procesos secuenciales y datos cuantificados como los costos de producción, ingresos y utilidades obtenidas por la mezcla de las harinas, posteriormente se diseñan modelos matemáticos y luego serán evaluados.

Se utilizó el **diseño de investigación** donde se muestra de tipo pre experimental, puesto que según lo expuesto por Palella (2016, p.11), el grado de control en las variables se presenta en un rango mínimo y poco adecuado en el control de los factores que forman parte de la validez interna. Por otra parte, son de mucha utilidad al comenzar la discusión y/o descripción de los diseños experimentales, mediante una modalidad de pos prueba. Enfocada en el estudio de la empresa La Chimbotana S.A.C, existe una ligera manipulación de la variable independiente (programación lineal entera), donde se trabaja con un solo grupo (área de producción), al cual interviene con la programación lineal entera para determinar el efecto sobre la variable dependiente (utilidad) aplicándose un pre prueba y post prueba.



**G:** Área de producción de la empresa La Chimbotana S.A.C.

**O1:** Utilidad inicial antes de la aplicación de la programación lineal entera en el área de producción de la empresa La Chimbotana S.A.C. (Pre prueba).

**X:** Programación lineal entera (Estímulo).

**O2** Utilidad final después de la aplicación de la programación lineal entera en el área de producción de la empresa La Chimbotana S.A.C. (Post prueba).

## II.2 Variables, operacionalización

### II.2.1 Identificación de variables

**Variable independiente:** Programación lineal entera

**Variable Dependiente:** Utilidad

## II.2.2 Operacionalización de variables

**Tabla 1.** Operacionalización de la variable independiente

Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Programación lineal entera	La programación lineal entera es un modelo matemático, el cual está conformado por igualdades de carácter lineal, la cual contiene solo una medida de desempeño (función objetivo) por optimizar, con el fin de satisfacer a un conjunto de restricciones asociadas. (Álvarez, 2016).	La programación lineal entera tiene como objetivo determinar modelos matemáticos adecuados, que nos permita obtener las cantidades exactas a mezclar.	Variables de decisión	$X_{ij}$	Ordinal
				$X_i = \text{harina de pescado residual}$	
				$X_j = \text{harina de pescado puro}$	
			Función objetivo	$Z = f(X_1, X_2) = a_1x_1 + a_2x_2$	Razón
Restricciones	Límites del escenario de la situación planteada $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq b_i.$	Intervalo			

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 2.** Operacionalización de la variable dependiente

<b>Variable dependiente</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
Utilidad	Las utilidades son un porcentaje de rentas netas obtenidas por las empresas como resultados de su gestión empresarial, hace referencia a la medida de satisfacción por lo cual los trabajadores reciben (García, 2014, p.12).	Está asociada a la ganancia que se obtiene a partir de la venta realizada del producto elaborado.	Ingresos	utilidad bruta + costo de producción	Razón
			Costos de producción	Costo de materia prima + costo de mano de obra directa + gastos indirectos	Razón

Fuente: elaboración propia.

### II.3 Población y muestra

De acuerdo con lo expuesto por Camel (2015, p.79), define “que la población involucra a todos los individuos, elementos o unidades que pueden presentarse dentro de un entorno”. En la tesis se tomó como población las utilidades de los procesos productivos de la elaboración de harina de pescado.

Por otro lado, para Hernández, Fernández y Baptista (2013, p.12), afirman que la muestra “es cualquier subconjunto y/o parte del total de la población”. En la tesis se tomó como muestra la utilidad del proceso de homogenizado.

Para Contreras (2017, p. 5), el muestreo “es una herramienta que determina que parte de una población debe ser examinada con la finalidad de efectuar inferencias sobre dicha población”. El muestreo fue no probabilístico, por conveniencia.

Se tomó como criterio de inclusión el área de producción, dado que en esta área es donde existe el problema sobre la falta de incumplimiento de la demanda y un elevado costo de producción, para poder alcanzar los estándares de calidad de la harina de pescado, es por ello que para una aplicación de la programación lineal entera, se tomará como mínimo las 3 últimas temporadas de producción 2018-1, 2018-II y 2019-I

Como criterio de exclusión no se consideró las temporadas de producción anteriores al 2018-I, dado que los datos de las 3 últimas temporadas de producción se aproximan a los costos estimados por la empresa.

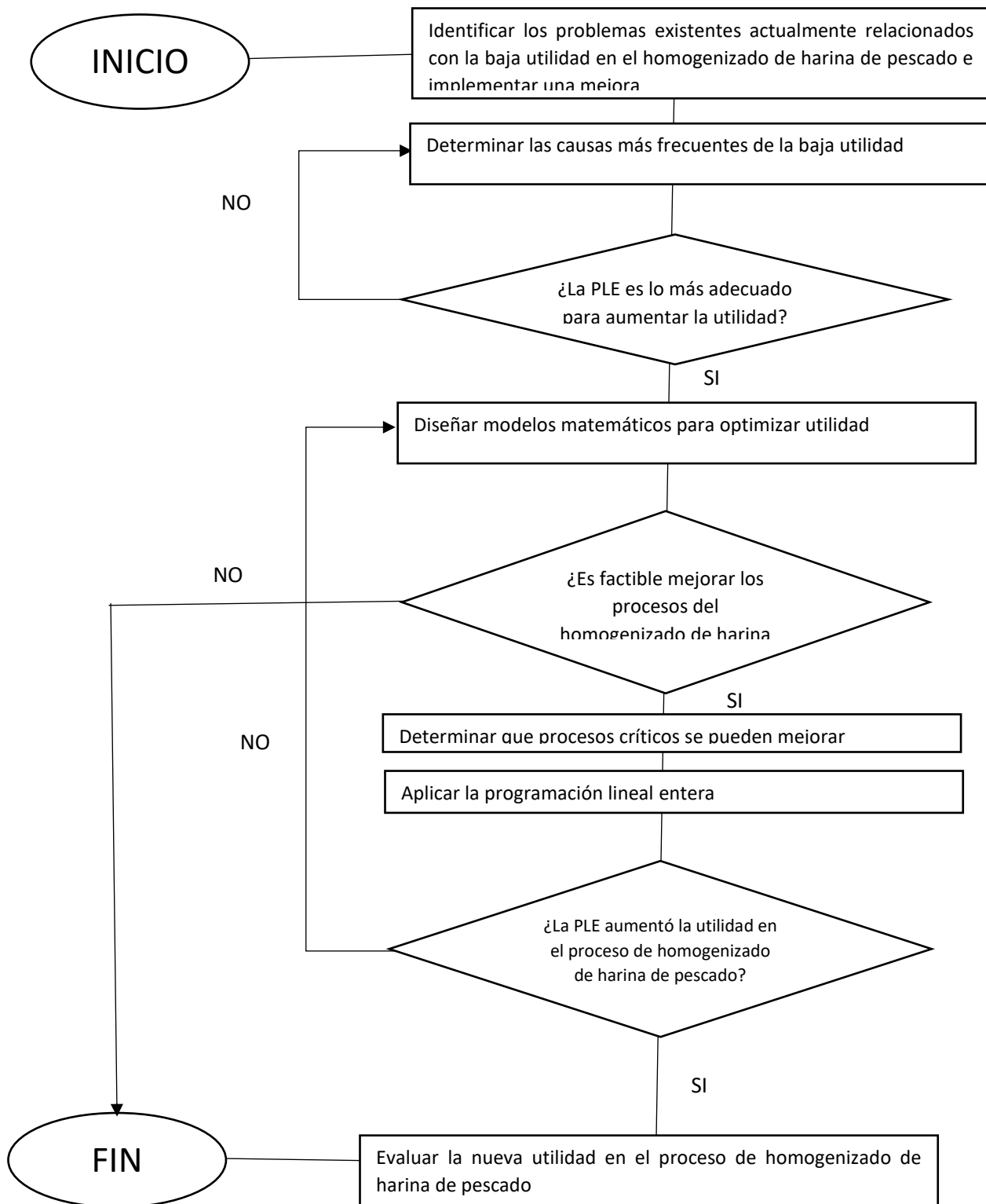
### II.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Tabla 3. *Recolección de datos*

Variable	Técnica	Instrumento	Fuente
Programación lineal entera	Recolección de datos	Formato de restricción de la harina (anexo 1)	Área de producción de la empresa La Chimbotana S.A.C.
	Análisis de datos	Formato de parámetros de calidad de harina (anexo 2)	
	Análisis de resultados	Programa WinQSB (Anexo 5)	
Utilidad	Análisis de datos	Formato de costo de producción (anexo 3)	
	Análisis de resultados	Formato de ingresos y utilidad (anexo 4)	

Fuente: elaboración propia.

## II.5 Procedimiento



## II.6 Métodos de análisis de datos.

**Tabla 4.** *Método de análisis de datos*

<b>Objetivo Específico</b>	<b>Técnica De Procesamiento</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Resultados</b>
Determinar los ingresos, costos y utilidades obtenidas por la homogenización de harina de pescado antes de la programación lineal entera en la empresa, La Chimbotana S.AC. Chimbote – 2019.	Análisis de datos	Formato de costo de producción (anexo 3)	Costos actuales de la mano de obra, materia prima y gastos indirectos en el área de producción.
	Análisis de datos	Formato de ingresos y utilidades (anexo 4)	Ingresos y utilidades actuales del área de producción.
Diseñar modelos de programación lineal entera para el homogenizado de harina de pescado que permita optimizar la utilidad en la empresa, La Chimbotana S.A.C. Chimbote – 2019.	Recolección de datos	Formato de restricciones (anexo 1)	Detallara las restricciones de calidad de la harina de pescado.
	Análisis de datos	Formato de parámetros de calidad de harina (anexo 2)	Se tendrá los estándares de calidad de la harina de pescado.
	Análisis de resultados	Programa WinQSB (Anexo 5)	Permitirá obtener los parámetros óptimos para obtener una harina de pescado de buena calidad.
Evaluar las utilidades iniciales y finales después de aplicar la programación lineal entera para el homogenizado de harina de pescado en la empresa la Chimbotana S.A.C. Chimbote – 2019.	Análisis de datos	Formato de costo de producción (anexo 3)	Productividad económica final del área de producción después de la aplicación de la programación lineal entera.
	Análisis de resultados	Formato de ingresos y utilidades (anexo 4)	Rentabilidad económica final del área de producción después de la aplicación de la programación lineal entera.

Fuente: elaboración propia.

## **II.7 Aspectos éticos**

Cumpliendo con los requisitos de acuerdo al código de Ética del artículo 14°, nosotros como investigadores de la UCV daremos el consentimiento para la publicación de las investigaciones una vez concluida los resultados de las investigaciones, dando como investigadores se presentará por escrito para la publicación ya sea por artículos científicos, revistas científicas o libros cumpliendo con la normatividad y política editorial donde el cual el editor debe garantizar el anonimato de las revisiones en modalidad de doble ciego donde se responsabilizarán a acatar la autenticidad de todos los resultados y guardar la confidencialidad de la información que se recolectará en el área de producción de la empresa La Chimbotana S.A.C. (ver Anexo 20), del artículo 15° se evitó todo tipo de plagio, ya que el código de ética de la UCV promueve la originalidad de las investigaciones y para ello se realizó la evaluación de los trabajos de investigación bajo el programa de turnitin, donde se permitió la detención de las coincidencias con otras fuentes de consulta y en caso que se detectó el plagio se procederá a resolverse a través del Comité de Ética que está conformada por la Sede Central y en cada una de las Filiales de la UCV por ello seguimos la estructura metodológica que nos brindó la UCV (Código de ética UCV, 2017, p.8).



### **III. RESULTADOS**

#### **III.1 Ingresos, costos y utilidades obtenidas por la homogenización de harina de pescado.**

Mediante los formatos se pudo calcular los costos de producción de cada temporada en el cual se realizó en los meses de abril 2018 a julio 2019, se vieron que los costos de producir una tonelada de harina de pescado entero, es de \$ 1, 300 dólares esto se debe a que la mano de obra vario de una oscilatoria, dado que no se planifico la mano de obra, pero muy aparte de no planificar la empresa tuvo muchos reprocesos para poder llegar al valor proteico requerido por el cliente y por PRODUCE. Por otro lado, el costo de producción durante el mes de abril 2018 a julio 2019 fue \$ 925, 795, 000 dólares (ver anexo 3.1).

Mientras que por cada tonelada de harina de pescado residual el costo de producción es de \$ 800 dólares, durante los meses de abril 2018 a julio 2019. Se muestra que el total de costos de producción fue \$ 277, 960, 000 dólares. Además, se muestra los costos de producción de la harina residual, se aprecia en el mes de junio del 2019, el costo total de producción fue de \$ 27, 440, 000 dólares y el mes que menos producción hubo fue en el mes de junio del 2018, donde el costo total de producción fue de \$ 22, 640, 000 dólares (ver anexo 3.2).

También se calculó los ingresos obtenidos de la harina de pescado entero en las temporadas 2018 I, II y 2019 I, donde se aprecia que en el mes julio 2018 fue donde más producción hubo ya que el ingreso fue de \$ 154, 350,000 dólares y el mes donde menos producción hubo fue diciembre 2018, donde el ingreso fue \$ 116, 550,000 dólares. El ingreso total de la harina de pescado entero de la temporada 2018 I y II y la temporada 2019 I fue de \$ 1, 495, 515,000 y la utilidad total fue de \$ 569, 720,000 dólares (ver anexo 4.1 y 4.2).

En cuanto a los ingresos obtenidos de la harina de pescado residual en las temporadas 2018 I, II y 2019 I, donde se aprecia que en el mes junio 2018 fue donde menos producción hubo ya que el ingreso fue de \$ 42, 450,000 dólares y el ingreso total de la harina de pescado residual fue de \$ 521, 175,000 dólares y la utilidad total fue de \$ 243, 215,000 dólares (ver anexo 4.3 y 4.4).

Después de calcular los costos de producción de la harina de pescado entero y residual, se procedió a determinar el costo de producción de la harina homogenizada, el cual se aprecia que, en el mes de julio del 2018, el costo total de producción fue de \$ 91, 578,585 dólares y

el mes que menos producción hubo fue en el mes de diciembre del 2018, donde el costo total de producción fue de \$ 69, 587, 306 dólares. Además, se aprecia que el costo total de producción de la temporada 2018 I, II y la temporada 2019 I fue de \$ 888, 375, 965 dólares (ver anexo 3.3).

Los ingresos de la mezcla homogenizada de la harina de pescado entero y residual, se aprecia que el mes donde hubo más producción fue en el mes de julio del 2018, el ingreso total fue de \$ 146, 641, 625 dólares y el mes que menos producción hubo fue en el mes de diciembre del 2018, donde el ingreso fue de \$ 111, 427, 750 dólares. También en la Tabla 6 se aprecia que el ingreso total fue de la temporada 2018 I y II y la temporada 2019 I fue de \$ 1, 422, 525, 750 dólares (ver anexo 4.5).

**Tabla 5.** *Utilidades de la harina de pescado homogenizado*

<b>Mes</b>	<b>Costo producción</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Utilidad</b>
abr-18	\$79,726,787	\$127,663,750	\$47,936,963
may-18	\$79,278,704	\$126,946,250	\$47,667,546
jun-18	\$80,440,519	\$128,806,625	\$48,366,106
jul-18	\$91,578,585	\$146,641,625	\$55,063,040
nov-18	\$91,069,690	\$145,826,750	\$54,757,060
dic-18	\$69,587,306	\$111,427,750	\$41,840,444
ene-19	\$71,245,214	\$114,082,500	\$42,837,286
abr-19	\$86,156,779	\$137,959,875	\$51,803,096
may-19	\$86,051,160	\$137,790,750	\$51,739,590
jun-19	\$75,473,198	\$120,852,625	\$45,379,427
jul-19	\$77,768,023	\$124,527,250	\$46,759,227
Total de utilidad			\$534,149,785
Utilidad por TN			\$770

Fuente: área de producción La Chimbotana S.A.C - elaboración propia.

Se aprecia que la utilidad total fue de la temporada 2018 I y II y la temporada 2019 I fue de \$ 534, 149, 785 dólares, también se determinó la utilidad por TN de harina de pescado homogenizado el cual fue de \$ 770 dólares.

### III.2 Modelos de programación lineal entera para el homogenizado de harina de pescado.

Para encontrar los modelos matemáticos de la programación lineal entera tenemos que definir nuestras variables a usar y la función objetivo, en este caso maximizaremos la utilidad, además tenemos que tener en cuenta los requisitos para la exportación (ver anexo 1).

$$\text{MAXIMIZAR} = P_v \times (X_1 + X_2) - [C_1 \times X_1 + C_2 \times X_2]$$

$X_1$  = Tonelada de harina de pescado entero para homogenizar 1 TN de harina de pescado entero.

$X_2$  = Tonelada de harina de pescado entero para homogenizar 1 TN de harina de pescado residual.

$C_1$  = Costo por TN de la harina de pescado entero.

$C_2$  = Costo por TN de la harina de pescado residual.

$P_v$  = Precio de venta por TN de la harina de pescado homogenizado.

$$\text{MAXIMIZAR} = 2050 \times (X_1 + X_2) - [1300 \times X_1 + 800 \times X_2]$$

$$\text{MAXIMIZAR} = 2050 \times X_1 + 2050 \times X_2 - 1300 \times X_1 - 800 \times X_2$$

$$\text{MAXIMIZAR} = 2050 \times X_1 + 2050 \times X_2 - 1300 \times X_1 - 800 \times X_2$$

$$\text{MAXIMIZAR} = 750 \times X_1 + 1250 \times X_2$$

#### Restricciones:

**Tabla 6.** Restricciones de la harina de pescado para la exportación.

Ítem	Ecuación	Operador	Restricción
Proteínas	$P_1 \times X_1 + P_2 \times X_2$	$\geq$	67
Máximo de grasas	$G_1 \times X_1 + G_2 \times X_2$	$\leq$	10.5
Mínimo de grasas	$G_1 \times X_1 + G_2 \times X_2$	$\geq$	9
Máximo de humedad	$H_1 \times X_1 + H_2 \times X_2$	$\leq$	11
Mínimo de humedad	$H_1 \times X_1 + H_2 \times X_2$	$\geq$	9.5
Máximo de cloruros	$CL_1 \times X_1 + CL_2 \times X_2$	$\leq$	5
Mínimo de cloruros	$CL_1 \times X_1 + CL_2 \times X_2$	$\geq$	3
Máximo de cenizas	$CE_1 \times X_1 + CE_2 \times X_2$	$\leq$	17
Mínimo de cenizas	$CE_1 \times X_1 + CE_2 \times X_2$	$\geq$	15

Máximo de TVN	$T_1 \times X_1 + T_2 \times X_2$	$\leq$	1.2
Mínimo de TVN	$T_1 \times X_1 + T_2 \times X_2$	$\geq$	1.1
Máximo de acidez	$AC_1 \times X_1 + AC_2 \times X_2$	$\leq$	10
Mínimo de acidez	$AC_1 \times X_1 + AC_2 \times X_2$	$\geq$	8.5
Máximo de histamina	$H_1 \times X_1 + H_2 \times X_2$	$\leq$	1000
Mínimo de histamina	$H_1 \times X_1 + H_2 \times X_2$	$\geq$	500
Consistencia	$X_1 + X_2$	$=$	1
No negatividad	$X_1, X_2$	$\geq$	0

Fuente: ministerio de la producción - elaboración propia.

### Parámetros:

$P_1$  = % de proteínas contenido en una TN de la harina de pescado entero.

$P_2$  = % de proteínas contenido en una TN de la harina de pescado residual.

$G_1$  = % de grasas contenido en una TN de la harina de pescado entero.

$G_2$  = % de grasas contenido en una TN de la harina de pescado residual.

$H_1$  = % de humedad contenido en una TN de la harina de pescado entero.

$H_2$  = % de humedad contenido en una TN de la harina de pescado residual.

$CL_1$  = % de cloruros contenido en una TN de la harina de pescado entero.

$CL_2$  = % de cloruros contenido en una TN de la harina de pescado residual.

$CE_1$  = % de cenizas contenido en una TN de la harina de pescado entero.

$CE_2$  = % de cenizas contenido en una TN de la harina de pescado residual.

$T_1$  = mg de  $NH_3$ /TN contenido en una TN de la harina de pescado entero.

$T_2$  = mg de  $NH_3$ /TN contenido en una TN de la harina de pescado residual.

$AC_1$  = % de acidez contenido en una TN de la harina de pescado entero.

$AC_2$  = % de acidez contenido en una TN de la harina de pescado residual.

$H_1$  = Gramos de histamina por cada TN de la harina de pescado entero.

$H_2$  = Gramos de histamina por cada TN de la harina de pescado residual.

En cuanto al control de la calidad de la harina de pescado entero y residual, en el cual para esta investigación se tomó el promedio de cada valor proteico tanto de la harina de pescado entero y residual. Tomaremos solo los promedios de cada temporada, como lo son las proteínas, humedad, acidez, cloruros, histamina (ver anexo 7 y 8).

**Tabla 7.** Promedio de cada harina de pescado a homogenizar.

Harina de pescado	% Proteína	% Grasa	% Humedad	% Cloruro	% Cenizas	TBVN (mg / TN)	% Acidez	Histamina
Entero	67.9	10.2	9.8	3.4	16.5	1.187	8.6	500.0
Residual	56.4	9.7	9.2	4.5	15.9	1.199	8.7	778.7

Fuente: elaboración propia.

Con los datos obtenidos de la tabla 7 se obtiene los siguientes modelos matemáticos que posteriormente introduciremos al programa winqsb (ver anexo 5, figura 1).

**Tabla 8.** Modelos matemáticos para introducir al winqsb.

Ítem	Ecuación
Proteínas	$0.679 \times X_1 + 0.564 \times X_2 \geq 0.67$
Restricción de Máximo de grasas	$0.102 \times X_1 + 0.097 \times X_2 \leq 0.105$
Restricción de Mínimo de grasas	$0.102 \times X_1 + 0.097 \times X_2 \geq 0.09$
Restricción de Máximo de humedad	$0.098 \times X_1 + 0.092 \times X_2 \leq 0.11$
Restricción de Mínimo de humedad	$0.098 \times X_1 + 0.092 \times X_2 \geq 0.095$
Restricción de Máximo de cloruros	$0.034 \times X_1 + 0.045 \times X_2 \leq 0.05$
Restricción de Mínimo de cloruros	$0.034 \times X_1 + 0.045 \times X_2 \geq 0.03$
Restricción de Máximo de cenizas	$0.165 \times X_1 + 0.159 \times X_2 \leq 0.17$
Restricción de Mínimo de cenizas	$0.165 \times X_1 + 0.159 \times X_2 \geq 0.15$
Restricción de Máximo de TBVN	$1.187 \times X_1 + 1.199 \times X_2 \leq 1.2$
Restricción de Mínimo de TBVN	$1.187 \times X_1 + 1.199 \times X_2 \geq 1.1$

Restricción de Máximo de acidez	$0.086 \times X_1 + 0.087 \times X_2 \leq 0.10$
Restricción de Mínimo de acidez	$0.086 \times X_1 + 0.087 \times X_2 \geq 0.085$
Restricción de Máximo de histamina	$1000 \times X_1 + 1000 \times X_2 \leq 1000$
Restricción de Mínimo de histamina	$1000 \times X_1 + 1000 \times X_2 \geq 500$
Consistencia	$X_1 + X_2 = 1$
No negatividad	$X_1, X_2 \geq 0$

Fuente: elaboración propia

Mediante el programa WinQSB se obtuvo los valores esperados fisicoquímicos para la homogenización de la harina de pescado, los cuales fueron confirmados y aptos mediante pruebas de ensayos en laboratorios COLECBI SAC. (ver anexo 21, figura 13).

### **III.3 Utilidad después de aplicar la programación lineal entera para el homogenizado de harina de pescado.**

Durante la evaluación realizada se observó que la utilidad antes de aplicar la PLE tuvo una utilidad total de \$ 534, 149,785 dólares, además se obtuvo una utilidad de \$ 770 dólares por tonelada de harina (ver tabla 5). Mientras que después de aplicar la PLE la utilidad fue de \$ 789.1304 dólares por tonelada. El aumento fue de \$ 19.1304 dólares por toneladas, este aumento se debe a que en primera instancia la empresa no tenía una proporción de mezcla exacta de ambas harinas, ya que ellos añadían 0.95 toneladas de harina de pescado entero y 0.05 toneladas de harina de pescado residual, pero gracias a la optimización con el programa winqsb se determinó que se debe añadir 0.9217 toneladas de harina de pescado entero y 0.0783 toneladas de harina de pescado residual. Además, se puede apreciar que la harina de pescado entero contribuye con \$ 691.3043 dólares y la harina de pescado residual contribuye con \$ 97.8261 dólares, para así poder maximizar la utilidad por tonelada de harina de pescado homogenizado en \$ 789.1304 dólares (ver anexo 5, figura 2 y 3).

**Tabla 9. Utilidad optima**

Variable de decisión	Valor de solución	Costo por TN	Contribución total
H. entera	0.9217	750	691.3043
H. residual	0.0783	1250	97.8261
Función objetivo		Maximizar	789.1304

Fuente: elaboración propia

En cuanto al análisis de sensibilidad o también llamado análisis paramétrico de los coeficientes de la función objetivo, el costo actual es de \$ 750 dólares y \$ 1250 dólares, estos costos se pueden aumentar o disminuir en cualquier cantidad sin que la solución óptima cambie, sin embargo, nuestro valor optimo puede variar.

Reducción del costo por tonelada en \$ 100 dólares (Ver anexo 5, figura 5)

$$\text{MAXIMIZAR} = 2050 \times (X_1 + X_2) - [1200 \times X_1 + 700 \times X_2]$$

$$\text{MAXIMIZAR} = 850 \times X_1 + 1350 \times X_2$$

La reducción de los costos no afecto nuestra solución óptima, ya que siguen siendo las mismas, pero sin embargo nuestro valor optimo aumento en \$ 889.1304 dólares.

Por lo tanto, para hallar el valor optimo se deduce la siguiente formula:

$$Z = C_1 \times X_1 + C_2 \times X_2$$

Z = Función objetivo

$X_1$  = Solución óptima de harina de pescado entero.

$X_2$  = Solución óptima de harina de pescado residual.

$C_1$  = Costo por TN de la harina de pescado entero.

$C_2$  = Costo por TN de la harina de pescado residual.

$$Z = 850 \times 0.9217 + 1350 \times 0.0783$$

$$Z = 889.15$$

Aumento del costo por tonelada en \$ 1000 dólares (Ver anexo 5, figura 4)

$$Z = C_1 \times X_1 + C_2 \times X_2$$

$Z$  = Función objetivo

$X_1$  = Solución óptima de harina de pescado entero.

$X_2$  = Solución óptima de harina de pescado residual.

$C_1$  = Costo por TN de la harina de pescado entero.

$C_2$  = Costo por TN de la harina de pescado residual.

$$\text{MAXIMIZAR} = 2050 \times (X_1 + X_2) - [1400 \times X_1 + 900 \times X_2]$$

$$\text{MAXIMIZAR} = 650 \times X_1 + 1150 \times X_2$$

El aumento de los costos no afecto nuestra solución óptima, ya que siguen siendo las mismas, pero sin embargo nuestro valor optimo se redujo en \$ 689.1304 dólares.

Por lo tanto, para hallar el valor optimo se deduce la siguiente formula:

$$Z = C_1 \times X_1 + C_2 \times X_2$$

$$Z = 650 \times 0.9217 + 1150 \times 0.0783$$

$$Z = 689.15$$



#### **IV. DISCUSIÓN**

Para la presente investigación se tomó en cuenta las siguientes observaciones el cual consiste en comparar los resultados obtenidos en nuestra investigación con los resultados de otras investigaciones (antecedentes). Según los resultados de la investigación en la hipótesis, al 95% de confianza y 5% de significancia, se encuentra que la contribución por cada tonelada de harina de pescado homogenizado de harina entera y residual se obtiene \$ 789.13 dólares, con una proporción de 0.9217 toneladas de harina de pescado entero y 0.0783 de harina de pescado residual, el cual permite que se obtenga la mayor utilidad máxima, haciendo que la empresa aumente su rentabilidad de manera significativa para maximizar las utilidades de la empresa.

Tomando en cuenta lo que dijo (Yunuem, 2014, p.143), se determinó que durante la evaluación realizada se observó que la utilidad antes de aplicar la PLE tuvo una utilidad total de \$ 534, 149,785 dólares, además se obtuvo una utilidad de \$ 770 dólares por tonelada de harina. Mientras que después de aplicar la PLE la utilidad fue de \$ 789.1304 dólares por tonelada. El aumento fue de \$ 19.1304 dólares por toneladas, este aumento se debe a que en primera instancia la empresa no tenía una proporción de mezcla exacta de ambas harinas, ya que ellos añadían 0.95 toneladas de harina de pescado entero y 0.05 toneladas de harina de pescado residual, pero gracias a la optimización con el programa winqsb se determinó que se debe añadir 0.9217 toneladas de harina de pescado entero y 0.0783 toneladas de harina de pescado residual. Además, se puede apreciar que la harina de pescado entero contribuye con \$ 691.3043 dólares y la harina de pescado residual contribuye con \$ 97.8261 dólares, para así poder maximizar la utilidad por tonelada de harina de pescado homogenizado en \$ 789.1304 dólares.

Algo similar Martínez y Cabrejos (2016) en su investigación “Aplicación de un modelo de programación lineal para la minimización del costo de uso de ingredientes en una planta de fundición de estaño”, se planteó como objetivo principal la elaboración y diseño y de un modelo matemático mediante el cual se consiga disminuir costo, consiguiendo así un manejo eficiente de recursos durante una proyección estimada, siendo así que se pudo obtener un aproximado de S/.3,314,964.22 de ahorro anual; así mismo se pudo reducir la cantidad de toneladas utilizadas para la misma producción del año pasado consiguiendo un ahorro de 23% en el uso del horno; es así que el autor

concluyó que mediante el diseño e implementación del modelo matemático en otras aplicaciones se puede obtener un mejor aprovechamiento.

Según lo dicho por (García, 2019, p. 142), la solución obtenida puede no ser satisfactoria para quien toma decisiones, y por eso se hace necesario generar nuevos modelos, con el objetivo de alcanzar las diversas metas trazadas. Esto se puede lograr aumentando la capacidad de producción o inventario de algún artículo o producto, incrementando o disminuyendo la demanda, elevando la capacidad de carga o transporte, entre otros. Por otro lado, cuando se realiza la modelación matemática en el sector industrial por medio de optimización, debido a la cantidad de parámetros y restricciones, en muchos casos no es posible encontrar una solución factible.

Por lo cual una de las herramientas que sirven para la resolución de programación lineal entera, el cual es utilizado para el valor óptimo de la función objetivo para algunas variables de carácter entero. Esta función, es la llamada NBINTPROG (non binary integer programming), la cual fue instaurada por los autores de MATLAB (Matrix Laboratory) y para ser más didáctico por el usuario para las funciones utilizadas por este software mencionado. La existencia de algunos contexto en donde solo tiene sentido algunas variables de decisión, por una simple naturalidad, sean números del sistema entero que propine el MATLAB para su solución constituyen los métodos de trabajo. Nbintprog tiene como base fundamental de contenido matemático, un método de ramificación y acotación (branch and bound) que en conjunto con algunos métodos de programación, presentan algunos detalles, los cuales son favorables para la resolución de ciertos métodos (Molina, 2014, p.89).

Así mismo (López y Gómez, 2018, p. 73). Menciona que la programación lineal nos permite la optimización de recursos limitados de la empresa, permitiéndonos un uso eficiente de los recursos y así poder satisfacer los objetivos deseados, siendo así que con el uso de los algoritmos utilizados mediante este método permiten el desarrollo y solución de problemas restringidos que son más complejos.

En cuanto al análisis de sensibilidad o también llamado análisis paramétrico de los coeficientes de la función objetivo, el costo actual es de \$ 750 dólares y \$ 1250 dólares, estos costos se pueden aumentar o disminuir en cualquier cantidad sin que la solución óptima cambie, sin embargo, nuestro valor óptimo puede variar. Reducción del costo por tonelada en \$ 100 dólares. La reducción de los costos no afecta nuestra solución óptima,

ya que siguen siendo las mismas, pero sin embargo nuestro valor óptimo aumento en \$ 889.1304 dólares, este aumento tuvo un incremento de 14.8 %. El aumento de los costos no afectó nuestra solución óptima, ya que siguen siendo las mismas, pero sin embargo nuestro valor óptimo se redujo en \$ 689.1304 dólares, esta reducción de los costos tuvo una disminución del 10.5 %.

Algo similar Janet (2016) en su investigación “Programación lineal entera para la mejora del proceso de envasado en una empresa de lubricantes”, mejoró el proceso de envasado mediante la elaboración de un modelo matemático basado en la programación lineal entera, con el cual se logró optimizar el volumen de producción del servicio de envasado en la empresa de lubricantes, siendo así que para los meses de mayo hasta setiembre del 2016 se realizó el modelo mencionado anteriormente con lo cual se logró obtener una utilidad total de S/.73,081.00 donde el autor concluye que el incremento en la producción de lotes ha tenido un efecto positivo respecto al abastecimiento de la demanda. Según las propuestas del modelo para los meses de estudio, el nivel de atención tuvo un incremento de 64% a 78%.

Por todas causas y comparaciones encontradas, se determinó que la programación lineal entera si disminuye los costos de producción de la harina de pescado homogenizado de harina de pescado entero y residual, el cual teniendo los valores óptimos de 0.92 toneladas de harina de pescado entero y 0.08 toneladas de harina de pescado residual, la utilidad se estará maximizando, el cual haciendo un análisis de sensibilidad se ve que los costos aumentando o disminuyendo, siempre se va a variar nuestro valor óptimo mas no nuestra solución óptima, con tal que no se modifique los parámetros de las harinas de pescado el cual es el óptimo, siempre se estará optimizando en la producción de harina de pescado homogenizado de la empresa LA CHIMBOTANA S.A.C, el cual se afirma la hipótesis de esta investigación de manera significativa.

## V. CONCLUSIONES

Se determinó los ingresos, costos y utilidades obtenidas del proceso productivo de harina de pescado homogenizado (entero y residual) en donde el ingreso total fue de \$ 1, 422, 525, 750 dólares, el costo total de producción fue de \$ 888, 375, 965 dólares y la utilidad total fue de \$ 534, 149, 785 dólares, con lo cual hemos podido concluir que mediante el uso de la programación lineal entera en el proceso de homogenizado de harina de pescado nos ha permitido el poder optimizar de forma satisfactoria la utilidad de empresa La Chimbotana S.A.C.

Se pudo realizar el diseño del modelo de programación lineal, el cual tomando en cuenta para realizar el control de la calidad de la harina de pescado entero y residual, así mismo se tomó el promedio de cada valor proteico tanto de la harina de pescado entero y residual, solo se tomó los promedios de cada temporada, como lo son las proteínas, humedad, acidez, cloruros, histamina (Ver Anexo 7 y 8). Así mismo se pudo observar que mediante el diseño proyectado en el winQSB se obtienen valores reales confirmados mediante informe de ensayo realizado en el laboratorio COLEGBI S.A.C., donde se muestra los resultados deseados para este fin habiendo obtenido un valor de 69.01 en el factor de proteínas, un valor de 9.10 en el factor de grasas, un valor de 10 en el factor de humedad y un valor de 16.89 en el valor de cenizas, con lo cual se muestra que se pudo alcanzar el objetivo planteado en la presente tesis.

Se observó que la utilidad antes de aplicar la PLE tuvo una utilidad total de \$ 534, 149,785 dólares, además se obtuvo una utilidad de \$ 770 dólares por tonelada de harina, mientras que después de aplicar la PLE la utilidad obtenida fue de \$ 789.1304 dólares por tonelada. Lo que mostró un aumento de \$ 19.1304 dólares, dicho aumento es debido a que en primera instancia la empresa no tenía una proporción de mezcla exacta de ambas harinas, ya que ellos añadían 0.95 toneladas de harina de pescado entero y 0.05 toneladas de harina de pescado residual, pero gracias a la optimización con el programa winqsb se determinó que se debe añadir 0.9217 toneladas de harina de pescado entero y 0.0783 toneladas de harina de pescado residual.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Mantener añadiendo siempre los valores óptimos de la harina de pescado entero (0.92 toneladas) y de harina de pescado residual (0.8 toneladas), de manera que siempre se tenga que maximizar las utilidades dentro de la empresa LA CHIMBOTANA SAC.

Diseñar más modelos matemáticos de programación lineal, de manera que siempre se obtenga una harina supe prime (proteínas mayores a 68%) y de esa manera su precio de venta pueda seguir aumentando dentro del mercado.

Profundizar no sólo en la programación lineal como único método para encontrar la cantidad necesaria de harina a utilizar, si no buscar otras alternativas que sean más prácticas en su manejo y utilización.

Contar con un sistema de toma de tiempos para el proceso de homogeneización con lo cual se determinará la eficiencia de la maquinaria y del personal en la elaboración de la harina de pescado.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO BOIRIVANT, Jorge. La programación lineal aplicación de las pequeñas y medianas empresas. *Revista Reflexiones* [en línea]. Abril-agosto 2012, vol. 14 n.º4 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2019].

Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/729/72912559007.pdf>

ISSN: 1021-1209

ACKOFF, Russell. Programación lineal, metodología y problemas. México: Pearson Educación, 2015. 288p. ISBN: 970-26-0771-X

ANYEBE, José. Stocks, procesos y dirección de operaciones gestiona y conoce tu fábrica. México: alfa omega, 2014. 355 p. ISBN 978-607-707- 576-9

AZCÁRATE, María Alejandra. Departamento de Estadística e Investigación Operativa. *Revista Anales del Sistema Sanitario de Navarra* [en línea]. Mayo-julio 2016, vol. 10 n.º8 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2019].

Disponible

en:

[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272006000500007](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272006000500007)

ISSN: ISSN: 1137-6627

BAZARA, Mokhtar. Programacion lineal y flujo de redes. Madrid: ESIC, 2015. 557p. ISBN: 978-968-18-4867-5

BLANCO MURILLO, Juan Carlos. Proyectos a través de la aplicación de programación lineal y el CAPM. *Revista optimización de portafolio* [en línea]. Julio-noviembre 2017, vol. 25 n° 37 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2019].

Disponible

en:

<https://search.proquest.com/docview/2015767350/fulltextPDF/BF0FFD112932481DPQ/4?accountid=37408>

ISSN: ISSN 16968360

CÁCERES, David. Modelo de Programación Lineal para Planeación de Requerimiento de Materiales. *Revista Tecnológica ESPOL – RTE* [en línea]. Febrero-agosto 2015, vol. 28 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2019].

Disponible

en:

<http://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/322/236>

ISSN: ISSN: 1390-3659

CAMPOS, Olivia y RICRA, Junior. Impacto de la programación lineal con el uso de solver en la optimización de las operaciones de carguío-acarreo de mineral en la mina Lagunas norte, La Libertad. Tesis (Título profesional de Ingeniero de Minas). Universidad Privada del Norte, en la ciudad de Cajamarca – Perú, 2017. 175 p.

CAMEL, Humberto. Metodología de la investigación propuesta. 4a Ed. México, D.F: McGRAW-HILL Education. 2015. 382p. ISBN: 978-607-15- 1148-5

CANDIA VÉJAR, Alfredo. Método del algoritmo simplex. *Revista chilena de ingeniería* [en línea]. Octubre-diciembre 2011 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2019].

Disponible en:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-33052011000300001&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-33052011000300001&script=sci_arttext)  
ISSN: ISSN 0718-3305

CONTRERAS, Roberto. Metodología de la investigación. 5a. ed. México D.F.: Interamericana Editores, 2017. 736 p. ISBN: 9786071502919

CUADROS SEGOVIA, Dante. Desarrollo de un modelo de optimización de los procesos productivos de un laboratorio farmacéutico aplicando programación lineal entera mixta con múltiples objetivos. *Revista Industrial Data* [en línea]. Junio-diciembre 2017 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2019].

Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/816/81620149009.pdf>  
ISSN: ISSN: 1560-9146

DELGADO HIDALGO, Liliana. Implementación de un modelo de programación lineal. *Revista Ingeniería e Investigación* [en línea]. Abril-septiembre 2015 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2019].

Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/643/64312498030.pdf>  
ISSN: 0120-5690

GARCÍA, Javier. Become a marketing superstar. España: Unicopia, 2014. 96 p. ISBN 84-607-9050-9

GARCIA, Nestor. Special economic zones using integer linear programming. *Revista Delineation* [en línea]. Abril-junio 2019, vol. 86, n.º 209 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2019].

Disponible en:  
<https://search.proquest.com/docview/2244647627/BF0FFD112932481DPQ/3?accountid=37408>  
ISSN: 0012-7353

GÓMEZ, Juan. Metodología de la investigación: Material y métodos. España: C.M. Nonliner, 2014. 495p. ISBN 978-612-500-130-8

GUERRERO, Humberto. Programacion lineal aplicada. 2a. ed. Bogota. Ecoe Ediciones. S.A. 2017. 347p. ISBN: 978-958-771-489-0

HERNÁNDEZ, Fausto. Modelo de programación lineal entera mixta para la planificación conjunta de la cadena de abastecimiento. Tesis (Magister en ciencias de la Ingeniería). Chile: Universidad Católica de Chile, Facultad de Ingeniería, 2013. 186 pp.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Maria. Metodología de la investigación. 5a. ed. México DF.: McGraw- Hill, 2013. 656 p. ISBN: 978-607-15-0291-9

HILLIER, Santiago y LIBERMAN, Junior. Introduction to linear optimization. Perú: editorial San Marcos, 2015. 495p. ISBN 978-612-302-878-7

Instituto Nacional de Estadística e Informática. Editor INEI. 23 de marzo de 2018. Disponible en : <http://www.inei.gob.pe>

IZAR, Habif. Linear programming and network flow. EE.UU. Editorial Limusa, 2017. 195p. ISBN 978-615-300-000-5

JANET, Laurel. Programación lineal entera para la mejora del proceso de envasado en una empresa de lubricantes. Tesis (Licenciada en investigación de operaciones). Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Lima – Perú., Facultad de ingeniería, 2016. 106pp.

LÓPEZ, Barit y GÓMEZ, Pilon. Planning and production control. Ecuador: Ed. Printer, 2018. 495p. ISBN 978-612-321-135-2

FERNANDO, Isaac. La rentabilidad económica (roa) en las pymes exportadoras de monterrey nuevo león, México. *Revista académica de economía* [en línea] Marzo-agosto 2014 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2019].

Disponible en <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2009/ifhtg.htm>

ISSN: ISSN 1696-8352

FERRER, Jean. Información tecnológica. *Revista DYNA* [en línea]. Junio-agosto 2015, vol. 12 n.º 54 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2019].

Disponible

en:

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642004000400009&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642004000400009&script=sci_arttext)

ISSN: 0718-0764

MARTÍNEZ, Wilson y CABREJOS, Eduard. Aplicación de un modelo de programación lineal para la minimización del costo de uso de ingredientes en una planta de fundición de estaño. Tesis (Magister en gestión de operaciones). Universidad Católica del Perú, Lima-Perú, Facultad de Administración, 2016. 100pp.

MARULANDA, Micaela. Accounting introduction. Colombia: Ed. Pablito, 2015. 395p. ISBN 978-612-200-130-3

Ministerio de la Producción. Copyright. 11 de mayo de 2018 Disponible en: <http://www.produce.gob.pe>

MÉNDEZ GIRALDO, Francisco. Diseño y programación de modelos matemáticos. *Revista Ingeniería* [en línea]. Septiembre-abril 2014 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2019].



Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/4988/498850177006.pdf>  
ISSN: ISSN: 0121-7500

MOLINA PÉREZ, Daniel. Non binary integer programming. *Revista Ingeniería Ambiental* [en línea]. Octubre-enero 2014 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2019].  
Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-03382014000100005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382014000100005)  
ISSN: ISSN 1680-0338

Organization of the United Nations for food and Agriculture. Editor FAO. 14 de abril de 2018. Disponible en: <http://www.fao.org/publications/>

NARRO RAMÍREZ, Ana Elena. Aplicación de algunos modelos matemáticos. *Revista Política y Cultura* [en línea]. Enero-mayo 2014, vol. 21 n.º46 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2019].  
Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/267/26700614.pdf>  
ISSN: 0188-7742

NUÑEZ, Ignacio. Herramienta software como soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje de la programación lineal. *Revista ingeniería, investigación y desarrollo* [en línea]. Noviembre-marzo 2018, vol.15 n.º52 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2019].  
Disponible en:  
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/71017>  
ISSN: 2618-3269

PERAITA, José. Valoración de activos financieros por entropía máxima con programación lineal. Tesis (Ingenieros industrial). España: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ingeniería Industrial, 2015. 110 p.

PALELLA, Whiston. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. EE. UU: Ed.Unistic, 2016. 495p. ISBN 978-512-120-115-8

RAWLS, Jackson. La capacidad de producción y los costos. Alemania: Ed. Mandal, 2016. 268p. ISBN 978-600-200-530-5

RAMÍREZ, ELENA, Revista Aplicación de algunos modelos matemáticos a la toma de decisiones [en línea]. Universidad Autónoma Metropolitana, México, 2015 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2019].  
Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/pdf/267/26700614.pdf>  
ISSN: ISSN: 0188-7724

RUIZ, Vidal. Modeling and solving linear programming with. EE.UU.: Ed. Sprd, 2015. 118p. ISBN 978-600-300-230-7

TAHA, Hamdy. Operations research. 9° Ed. Alemania: Pearson Education, 2012. 827p.  
ISBN: 978-607-32-0796-6

UNIVERSIDAD César Vallejo (Perú), Código de ética en investigación de la  
Universidad Cesar Vallejo. Trujillo, 2017. 12 p.

YUNUEM REYES, Zotelo. Optimización de los recursos productivos mediante PLE.  
*Revista Econstor* [en línea]. Marzo-agosto 2014 [fecha de consulta: 14 de octubre del  
2019].

Disponible

en:

<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/195385/1/1022416308.pdf>

ISSN: ISSN 1886-516X

VALENCIA, JAVIER. Become a marketing superstar. *Revista Princeton university*  
[en línea]. Diciembre-mayo 2014 [fecha de consulta: 14 de octubre del 2019].

Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/430/43031750012.pdf>

ISSN: 0120-6230

¿Chimbote es uno de los principales puertos pesqueros del Peru? [en línea]. *Diario  
Chimbote*. 3de julio de 2018. [Fecha de consulta: 13 de junio de 2019]. Disponible en:  
<http://www.diariodechimbote.com/portada/noticias-locales/101674-2018-07-03-06-34-09>

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Formato de restricción de la harina.

<b>ÍTEMS</b>	<b>REQUISITOS PARA EXPORTACIÓN</b>
Proteínas	≥ 67%
Grasa	9 – 10.5 % máx.
Humedad	9.5 – 11 % máx.
Cloruro	3 – 5 % máx.
Ceniza	15 – 17% máx.
Tvn (mg / tn)	1.2 – 1.1 máx.
Acidez	8.5 – 10 % máx.
Histamina	500 – 1000 ppm máx.

Fuente: Ministerio de la Producción.

### Anexo 2. Formato de parámetros de calidad de harina.

<b>Estándares de calidad</b>	<b>Súper prime</b>	<b>Prime</b>	<b>Estándar</b>
Proteína	> 67 %	65 – 67 %	< 65%
Grasa	9 – 10.5 %	10.5 – 12	> 12%
Humedad	9.5 – 11 %	9.5 – 11%	9.5 – 11%
Cloruros	3 – 5 %	5 – 6 %	> 6%
Ceniza	15 – 17 %	17 – 20	> 20%
Tvn (mg / 100 gr)	1.1 – 1.2	1.2 – 1.3	> 1.3
Acidez	8.5 – 10	10 – 12	> 12%
Histamina	500 – 1000	1000 – 1500	1500 – 2000

Fuente: La Chimbotana S.A.C - PRODUCE

**Anexo 3.** Formatos de costos de producción.

**Anexo 3.1.** Costos totales de producción de la harina de pescado entera.

Mes	Ruma	Cantidad de sacos de 50 kg en una ruma	Cantidad total de sacos	Cantidad de Kg de harina de pescado	Cantidad de Toneladas de harina de pescado	Costo de producción / TN	Costo total de producción
abr-18	1,276	1,000	1,276,000	63,800,000	63,800	\$1,300	\$82,940,000
may-18	1,271	1,000	1,271,000	63,550,000	63,550	\$1,300	\$82,615,000
jun-18	1,293	1,000	1,293,000	64,650,000	64,650	\$1,300	\$84,045,000
jul-18	1,470	1,000	1,470,000	73,500,000	73,500	\$1,300	\$95,550,000
nov-18	1,466	1,000	1,466,000	73,300,000	73,300	\$1,300	\$95,290,000
dic-18	1,110	1,000	1,110,000	55,500,000	55,500	\$1,300	\$72,150,000
ene-19	1,139	1,000	1,139,000	56,950,000	56,950	\$1,300	\$74,035,000
abr-19	1,381	1,000	1,381,000	69,050,000	69,050	\$1,300	\$89,765,000
may-19	1,384	1,000	1,384,000	69,200,000	69,200	\$1,300	\$89,960,000
jun-19	1,205	1,000	1,205,000	60,250,000	60,250	\$1,300	\$78,325,000
jul-19	1,248	1,000	1,248,000	62,400,000	62,400	\$1,300	\$81,120,000
Total							\$925,795,000

Fuente: área de producción La Chimbotana S.A.C - elaboración propia.

**Anexo 3.2.** Costos totales de producción de la harina de pescado residual.

<b>Mes</b>	<b>Ruma</b>	<b>Cantidad de sacos de 50 kg en una ruma</b>	<b>Cantidad total de sacos</b>	<b>Cantidad de Kg de harina de pescado</b>	<b>Cantidad de Toneladas de harina de pescado</b>	<b>Costo de producción / TN</b>	<b>Costo total de producción</b>
abr-18	666.0	1,000	666,000	33,300,000	33,300	\$800	\$26,640,000
may-18	621.0	1,000	621,000	31,050,000	31,050	\$800	\$24,840,000
jun-18	566.0	1,000	566,000	28,300,000	28,300	\$800	\$22,640,000
jul-18	683.0	1,000	683,000	34,150,000	34,150	\$800	\$27,320,000
nov-18	600.0	1,000	600,000	30,000,000	30,000	\$800	\$24,000,000
dic-18	652.0	1,000	652,000	32,600,000	32,600	\$800	\$26,080,000
ene-19	619.0	1,000	619,000	30,950,000	30,950	\$800	\$24,760,000
abr-19	680.0	1,000	680,000	34,000,000	34,000	\$800	\$27,200,000
may-19	590.0	1,000	590,000	29,500,000	29,500	\$800	\$23,600,000
jun-19	686.0	1,000	686,000	34,300,000	34,300	\$800	\$27,440,000
jul-19	586.0	1,000	586,000	29,300,000	29,300	\$800	\$23,440,000
<b>Total</b>							<b>\$277,960,000</b>

Fuente: área de producción La Chimbotana S.A.C - elaboración propia.

**Anexo 3.3.** Costos de producción de la harina de pescado homogenizado.

<b>Mes</b>	<b>Ruma</b>	<b>Cantidad de sacos de 50 kg en una ruma</b>	<b>Cantidad total de sacos</b>	<b>Cantidad de Kg de harina de pescado</b>	<b>Cantidad de Toneladas de harina de pescado</b>	<b>Costo de producción / TN</b>	<b>Costo total de producción</b>
abr-18	1,245.5	1,000	1,245,500	62,275,000	62,275	\$1,280	\$79,726,787
may-18	1,238.5	1,000	1,238,500	61,925,000	61,925	\$1,280	\$79,278,704
jun-18	1,256.7	1,000	1,256,650	62,832,500	62,833	\$1,280	\$80,440,519
jul-18	1,430.7	1,000	1,430,650	71,532,500	71,533	\$1,280	\$91,578,585
nov-18	1,422.7	1,000	1,422,700	71,135,000	71,135	\$1,280	\$91,069,690
dic-18	1,087.1	1,000	1,087,100	54,355,000	54,355	\$1,280	\$69,587,306
ene-19	1,113.0	1,000	1,113,000	55,650,000	55,650	\$1,280	\$71,245,214
abr-19	1,346.0	1,000	1,345,950	67,297,500	67,298	\$1,280	\$86,156,779
may-19	1,344.3	1,000	1,344,300	67,215,000	67,215	\$1,280	\$86,051,160
jun-19	1,179.1	1,000	1,179,050	58,952,500	58,953	\$1,280	\$75,473,198
jul-19	1,214.9	1,000	1,214,900	60,745,000	60,745	\$1,280	\$77,768,023
<b>Total</b>							<b>\$888,375,965</b>

Fuente: área de producción La Chimbotana S.A.C - elaboración propia.

**Anexo 4.** Formato de ingresos y utilidad.**Anexo 4.1.** Ingreso de la harina de pescado entero.

<b>Mes</b>	<b>Ruma</b>	<b>Cantidad de sacos de 50 kg en una ruma</b>	<b>Cantidad total de sacos</b>	<b>Cantidad de Kg de harina de pescado</b>	<b>Cantidad de Toneladas de harina de pescado</b>	<b>Precio de una tonelada de harina de pescado</b>	<b>Ingreso</b>
abr-18	1,276	1,000	1,276,000	63,800,000	63,800	\$2,100	\$133,980,000
may-18	1,271	1,000	1,271,000	63,550,000	63,550	\$2,100	\$133,455,000
jun-18	1,293	1,000	1,293,000	64,650,000	64,650	\$2,100	\$135,765,000
jul-18	1,470	1,000	1,470,000	73,500,000	73,500	\$2,100	\$154,350,000
nov-18	1,466	1,000	1,466,000	73,300,000	73,300	\$2,100	\$153,930,000
dic-18	1,110	1,000	1,110,000	55,500,000	55,500	\$2,100	\$116,550,000
ene-19	1,139	1,000	1,139,000	56,950,000	56,950	\$2,100	\$119,595,000
abr-19	1,381	1,000	1,381,000	69,050,000	69,050	\$2,100	\$145,005,000
may-19	1,384	1,000	1,384,000	69,200,000	69,200	\$2,100	\$145,320,000
jun-19	1,205	1,000	1,205,000	60,250,000	60,250	\$2,100	\$126,525,000
jul-19	1,248	1,000	1,248,000	62,400,000	62,400	\$2,100	\$131,040,000
<b>Total</b>							<b>\$1,495,515,000</b>

Fuente: área de producción La Chimbotana S.A.C - elaboración propia.

**Anexo 4.2.** Utilidad de la harina de pescado entero.

<b>Mes</b>	<b>Costo total de producción</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Utilidad</b>
abr-18	\$82,940,000	\$133,980,000	\$51,040,000
may-18	\$82,615,000	\$133,455,000	\$50,840,000
jun-18	\$84,045,000	\$135,765,000	\$51,720,000
jul-18	\$95,550,000	\$154,350,000	\$58,800,000
nov-18	\$95,290,000	\$153,930,000	\$58,640,000
dic-18	\$72,150,000	\$116,550,000	\$44,400,000
ene-19	\$74,035,000	\$119,595,000	\$45,560,000
abr-19	\$89,765,000	\$145,005,000	\$55,240,000
may-19	\$89,960,000	\$145,320,000	\$55,360,000
jun-19	\$78,325,000	\$126,525,000	\$48,200,000
jul-19	\$81,120,000	\$131,040,000	\$49,920,000
<b>Total de utilidad</b>			<b>\$569,720,000</b>

Fuente: área de producción La Chimbotana S.A.C - elaboración propia.



**Anexo 4.3.** Ingresos de la harina de pescado residual.

<b>Mes</b>	<b>Ruma</b>	<b>Cantidad de sacos de 50 kg en una ruma</b>	<b>Cantidad total de sacos</b>	<b>Cantidad de Kg de harina de pescado</b>	<b>Cantidad de Toneladas de harina de pescado</b>	<b>Precio de una tonelada de harina de pescado (\$)</b>	<b>Ingreso</b>
abr-18	666	1,000	666,000	33,300,000	33,300	\$1,500	\$49,950,000
may-18	621	1,000	621,000	31,050,000	31,050	\$1,500	\$46,575,000
jun-18	566	1,000	566,000	28,300,000	28,300	\$1,500	\$42,450,000
jul-18	683	1,000	683,000	34,150,000	34,150	\$1,500	\$51,225,000
nov-18	600	1,000	600,000	30,000,000	30,000	\$1,500	\$45,000,000
dic-18	652	1,000	652,000	32,600,000	32,600	\$1,500	\$48,900,000
ene-19	619	1,000	619,000	30,950,000	30,950	\$1,500	\$46,425,000
abr-19	680	1,000	680,000	34,000,000	34,000	\$1,500	\$51,000,000
may-19	590	1,000	590,000	29,500,000	29,500	\$1,500	\$44,250,000
jun-19	686	1,000	686,000	34,300,000	34,300	\$1,500	\$51,450,000
jul-19	586	1,000	586,000	29,300,000	29,300	\$1,500	\$43,950,000
<b>Total</b>							<b>\$521,175,000</b>

Fuente: área de producción La Chimbotana S.A.C - elaboración propia.

**Anexo 4.4.** Utilidad de la harina de pescado residual.

<b>Mes</b>	<b>Costo total de producción</b>	<b>Ingreso</b>	<b>Utilidad</b>
abr-18	\$26,640,000	\$69,930,000	\$43,290,000
may-18	\$24,840,000	\$65,205,000	\$40,365,000
jun-18	\$22,640,000	\$59,430,000	\$36,790,000
jul-18	\$27,320,000	\$71,715,000	\$44,395,000
nov-18	\$24,000,000	\$63,000,000	\$39,000,000
dic-18	\$26,080,000	\$68,460,000	\$42,380,000
ene-19	\$24,760,000	\$64,995,000	\$40,235,000
abr-19	\$27,200,000	\$71,400,000	\$44,200,000
may-19	\$23,600,000	\$61,950,000	\$38,350,000
jun-19	\$27,440,000	\$72,030,000	\$44,590,000
jul-19	\$23,440,000	\$61,530,000	\$38,090,000
Total de utilidad			\$243,215,000

Fuente: área de producción La Chimbotana S.A.C - elaboración propia.

**Anexo 4.5.** Ingresos de la harina de pescado homogenizado.

Mes	Ruma	Cantidad de sacos de 50 kg en una ruma	Cantidad total de sacos	Cantidad de Kg de harina de pescado	Cantidad de Toneladas de harina de pescado	Precio de una tonelada de harina de pescado (\$)	Ingreso
abr-18	1,245.5	1,000	1,245,500	62,275,000	62,275	\$2,050	\$127,663,750
may-18	1,238.5	1,000	1,238,500	61,925,000	61,925	\$2,050	\$126,946,250
jun-18	1,256.7	1,000	1,256,650	62,832,500	62,833	\$2,050	\$128,806,625
jul-18	1,430.7	1,000	1,430,650	71,532,500	71,533	\$2,050	\$146,641,625
nov-18	1,422.7	1,000	1,422,700	71,135,000	71,135	\$2,050	\$145,826,750
dic-18	1,087.1	1,000	1,087,100	54,355,000	54,355	\$2,050	\$111,427,750
ene-19	1,113.0	1,000	1,113,000	55,650,000	55,650	\$2,050	\$114,082,500
abr-19	1,346.0	1,000	1,345,950	67,297,500	67,298	\$2,050	\$137,959,875
may-19	1,344.3	1,000	1,344,300	67,215,000	67,215	\$2,050	\$137,790,750
jun-19	1,179.1	1,000	1,179,050	58,952,500	58,953	\$2,050	\$120,852,625
jul-19	1,214.9	1,000	1,214,900	60,745,000	60,745	\$2,050	\$124,527,250
<b>TOTAL</b>							<b>\$1,422,525,750</b>

Fuente: área de producción La Chimbotana S.A.C - elaboración propia.

## Anexo 5. Programa WinQSB

Variable -->	H. entera	H. residual	Direction	R. H. S.
Maximize	750	1250		
Proteinas	0.679	0.564	>=	0.67
Max. grasas	0.102	0.097	<=	0.105
Min. grasas	0.102	0.097	>=	0.09
Max. humedad	0.098	0.092	<=	0.11
Min. humedad	0.098	0.092	>=	0.095
Max. cloruros	0.034	0.045	<=	0.05
Min. cloruros	0.034	0.045	>=	0.03
Max. cenizas	0.165	0.159	<=	0.17
Min. cenizas	0.165	0.159	>=	0.15
Max. TBVN	1.187	1.199	<=	1.2
Mi. TBVN	1.187	1.199	>=	1.1
Max. acidez	0.086	0.087	<=	0.1
Min. acidez	0.086	0.087	>=	0.085
Max. histamina	1000	1000	<=	1000
Min Histamina	1000	1000	>=	500
consistencia	1	1	=	1
LowerBound	0	0		
UpperBound	M	M		
VariableType	Continuous	Continuous		

Figura 1: Restricciones del programa winqsb - versión 2.0

00:10:00		Wednesday	October	16	2019			
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)	
1	H. entera	0.9217	750.0000	691.3043	0	basic	-M	1,250.0000
2	H. residual	0.0783	1,250.0000	97.8261	0	basic	750.0000	M
	Objective	Function	(Max.) =	789.1304				
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS	
1	Proteinas	0.6700	>=	0.6700	0	-4,347.8260	0.6215	0.6790
2	Max. grasas	0.1016	<=	0.1050	0.0034	0	0.1016	M
3	Min. grasas	0.1016	>=	0.0900	0.0116	0	-M	0.1016
4	Max. humedad	0.0975	<=	0.1100	0.0125	0	0.0975	M
5	Min. humedad	0.0975	>=	0.0950	0.0025	0	-M	0.0975
6	Max. cloruros	0.0349	<=	0.0500	0.0151	0	0.0349	M
7	Min. cloruros	0.0349	>=	0.0300	0.0049	0	-M	0.0349
8	Max. cenizas	0.1645	<=	0.1700	0.0055	0	0.1645	M
9	Min. cenizas	0.1645	>=	0.1500	0.0145	0	-M	0.1645
10	Max. TBVN	1.1879	<=	1.2000	0.0121	0	1.1879	M
11	Mi. TBVN	1.1879	>=	1.1000	0.0879	0	-M	1.1879
12	Max. acidez	0.0861	<=	0.1000	0.0139	0	0.0861	M
13	Min. acidez	0.0861	>=	0.0850	0.0011	0	-M	0.0861
14	Max. histamina	999.9999	<=	1,000.0000	0	0	1,000.0000	M
15	Min Histamina	999.9999	>=	500.0000	500.0000	0	-M	1,000.0000
16	consistencia	1.0000	=	1.0000	0	3,702.1740	0.9883	1.0000

Figura 2: Utilidad óptima con el programa winqsb - versión 2.0

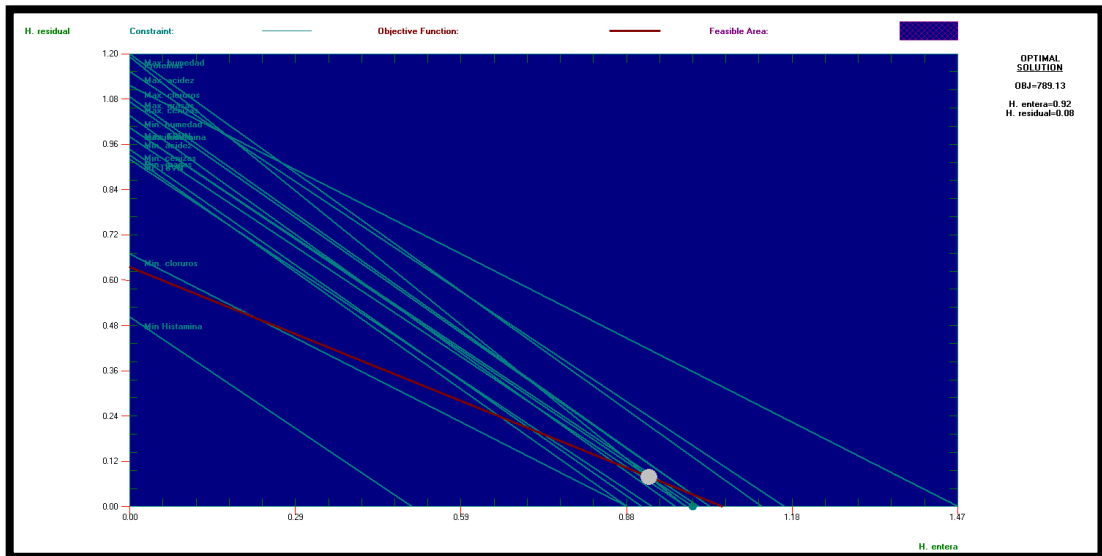


Figura 3: Parámetros óptimos con el programa winqsb - versión 2.0

22:55:47		Monday	October	21	2019			
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)	
1	H. entera	0.9217	650.0000	599.1304	0	basic	-M	1,150.0000
2	H. residual	0.0783	1,150.0000	90.0000	0	basic	650.0000	M
	Objective Function	(Max.) =	689.1304					
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS	
1	Proteínas	>=	0.6700	0	-4,347.8260	0.6215	0.6790	
2	Max. grasas	<=	0.1050	0.0034	0	0.1016	M	
3	Min. grasas	>=	0.0900	0.0116	0	-M	0.1016	
4	Max. humedad	<=	0.1100	0.0125	0	0.0975	M	
5	Min. humedad	>=	0.0950	0.0025	0	-M	0.0975	
6	Max. cloruros	<=	0.0500	0.0151	0	0.0349	M	
7	Min. cloruros	>=	0.0300	0.0049	0	-M	0.0349	
8	Max. cenizas	<=	0.1700	0.0055	0	0.1645	M	
9	Min. cenizas	>=	0.1500	0.0145	0	-M	0.1645	
10	Max. TBVN	<=	1.2000	0.0121	0	1.1879	M	
11	Mi. TBVN	>=	1.1000	0.0879	0	-M	1.1879	
12	Max. acidez	<=	0.1000	0.0139	0	0.0861	M	
13	Min. acidez	>=	0.0850	0.0011	0	-M	0.0861	
14	Max. histamina	<=	1,000.0000	0	0	1,000.0000	M	
15	Min Histamina	>=	500.0000	500.0000	0	-M	1,000.0000	
16	consistencia	=	1.0000	0	3,602.1740	0.9883	1.0000	

Figura 4: Aumento del costo en la función objetivo con el programa winqsb - versión 2.0

22:59:32		Monday	October	21	2019			
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	H. entera	0.9217	850.0000	783.4782	0	basic	-M	1,350.0000
2	H. residual	0.0783	1,350.0000	105.6522	0	basic	850.0000	M
	Objective	Function	(Max.) =	889.1304				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	Proteinas	0.6700	>=	0.6700	0	-4,347.8260	0.6215	0.6790
2	Max. grasas	0.1016	<=	0.1050	0.0034	0	0.1016	M
3	Min. grasas	0.1016	>=	0.0900	0.0116	0	-M	0.1016
4	Max. humedad	0.0975	<=	0.1100	0.0125	0	0.0975	M
5	Min. humedad	0.0975	>=	0.0950	0.0025	0	-M	0.0975
6	Max. cloruros	0.0349	<=	0.0500	0.0151	0	0.0349	M
7	Min. cloruros	0.0349	>=	0.0300	0.0049	0	-M	0.0349
8	Max. cenizas	0.1645	<=	0.1700	0.0055	0	0.1645	M
9	Min. cenizas	0.1645	>=	0.1500	0.0145	0	-M	0.1645
10	Max. TBVN	1.1879	<=	1.2000	0.0121	0	1.1879	M
11	Mi. TBVN	1.1879	>=	1.1000	0.0879	0	-M	1.1879
12	Max. acidez	0.0861	<=	0.1000	0.0139	0	0.0861	M
13	Min. acidez	0.0861	>=	0.0850	0.0011	0	-M	0.0861
14	Max. histamina	999.9999	<=	1,000.0000	0	0	1,000.0000	M
15	Min Histamina	999.9999	>=	500.0000	500.0000	0	-M	1,000.0000
16	consistencia	1.0000	=	1.0000	0	3,802.1740	0.9883	1.0000

Figura 5: Reducción de costo en la función objetivo con el programa winqsb - versión 2.0

### Anexo 6. Código de biblioteca UCV

	Autor	Título	Código
Libro	Hamdy Taha	Investigación de Operaciones	658.4034/T15/E7
Libro	Roberto Hernández, Carlos Fernández y María Baptista	Metodología de la Investigación	001.42/H43/E13
Libro	Mokhtar Bazara	Programación Lineal y flujo de redes	519.72/B28

Fuente: elaboración propia.

**Anexo 7. Control de calidad de la harina de pescado entero.**

<b>Mes</b>	<b>Ruma</b>	<b>Cantidad de sacos en una ruma</b>	<b>% Proteína</b>	<b>% Grasa</b>	<b>% Humedad</b>	<b>% Cloruro</b>	<b>% Cenizas</b>	<b>TBVN</b>	<b>% Acidez</b>	<b>Histamina</b>
abr-18	1,276	1,000.0	68.00	9.61	9.34	1.67	15.44	1.08	9.00	1000.0
may-18	1,271	1,000.0	68.10	10.11	9.19	2.01	15.55	1.05	9.00	1000.0
jun-18	1,293	1,000.0	68.50	9.85	9.54	2.24	15.91	1.24	9.00	1000.0
jul-18	1,470	1,000.0	67.90	9.71	10.07	2.60	17.01	1.14	8.50	1000.0
nov-18	1,466	1,000.0	68.15	10.94	10.08	3.41	15.90	1.09	10.00	1000.0
dic-18	1,110	1,000.0	68.03	9.91	8.98	3.85	15.99	1.13	10.00	1000.0
ene-19	1,139	1,000.0	68.18	10.60	9.79	3.90	16.74	1.18	8.00	1000.0
abr-19	1,381	1,000.0	67.50	9.95	10.38	3.73	15.17	1.15	8.00	1000.0
may-19	1,384	1,000.0	67.00	11.13	10.26	4.14	17.56	1.41	7.50	1000.0
jun-19	1,205	1,000.0	67.30	10.23	10.16	5.20	18.38	1.48	7.50	1000.0
jul-19	1,248	1,000.0	68.43	9.86	10.38	4.41	17.33	1.11	8.50	1000.0
Promedio			67.9	10.2	9.8	3.4	16.5	1.187	8.6	1000.0

Fuente: La Chimbotana S.A.C.

**Anexo 8.** Control de calidad de la harina de pescado residual.

<b>Mes</b>	<b>Ruma</b>	<b>Cantidad de sacos en una ruma</b>	<b>% Proteína</b>	<b>% Grasa</b>	<b>% Humedad</b>	<b>% Cloruro</b>	<b>% Cenizas</b>	<b>TBVN</b>	<b>% Acidez</b>	<b>Histamina</b>
abr-18	666.0	1,000.0	55.58	9.85	9.34	4.47	15.44	1.33	7.50	1000.0
may-18	621.0	1,000.0	54.80	10.44	9.19	5.53	14.98	1.14	9.00	1000.0
jun-18	566.0	1,000.0	56.60	9.63	9.54	5.12	15.34	1.08	10.00	1000.0
jul-18	683.0	1,000.0	59.88	9.44	8.44	5.52	16.44	1.14	11.00	1000.0
nov-18	600.0	1,000.0	58.00	9.32	9.28	3.86	15.33	1.15	8.90	1000.0
dic-18	652.0	1,000.0	59.50	9.21	8.98	3.91	15.42	1.18	10.00	1000.0
ene-19	619.0	1,000.0	59.00	9.44	9.79	3.79	16.17	1.20	8.00	1000.0
abr-19	680.0	1,000.0	56.82	9.84	8.82	4.92	14.60	1.17	8.00	1000.0
may-19	590.0	1,000.0	54.44	9.75	8.79	4.24	16.99	1.25	7.50	1000.0
jun-19	686.0	1,000.0	53.64	9.92	9.52	3.25	17.81	1.41	7.50	1000.0
jul-19	586.0	1,000.0	52.67	9.69	9.79	4.41	16.76	1.14	8.50	1000.0
Promedio			56.4	9.7	9.2	4.5	15.9	1.199	8.7	1000.0

Fuente: La Chimbotana S.A.C.



**Anexo 9.** Constancia de validación del instrumento que mide la variable independiente  
 “Programación lineal entera”



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE  
 INDEPENDIENTE “PROGRAMACION LINEAL ENTERA”

Yo, Victor Culla Delgado, titular del DNI.  
 N° 18132765, de profesión Inj. Industrial, ejerciendo actualmente  
 como docente universitario.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del  
 Instrumento

Formato de parámetros de calidad de harina.

Para los efectos de su aplicación de la empresa La Chimbotana S.A.C

Luego de haber las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems				/
Amplitud de contenido				/
Redacción de los ítems				/
Claridad y precisión				/
Pertinencia				/

En Nuevo Chimbote, a los 10 días del mes de Junio del 2019

Firma

Figura 6: Validación de la variable independiente.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE "PROGRAMACION LINEAL ENTERA"

Yo, Wilson Simpató López, titular del DNI. N° 4018630, de profesión Inj. Agroindustrial, ejerciendo actualmente como docente universitario.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento

Formato de parámetros de calidad de harina.

Para los efectos de su aplicación de la empresa **La Chimbotana S.A.C**

Luego de haber las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			/	
Amplitud de contenido		/		
Redacción de los ítems			/	
Claridad y precisión			/	
Pertinencia			/	

En Nuevo Chimbote, a los 10 días del mes de Junio del 2019

  
 Firma  
 CIP: 115068

Figura 7: Validación de la variable independiente.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE  
INDEPENDIENTE "PROGRAMACION LINEAL ENTERA"

Yo, Guillermo Muñoz Olivos, titular del DNI.  
N° 94317159, de profesión Ingeniero Ind., ejerciendo actualmente  
como docente universitario.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del  
Instrumento

Formato de parámetros de calidad de harina.

Para los efectos de su aplicación de la empresa **La Chimbotana S.A.C**

Luego de haber las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems				X
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems				X
Claridad y precisión			X	
Pertinencia				X

En Nuevo Chimbote, a los 10 días del mes de Junio del 2019

Firma

Figura 8: Validación de la variable independiente.

**Anexo 10.** Constancia de validación del instrumento que mide la variable dependiente  
“Utilidad”



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE  
DEPENDIENTE “UTILIDAD”

Yo, Victor Calle Delgado, titular del DNI.  
N° 18100465, de profesión Ing. Industrial, ejerciendo actualmente  
como docente universitario.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del  
Instrumento

Formato de costo de producción.

Formato de ingresos.

Para los efectos de su aplicación de la empresa **La Chimbotana S.A.C**

Luego de haber las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems				✓
Amplitud de contenido			✓	
Redacción de los ítems				✓
Claridad y precisión				✓
Pertinencia				✓

En Nuevo Chimbote, a los 10 días del mes de Junio del 2019

Firma

Figura 9: Validación de la variable dependiente.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE  
DEPENDIENTE "UTILIDAD"

Yo, Wilson Símulo López, titular del DNI.  
N° 40186130, de profesión Ingeniero Agrónomo, ejerciendo actualmente  
como docente universitario.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del  
Instrumento

Formato de costo de producción.

Formato de ingresos.

Para los efectos de su aplicación de la empresa **La Chimbotana S.A.C**

Luego de haber las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems		/		
Amplitud de contenido			/	
Redacción de los ítems			/	
Claridad y precisión			/	
Pertinencia			/	

En Nuevo Chimbote, a los 10 días del mes de Junio del 2019

  
 Firma

Figura 10: Validación de la variable dependiente.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE  
DEPENDIENTE "UTILIDAD"

Yo, Guillermo Miran Oliva, titular del DNI.  
N° 9437759, de profesión Ingeniero Ind., ejerciendo actualmente  
como docente universitario.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del  
Instrumento

Formato de costo de producción.

Formato de ingresos.

Para los efectos de su aplicación de la empresa **La Chimbotana S.A.C**

Luego de haber las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido				X
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

En Nuevo Chimbote, a los 10 días del mes de Junio del 2019

  
Firma

Figura 11: Validación de la variable dependiente.

**Anexo 11.** Calificación de la variable independiente “Programación lineal entera”

<b>Criterio de valides</b>	<b>Deficiente</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Bueno</b>	<b>Excelente</b>	<b>Total parcial</b>
Congruencia de ítems	1	2	3	4	4
Amplitud del contenido	1	2	3	4	4
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	4
Pertinencia	1	2	3	4	4
Total					20

Fuente: elaboración propia.

**Anexo 12.** Calificación del ing. Miñan Olivos Guillermo

<b>Criterio de valides</b>	<b>Deficiente</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Bueno</b>	<b>Excelente</b>	<b>Total parcial</b>
Congruencia de ítems	1	2	3	4	4
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	4
Total					18

Fuente: elaboración propia.



**Anexo 13.** Calificación del ing. Símpalo López Wilson

<b>Criterio de valides</b>	<b>Deficiente</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Bueno</b>	<b>Excelente</b>	<b>Total parcial</b>
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	2
Redacción de ítems	1	2	3	4	3
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
Total					14

Fuente: elaboración propia.



**Anexo 14.** Calificación de la variable dependiente “Utilidad”

<b>Criterio de valides</b>	<b>Deficiente</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Bueno</b>	<b>Excelente</b>	<b>Total parcial</b>
Congruencia de ítems	1	2	3	4	4
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	4
Pertinencia	1	2	3	4	4
Total					19

Fuente: elaboración propia.

**Anexo 15.** Calificación del ing. Miñan Olivos Guillermo

<b>Criterio de valides</b>	<b>Deficiente</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Bueno</b>	<b>Excelente</b>	<b>Total parcial</b>
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	4
Redacción de ítems	1	2	3	4	3
Claridad y precisión	1	2	3	4	4
Pertinencia	1	2	3	4	4
Total					18

Fuente: elaboración propia.

**Anexo 16.** Calificación del ing. Símpalo López Wilson

<b>Criterio de valides</b>	<b>Deficiente</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Bueno</b>	<b>Excelente</b>	<b>Total parcial</b>
Congruencia de ítems	1	2	3	4	2
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	3
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
<b>Total</b>					<b>14</b>

Fuente: elaboración propia.

**Anexo 17.** Medición de instrumentos.

<b>Escala</b>	<b>Indicador</b>
0,00 – 0,53	Validez nula
0,54 – 0,59	Validez baja
0,60 – 0,65	Valida
0,66 – 0,71	Muy valida
0,72 – 0,99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Fuente: Gómez, 2014, p.45

### Anexo 18. Alfa de cronbach

Expertos	Ítems					Total
	Ítem 1	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5	
Calla Delgado, Víctor	4	4	4	4	4	20
Miñan Olivos, Guillermo	4	3	4	3	4	18
Símpalo López, Wilson	3	2	3	3	3	14
Varianza	0.3	1	0.3	0.3	0.3	9.3

Fuente: elaboración propia.

Alfa de Cronbach:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right]$$

K	5
$\sum Vi$	2.3
Vt	9.3

$K/(k-1)$	1.3
$1-(\sum Vi/Vt)$	0.8
ALFA DE CRONBACH	
A	0.94

Donde:

$\alpha$  : Alfa de cronbach

K : # de ítems

$\sum Vi$ : Sumatoria de varianza inicial

Vt: Varianza total

Se obtuvo un valor de Alfa de Cronbach ( $\alpha$ ) respecto a la validación de instrumentos de la variable independiente de 0.94, por lo que se considera una excelente validez.

**Anexo 19. Variable dependiente.**

Expertos	Ítems					Total
	Ítem 1	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5	
Calla Delgado, Víctor	4	3	4	4	4	19
Miñan Olivos, Guillermo	3	4	3	4	4	18
Símpalo López, Wilson	2	3	3	3	3	14
Varianza	1	0.3	0.3	0.3	0.3	7

Fuente: elaboración propia.

Alfa de Cronbach:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum Vi}{Vt} \right]$$

K	5
$\sum Vi$	2.3
Vt	7

$K/(k-1)$	1.3
$1-(\sum Vi/Vt)$	0.7
ALFA DE CRONBACH	
A	0.83

Donde:

$\alpha$  : Alfa de cronbach

K : # de ítems

$\sum Vi$ : Sumatoria de varianza inicial

Vt: Varianza total

Se obtuvo un valor de Alfa de Cronbach ( $\alpha$ ) respecto a la validación de instrumentos de la variable dependiente de 0.83, por lo que se considera una excelente validez.

## Anexo 20. Autorización de la empresa.



### CARTA DE AUTORIZACION DE USO DE INFORMACIÓN

Con la firma del presente documento se da autorización a **Pascual Saldaña, Brandon Luis y Santos Arenas, Luis David**, para la recolección de datos convenientes y necesarios para la elaboración de su proyecto de investigación titulado: "Programación lineal entera en el homogenizado de harina de pescado para optimizar utilidad, empresa la CHIMBOTANA S.A.C. Chimbote – 2019.", siendo conveniente la realización de este permiso para la mejora de mis representados.


Firmo la presente a los 15 días del mes de junio del 2019, para los fines que los interesados estimen por conveniente.

Atentamente,


CORPORACION PESQUERA  
S.A.C.  
  
Ernesto Inti Díaz  
Gerente General

Figura 12: Carta de autorización.

Anexo 21. Laboratorio COLECBI S.A.C.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046**



INACAL  
S.A. Perú  
Instituto de Normalización y Acreditación  
Registra N° LE - 046

---

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20191106-007**

Pág. 1 de 1

CORPORACION DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLINICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

SOLICITADO POR	: LA CHIMBOTANA SAC
DIRECCION	: Av. Los Pescadores, Mz. D Lote 51A
PRODUCTO DECLARADO	: HARINA DE PESCADO.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestras x 500g
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En bolsa de polietileno transparente, cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019-11-06
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2019-11-06
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO	: 2019-11-06
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio Físico Químico.
CODIGO COLECBI	: SS 191106-5

**RESULTADOS**

ENSAYOS	MUESTRA
	I 306
Proteínas (%) Factor 6.28	69.01
Grasa (%)	9.10
Humedad (%)	10.00
Cenizas (%)	15.80
Cloruros (%)	3.08
Amoníaco (mg/100g)	1.12
Histamina (mg/Kg)	500.00

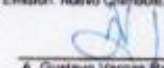
**METODOLOGIA EMPLEADA**

Proteínas: AOAC 2001.11 2016 20th Edition. Protein (Crude) in Animal Feed, Forage (Plant Tissue) Grain and Oilseeds.  
 Grasa: LC/VAL01DCGHP/2006 Harina de Pescado. Determinación del contenido de grasa en Harina de Pescado (Extracto de Hexano)  
 Humedad: NTP ISO 6496:2011 Sección 8.2 y 9.1. ALIMENTOS PARA ANIMALES. Determinación del contenido de humedad y materia volátil.  
 Cenizas: N.T.P. 204.022-1982 (Revisada el 2015). Harina de Pescado. Determinación de Cenizas. Método Gravimétrico.

**NOTA:**

- Muestra recepcionada en Laboratorio COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Noviembre 08 del 2019  
 GVR/jms

  
 A. Gustavo Vargas Ramos  
 Gerente de Laboratorio  
 C.B.P.-326  
 COLECBI S.A.C.

LCAP-001E  
 Rev. 04  
 Fecha: 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752  
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127  
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
 Web: www.colecbi.com

Figura 13: Informe del laboratorio COLECBI S.A.C.