



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

**Diseño de una mezcladora de alimento balanceado de 1 Tm/hora
para mejorar la homogenización en la empresa Avícola Casas
S.A.C. – 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Santos Huancas, Pastor (ORCID: 0000-0001-8612-1273)

ASESOR:

DR. Salazar Mendoza, Aníbal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

CHICLAYO - PERÚ

2020

Dedicatoria

Este proyecto de Investigación se lo dedico a Dios por haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinito amor y bondad.

A mis padres, Aparicio y Narcisa, quienes me han dado todo lo que soy, valores, principios, perseverancia, humildad y coraje; para no fracasar en las dificultades, y encarar las adversidades manteniendo mi dignidad en el intento.

A mis hijos, KIARA VASTI y THIAGO SHOAN, quienes amo infinitamente y son mi mayor motivación para salir adelante y que siempre los apoyaré para que sean mejores personas para la sociedad.

A Rebeca por su apoyo brindado durante el proceso de toda la investigación y por su motivación para no rendirme en los estudios y ser un ejemplo para ella.

Pastor Santos Huancas

Agradecimiento

El presente proyecto de Investigación va dirigido a ti mi Dios por bendecirme cada día.

Este agradecimiento hago llegar a los principales impulsores de mis sueños, mis hijos (KIARA VASTI Y THIAGO SHOAN), mis padres, Aparicio Santos y Narcisa Huancas, pues sin ellos no hubiese podido lograr que entre muchos obstáculos de la vida lograría alcanzar y llegar a la meta y hoy en día lo veremos reflejado juntos, también el agradecimiento infinito a mi pilar fundamental a la Universidad Cesar Vallejo, por darme la oportunidad de poder continuar mis objetivos personales y profesionales, a los Doctores por brindarme la enseñanza necesaria para lograr mi objetivo.

A las personas, Anali Vivar y Elena que colaboraron de una u otra forma para la realización de este proyecto, y especialmente a la señora Yolanda Cruz, por todo su apoyo y la oportunidad de poder estudiar

A cada colaborador de la empresa Avícola Casas quienes muy amablemente me brindaron su apoyo para realizar este proyecto de investigación.

Pastor Santos Huancas

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de gráficos y figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstrac.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGIA.....	15
3.1. Diseño de Investigación.....	15
3.2. Variables, Operacionalización.....	15
3.2.1. Variable Independiente.....	15
3.2.2. Variable Dependiente.....	15
3.2.3. Operacionalización de variables.....	15
3.3. Población y Muestra.....	16
3.3.1. Población.....	16
3.3.2. Muestra.....	16
3.4. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.....	16
3.4.1. Técnicas de Recolección de Datos.....	16
3.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos.....	17
3.5. Métodos de Análisis de Datos.....	17
3.6. Aspectos Éticos.....	17
IV. RESULTADOS	18

4.1. Caracterizar el proceso de mezclado del alimento balanceado en la empresa avícola Casas SAC.....	18
4.2. Determinar los diversos parámetros para el diseño de la mezcladora de alimento balanceado.....	20
4.2.1. Volumen y peso de cada alimento para la mezcla.....	21
4.2.2. Velocidad para ejes de distribución.	22
4.3. Seleccionar los diversos componentes electromecánicos de la mezcladora de alimento balanceado.....	23
4.3.1. Tornillos sin fin de alimentadores	23
4.3.2. Potencia de tornillos transportadores	26
4.3.3. Tamaño de la tolva	37
4.3.4. Selección de los motorreductores.....	42
4.3.5. Tablero de automatización	46
4.4. Realizar la evaluación económica a través de los indicadores Tasa Interna de Retorno (TIR) y Valor Actual Neto (VAN).....	50
V. DISCUSIÓN	55
VI. CONCLUSIONES.....	59
VII. RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS.....	61
ANEXO 01.- DETALLES DE LA MESCLADORA	1

Índice de tablas

Tabla 1.	9
Tabla 2.	18
Tabla 3.	19
Tabla 4.	22
Tabla 5.	22
Tabla 6.	23
Tabla 7.	24
Tabla 8.	25
Tabla 9.	25
Tabla 10.	26
Tabla 11.	26
Tabla 12.	27
Tabla 13.	27
Tabla 14.	28
Tabla 15.	28
Tabla 16.	28
Tabla 17.	30
Tabla 18.	30
Tabla 19.	31
Tabla 20.	32
Tabla 21.	32
Tabla 22.	33
Tabla 23.	33
Tabla 24.	33
Tabla 25.	34
Tabla 26.	34
Tabla 27.	35
Tabla 28.	36
Tabla 29.	37
Tabla 30.	39
Tabla 31.	39

Tabla 32	40
Tabla 33	41
Tabla 34	43
Tabla 35	44
Tabla 36	44
Tabla 37	45
Tabla 38	48
Tabla 39	51
Tabla 40	51
Tabla 41	52
Tabla 42	52
Tabla 43	53
Tabla 44	53
Tabla 45	54

Índice de gráficos y figuras

Figura 1.- Procesamiento de Alimentos Balanceados. Fuente: Elaboración propia	20
Figura 2.- Procesamiento de alimento balanceado. Fuente: Elaboración propia .	21
Figura 3.- Diámetros del helicoidal del tornillo sin fin. Fuente: Elaboración propia	24
Figura 4.- Factor de sobrecarga para helicoidales horizontales. Fuente: (Martin, 2018)	36
Figura 5.- Cono de la tolva. Fuente: Elaboración propia	38
Figura 6.- Parámetros que se requiere para el cilindro. Fuente: Elaboración propia	41
Figura 7.- Tolva para cada producto. Fuente: Elaboración propia.....	42
Figura 8.- Porción de tabla de motores ABB. Fuente: (ABB, 2019).....	43
Figura 9.- Motorreductor seleccionados para cada producto. Fuente: Elaboración propia	46
Figura 10.- Diagrama de movimientos para los motores de la mezcladora. Fuente: Elaboración propia	47
Figura 11.- Circuito de fuerza común para cada uno de los motores del mesclador. Fuente: Elaboración propia	49
Figura 12.- Diagrama de control del circuito de los cuatro motores para la mezcladora. Fuente: Elaboración propia.....	50

Resumen

En la presente investigación se muestra el diseño de una mezcladora de alimento balanceado para aves para la empresa avícola Casas el proceso de mezclado se realiza en la empresa de manera artesanal este proceso es demandante de personal y no logra que el producto tenga homogeneidad, la maquina aquí diseñada utiliza la gravedad para el mezclado y establece la homogeneidad de cada parte de mezcla agregando la porción requerida por kilogramo mezclado, esto se logra alimentando con componentes de la mezcla a una velocidad que proporcione el porcentaje de cada elemento requerido en su peso correspondiente.

Palabras clave.-. Alimento balanceado, Mezcladora, Velocidad de del grano.

Abstrac

The present investigation shows the design of a balanced feed mixer for poultry for the Casas poultry company. The mixing process is carried out in the company in an artisanal way, this process is demanding of personnel and does not achieve that the product has homogeneity, the machine Here designed, it uses gravity for mixing and establishes the homogeneity of each part of the mixture by adding the required portion per kilogram mixed, this is achieved by feeding with components of the mixture at a speed that provides the percentage of each element required in its corresponding weight.

. **Keywords.** - Balanced feed, Mixer, Grain speed.

I. INTRODUCCIÓN.

Los alimentos balanceados se caracterizan por ser de vital importancia en cada una de las etapas de crecimiento de las aves, para ello, estos deben garantizar un suministro correcto de nutrientes a lo largo de la vida del animal". (Morales Franco, y otros, 2018)

La utilización de materias primas para la elaboración de alimentos balanceados depende de la formulación de los mismos, muchas de estas materias primas son importadas por la falta de producción del país para ellos se podría recurrir a la sustitución de la formulación de otras materias primas disponibles, siempre y cuando estas posean la capacidad de cubrir las necesidades nutricionales de los pollos (Morales Franco, y otros, 2018).

Agrogrudle SA, es una empresa dedicada a la comercialización e todo tipo de material primas agropecuarias, tanto para la venta al por mayor y menor y producción de los mismos, se encuentra ubicada en el cantón Jujan en el Km 8,5 vía Babahoyo, la empresa cuenta con una planta de procesamiento de arroz" (Morales Franco, y otros, 2018).

El suplemento que se le da a los animales por bloques sólidos multinutricionales (BM) es una de las técnicas más aplicadas en la actualidad, se le da al animal de crianza un alimento con estructura sólida que tiene un consumo limitado, este alimento tiene la garantía que generara un aporte de manera constante con nitrógeno no proteico y además componentes minerales lo que mejora el consumo del animal de manera voluntaria de forraje.

Otra de los beneficios de este alimento es que se puede elaborar de manera artesanal con sistemas de producción de costo reducido. Estas características debidas a la comodidad en el manejo de alimento y la comodidad de elaboración a cimentado a esta estrategia sobre todo en la crianza de ganado, y ha servido como un iniciador de la misma técnica en la crianza de otros animales (Birbe, y otros, 2016).

La ganadería se estableció desde que el hombre pudo capturar animales y volverlos domésticos con lo que se pudo disminuir la caza ya que se podían proveer de animales domésticos, además esto no solamente fue aprovechado por el alimento que proporcionaban los animales sino también porque se volvió un sustento económico consagrándose esta actividad como la ganadería en sí. La actividad ganadera tiene por objetivo obtener productos de los animales como cuero, leche, lana, carne.

Los animales que se alimentan de forraje cubren sus necesidades alimenticias casi totalmente con pasturas, ahora debido a la calidad de estas pasturas es de lo que depende del crecimiento, reproducción y desarrollo corporal, gracias a nuevas tecnologías se establecen métodos de mejores formas de alimentación con algunas alternativas como los bloques sólidos multinutricinales que permiten compensar parte de la alimentación por pasto y ayudan al crecimiento y desarrollo de los animales (Manya Naula, 2014).

En el país hermano del Ecuador en donde su principal ingreso económico lo desarrolla por el petróleo cuenta con la actividad de crianza de aves que también generan un aporte en la economía del país, es así que gran parte de su pueblo se dedica al comercio de este sector avícola se ahí que el gobierno de este país ve muy preciso apoyar este sector para que se desarrolle un producto de calidad y se pueda generar más ingreso por este sector.

Las aves de comercio para parrillas tienen una dieta muy estricta de alimento balanceado, este alimento permite que se reduzca el tiempo de crianza aumentando el engorde de las aves, esto es muy beneficioso para esta industria ya que permite la venta más rápida de las aves. Es justamente el acceso al alimento balanceado lo que se debe atacar por parte del gobierno para permitir aumentar la mediana y pequeña industria en el país (Fernández Pilataxi, y otros, 2014).

En el Perú a nivel nacional la producción que se tiene para alimento balanceado se tuvo una gran demanda durante los 60, debido a que hubo un crecimiento en la actividad industrial de harina de pescado y la actividad pesquera en el país, es aquí donde la industria avícola también se desarrolló, ya que empezó a consumir la

harina de pescado como una fuente de proteína para alimentar a las aves (Ministerio de Agricultura y riego, 2016)

En el mes de enero la producción de alimentos balanceados en el año 2016 alcanzó un máximo de 287 400 toneladas, logrando un incremento de producción del 1.7% en comparación con el mismo mes del año anterior. En este intervalo de tiempo la producción avícola presento un retraso de 0.1%, el área de reproductora y de postura creció en un 6.2%, otras áreas como la porcina, vacuna, pavos y patos aumento en un 0.9%, 5.3% y 33.3% respectivamente (Ministerio de Agricultura y riego, 2016).

A nivel local la expansión sostenida del sector avícola ha incidido positivamente en las industrias de alimentos balanceados y por ende la producción aumentado, considerando su fuerte articulación hacia atrás.

Sin embargo, pese a los esfuerzos por desarrollar un autoabastecimiento de la producción es necesario el diseño de una mezcladora de dicho alimento ya que es de mayor ayuda para la empresa avícola casas ya que en los últimos años ha venido trabajando con esfuerzo de los obreros siempre haciendo el mezclado manualmente con palanas mezclando así dicho alimento; el mezclado manual realizado por dos obreros tiene una tasa de producción entre 200 a 300 kg/ hora siendo esto insuficiente para la empresa avícola Casas SAC, para ello a pedido del propietario de la avícola, el señor José Casas Cenador, diseñar una mezcladora de alimento balanceado de una tonelada/ hora para el beneficio de la empresa y de los trabajadores.

¿Cómo el diseño de una mezcladora de alimento balanceado de una capacidad de 1 TM/hora mejorará la homogenización del alimento balanceado en la empresa Avícola Casas. SAC?

Esta investigación es importante ya que va a permitirá desarrollar la tecnología del diseño mecánico aplicado a nuestra realidad con lo cual se optimizará el proceso de diseño, respetando la normatividad vigente, además de mejorar la uniformización del alimento balanceado beneficiando en la producción avícola de la empresa Casas SAC.

La presente investigación tiene un impacto económico positivo, ya que permitía disponer de un alimento balanceado homogéneo, con lo cual mejorará la producción avícola trayendo consigo beneficios económicos a la empresa.

El impacto social es positivo ya que actualmente el proceso de mezclado del alimento balanceado se realiza a mano trayendo consigo un sobreesfuerzo de los trabajadores, además de estar expuestos a la contaminación, esto permitirá que el personal se les reasigne nuevas tareas de menor riesgo.

El impacto ambiental es positivo ya que permitirá minimizar las pérdidas de materiales en la fabricación del mezclador de alimento balanceado, además optimizar las tareas de mantenimiento y los residuos de estas actividades.

La hipótesis que se manejó en este proyecto fue: “El diseño de la mezcladora de alimentos balanceados permitirá mejorar la homogenización del alimento balanceado en la empresa Avícola Casas SAC.

El objetivo general que se logró en esta investigación fue:

- Diseñar una mezcladora de alimento balanceado de 1 Tm/Hora para mejorar la homogenización del alimento balanceado en la empresa Avícola Casas SAC, respetando la normatividad vigente.

Los objetivos específicos que se desarrollaron en la investigación fueron:

- Caracterizar el proceso de mezclado del alimento balanceado en la empresa avícola Casas SAC.
- Determinar los diversos parámetros para el diseño de la mezcladora de alimento balanceado.
- Seleccionar los diversos componentes electromecánicos de la mezcladora de alimento balanceado.
- Realizar la evaluación económica a través de los indicadores Tasa Interna de Retorno (TIR) y Valor Actual Neto (VAN)

II. MARCO TEÓRICO.

Las investigaciones realizadas sobre las que se establecen antecedentes fueron:

(Rodríguez Orozco, y otros, 2018) en su investigación “**REDISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN ACTUAL PARA LA FABRICACIÓN DE UNA NUEVA REFERENCIA DE ALIMENTO BALANCEADO PARA PORCINOS**” indica lo siguiente. “Durante los últimos siete años el consumo de carne de cerdo en Colombia ha aumentado en un 106% aproximadamente lo que ha generado la necesidad de incrementar la fabricación de concentrado porcino para abastecer el mercado nacional y crear opciones en el mercado internacional, viéndose beneficiado el sector agropecuario.

Los Ranchos S.A.S se dedica a la fabricación y venta de alimentos balanceados para ganado bovino y equino buscando mejorar la producción, calidad de leche, fertilidad y salubridad de los animales utilizando materias primas de origen 100% vegetal. Actualmente, la empresa busca aumentar su participación en el mercado agropecuario mediante el rediseño de la nueva línea de producción actual con el fin de fabricar alimento granulado para ganado porcino.

Por medio del diseño de la nueva distribución en planta y llevando a cabo un análisis de capacidad y financiero, se buscará abordar la oportunidad de mejora que tiene la empresa, con el fin de enriquecer la capacidad de producción, aumentar sus utilidades y generar un crecimiento a nivel regional” (Rodríguez Orozco, y otros, 2018)

(Renjifo Mera, y otros, 2018) en su investigación. “**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MEZCLADORA - AMASADORA PARA PREPARAR 12 KG/H DE PASTA ALIMENTICIA**” este trabajo tiene como objetivo dar una solución por medio de un diseño de una maquina con una productividad de 12 kg/h para pasta alimenticia, esto se realiza considerando el amasado, mezclado y extruido. Los ejes son sometidos a cargas de dos tipos tanto axiales como radiales, estos fueron calculados teniendo en cuenta los factores de seguridad necesarios para que estos no tengan fallas por fatiga, el cálculo se realizó por medios analíticos, los factores fueron de 2.04 y 2.5 para el mezclado y la extracción respectivamente. Se realizó

una simulación en un software específico para diseño en el cual se pudo determinar según el programa que los factores de seguridad eran mucho más altos de los que mostraba el cálculo, estos llegaban a 2.21 y 3.18 lo que estableció que el diseño correspondía a la necesidad con la seguridad requerida. Se realizó un análisis financiero donde se estableció que el costo de mayor peso fue por los motores que representan el 41% de la inversión, estableciendo que la recuperación de la inversión se realiza solamente a dos meses ya que la producción se duplica con la maquina diseñada (Renjifo Mera, y otros, 2018).

(Montenegro Reyes, 2017), en su investigación **“DISEÑO DE UNA NUEVA PLANTA DE ALIMENTO BALANCEADO PARA LA EMPRESA ALBA MIX NUTRICIÓN S.A.C. PARA MEJORAR SU PRODUCTIVIDAD”** la empresa cuenta con dos locales distantes donde cada local establece una producción de un producto que requiere el otro para continuar con sus actividades. Con la intención de darle solución a esos problemas se planteo el diseñar una planta para que procese el alimento balanceado. Para desarrollar el diseño primero se planteó un diagnóstico de la planta en base a la tecnología nueva que existe en el mercado y se basó la capacidad de selección de dichas tecnologías en la capacidad que requiere la planta para poder cubrir la producción que requiere la empresa.

Durante el diagnostico se determinó que existía una porción del mercado que no recibía productos por que no se les podía atender, algunos tiempos ociosos elevados, así como la existencia de cuellos de botella y actividades que no generan producción las cuales pertenecen en su totalidad al proceso. La propuesta que se generó mejora en un 42% la productividad, aumenta la mano de obra en un 62%, redujo el tiempo que se pierde en los cuellos de botella en un 53%.

Para finalizar el investigador realiza un análisis de beneficio-costos con lo que determina que tanto se gana de utilidad con la propuesta que elaboro, en el análisis mencionado se tubo los indicadores TIR con un 41% y un indicador VAN con un / 1 183 228,68, como conclusión de la investigación con la propuesta mencionada se gana por cada sol invertido un S/. 0.128 (Montenegro Reyes, 2017).

(Fernández Pilataxi, y otros, 2014), en su investigación **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MEZCLADORA DE BALANCEADO PAR POLLOS**

PARRILLEROS. MÁQUINA CON UNA CAPACIDAD E 1000 KG/HORA”, indica lo siguiente.

Que el objetivo de su investigación su la construcción y diseño de una máquina que mezcle alimento balanceado para pollo parrilleros que tenga la suficiente capacidad para satisfacer los requerimientos de los medianos y por ende pequeños avicultores de la zona. En un inicio se recogió información sobre la alimentación balanceada de las aves de corral, para entender cómo es que el alimento balanceado funciona y cómo se comportan los diferentes elementos de dicho alimento al crear una mezcla, así se orientó a diseñar una máquina que no modifique las funciones de los alimentos al ser mezclados.

Para lograra el diseño que se construyó se generaron 3 alternativas las cuales se evaluaron en base a mantenimiento, costos de distribución, operación y funcionalidad. Cuando se determinó la alternativa más óptima para la mezcla de alimentos se procedió al diseño en detalle donde se seleccionó cada componente teniendo al final la mezcladora de alimento balanceado propuesta (Fernández Pilataxi, y otros, 2014).

(Manya Naula, 2014), en su investigación **“MÁQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTO BALANCEADO PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES MULTINUTRICIONALES”** indica lo siguiente.

Existe en el campo del alimento de animales una gran necesidad de buscar tecnologías nuevas que permitan brindar al ganado los nutrientes que requiere ya que se ha comprobado que los pastizales que son algo pobres en nutrientes ya que se desarrollan en tierras que son golpeadas por la sequía y erosión, solo se logra concebir ganado de baja calidad.

Así esta observación abre puertas de nuevos temas que se investigan en cuanto a la metodología de alimentación de los animales para el comercio, una de estas metodologías es el colocar suplementos en bloques multi nutricionales los cuales se han comprobado impactan positivamente en los animales en cuanto a su alimentación, lamentablemente aun se realizan estas mezclas donde se incluye los suplementos a la comida de los animales por vía manual.

Como resultado del antecedente se presenta el diseño de una maquina que desarrolla la mezcla de alimentos para satisfacer los bloques multinutricionales, esta máquina logra disminuir el tiempo que se utiliza para elaborar los bloques, así como la reducción también del personal necesario para desarrollar dicha función (Manya Naula, 2014)

Según el SENASA (Según Servicio Nacional de Seguridad Agraria) el alimento balanceado es la mezcla de ingredientes que alimentan al animal de producción. Esta mezcla debe ser capaz de darle al animal la suficiente y necesaria dosis de nutrientes para que puedan crecer, mantenerse, reproducirse y producir. El concepto de SIPSA (Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario) también menciona que el alimento balanceado es una mezcla compuesta de materias que aportan cada cual una grasa, proteína, cenizas, fibra, humedad (para el metabolismo de los animales) y que cumplen con un fin productivo.

Para poder determinar las raciones que requieren los animales para su alimentación se formulan utilizando alimentos y materias concentrados, aditivos e insumos. Las ojeles de soya es uno de los alimentos con más contenido proteico llegando al 25% en conjunto con el maíz con un 11%, son los más utilizado para alimentar el animal, ya que tienen una concentración muy alta en energía (contenidos altos de grasa vegetal y almidón), estos insumos proporcionan el mayor valor nutritivo en una mezcla de alimento balanceado (Universidad de las Palmas de Gran Canaria, 2018).



Figura 1. Maíz amarillo y torta de soya. Fuente: (Universidad de las Palmas de Gran Canaria, 2018).

El otro alimento que se usa en la mezcla de alimentos balanceados son las harinas de subproductos animales estos aportan un contenido de 55% a 65% de proteínas a la mezcla son una fuente excelente de triptófano, lisina, y metionina, tienen cerca de 5% de grasa¹. Es muy alto en contenido de minerales, con una buena relación calcio/fósforo, estas harinas tienen un alto contenido en vitaminas del grupo B

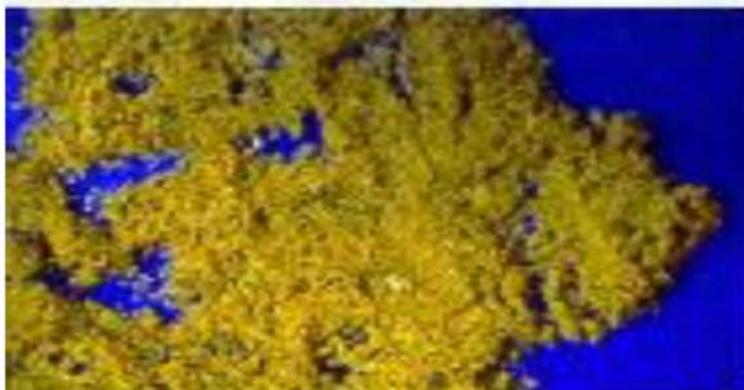


Figura 2. Harina de subproducto animal. Fuente: (Universidad de las Palmas de Gran Canaria, 2018).

Los requerimientos nutricionales para aves se basan en las edades (días) de los animales según la fase de crecimiento, desarrollo, engorde y postura, como se detalla a continuación.

Tabla 1.

Requerimientos de nutrición para aves.

Aves	Edad (días)	Porcentaje (%)				
		Proteína (min)	Humedad (min)	Grasa (min)	Fibra (máx.)	Energía (min)
Pre inicio de pollo	7	26,5	12,5	5	6	50
Inicio de pollo	8 a 21	28,5	12,5	6	3	50
Engorde pollo	22 a 35	22,5	12,5	6	4	55
Postura	36 a 42	25,5	12,5	5	4	53

Fuente: AGROBUEY CA

Otro aspecto que se tiene que tocar en una máquina mezcladora es el diseño mecánico esta compleja tarea requiere de habilidades diversas, de preferencia se requiere realizar sub divisiones de un diseño en series de tareas más simples, que

deben ser revisadas constantemente, el diseño se refiere a formular un plan que satisfaga la necesidad que se requiere suplir, con una maquina o diseño específico el cual tiene la función de suplir un problema, (Budynas, y otros, 2008)

En diseño se debe terminar en un resultado físicamente real por lo que este se enmarca en características generales como el que debe ser seguro, confiable, funcional, útil, competitivo, factible y comercial. Así se genera un plan para satisfacer todas estas características que tienen que ser parte del diseño además de cumplir con la solución del problema que se requiere solucionar. (Bi, 2019 pág. 15).

Cuando uno habla de diseño o de diseñar está hablando de un proceso que es altamente iterativo e innovador, este proceso también se puede ver como un proceso de toma de decisiones, y en muchos casos esta toma de decisiones se debe hacer con muy poca información de como se requiere realmente el resultado final, en otros casos la información suele ser contradictoria o puede haber información pero en poca cantidad que no sirve para asegurar una referencia del diseño, esto hace que muchas veces en el diseño las decisiones se toman de manera tentativa lo que implica que constantemente se deban hacer ajustes en el diseño sobre partes o piezas ya establecidas como terminadas, una de las formas más indicadas para generar un diseño aceptable es que el diseñador se sienta cómodo con las decisiones para determinarlas como finales a la hora finalizar el diseño. (Jing Zhang, y otros, 2018 pág. 1)

El diseño de un elemento o maquina se hace para poder solucionar un problema o suplir una necesidad como se mencionó por lo que la definición de esta necesidad o problema debe tener la mayor cantidad de pormenores que se puedan conseguir así se incluirán todas las características del problema en el diseño de la máquina, se deben conocer cantidades de entrada y salida de producto, características como dimensiones y limitaciones que debe afrontar la maquina o pieza. Los puntos obvios en las especificaciones son las velocidades, avances, limitaciones de la temperatura, el intervalo máximo, las variaciones esperadas en las variables, las limitaciones dimensionales y de peso, etcétera (Ullman, 2003 pág. 25)

Algunas veces, a la síntesis de un esquema que conecta elementos posibles del sistema se le llama invención del concepto o diseño del concepto. Éste es el primer y más importante paso en la tarea de la síntesis. Varios esquemas deben proponerse, investigarse y cuantificarse en términos de medidas establecidas.

A medida que el desarrollo del esquema progresa, se deben realizar análisis para evaluar si el desempeño del sistema es cuando menos satisfactorio, y si lo es, qué tan bien se desempeñará. Los esquemas del sistema que no sobreviven al análisis se revisan, se mejoran o se desechan.

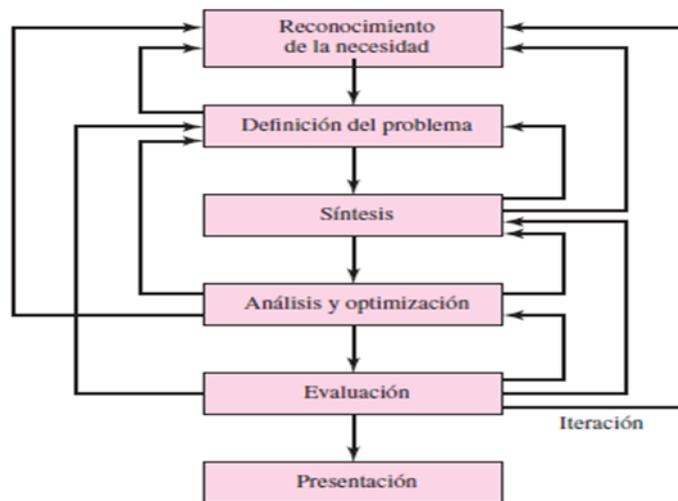


Figura. 1. Fases del proceso de diseño

El diseño mecánico por lo que se observa es una serie de acciones interactivas de y de retroalimentación que se generan debido a que al avanzar con el proceso muchas de las acciones se toman por supuestos debido a que no existe ninguna forma de sustentas alguna medida o decisión por lo que se decide en vacío si es posible decirlo y después se refuta el cálculo para determinar si la decisión es correcta muchas veces esta es incorrecta y tiene que modificarse y volverse a desarrollar, es por esto que todo diseño debe tener un límite para poder dar por concluido un producto por que este puede entrar en un bucle infinito de mejoras donde jamás se llegue a un resultado (Lanza, y otros, 2013 pág. 17).

En la actualidad vivimos en la que ha sido llamada la era de la información, donde ésta se genera a un ritmo sorprendente. Es difícil, pero extremadamente

importante, mantenerse al corriente de los desarrollos recientes y actuales de cualquier campo de estudio y ocupación.

Dentro del diseño mecánico los cálculos que se requieren para justificar el diseño son los cálculos de los esfuerzos en este sentido en mecánica se tienen dos tipos de esfuerzos que se generan por la aplicación externa de las fuerzas, el esfuerzo normal este es un esfuerzo unidireccional que se genera cuando se aplica una fuerza paralela al eje longitudinal de una pieza (Zapata, 2020 pág. 1).

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dónde:

σ : Esfuerzo normal

P : Fuerza normal

A : Sección Transversal

La flexión también genera un esfuerzo normal dentro de los materiales, esta debe describirse como la distribución del esfuerzo sobre el área de la sección transversal (Romero Garcia, y otros, 2002 pág. 295).

$$\sigma = \frac{Mc}{I}$$

Dónde:

σ : Esfuerzo normal

M : Momento interno resultante dentro del elemento a analizar

c : La distancia perpendicular desde el eje neutro hasta el punto más alejado.

I : Momento de inercia del área de la sección transversal

El otro esfuerzo que se debe considerar es el esfuerzo cortante de la misma manera el esfuerzo cortante se desarrolla cuando la fuerza que se aplica es perpendicular al eje longitudinal (Kerguignas, y otros, 1980 pág. 336).

$$\tau = \frac{V}{A}$$

Dónde:

τ : Esfuerzo cortante

V : Fuerza cortante

A : Sección Transversal

Al igual que el esfuerzo normal se tiene otras formas de generar esfuerzo cortante que es por medio de torsión, cuando una fuerza se genera a una distancia del punto de análisis este establece un momento que genera par torsión este genera un momento cortante producido por torque (Salazar Trujillo, 2007 pág. 249).

$$\tau = \frac{Tc}{j}$$

Dónde:

τ : Esfuerzo cortante

T : Par torsión que genera el esfuerzo

c : La distancia perpendicular desde el eje neutro hasta el punto más alejado.

J : Momento polar de inercia

Otro de los factores que se establecen o deben calcular en el diseño mecánico de una maquina es el componente que generara la fuerza en el sentido más común se utiliza un motor, en ese caso el principal cálculo es el torque que debe tener el motor en el eje lo cual se requerirá satisfacer por medio de energía eléctrica (CLR, 2020 pág. 1).

$$Pot = T \omega$$

Pot : Potencia mecánica del motor

T : Torque

ω : Velocidad angular.

Esta potencia eléctrica que se requiere es la que potencia que debe entregar potencia mecánica y las pérdidas que se generaran al transmitir la energía eléctrica a través de la máquina para su conversión en energía mecánica (The Editors of Encyclopaedia Britannica, 2020 pág. 1)

$$\eta = \frac{Pot}{Pot_{elec}}$$

N : Eficiencia de la maquina

Pot : Potencia mecánica

Pot_{elec} : Potencia eléctrica

III. METODOLOGIA

3.1. Diseño de Investigación.

No Experimental

La investigación que se realizó se planteó como no experimental ya que la variable independiente que se plantea como “Diseño Mezcladora de alimento balanceado” no se manipuló de ninguna manera y así no se modificó la variable dependiente “Homogenización del alimento balanceado”. Además, la investigación se muestra como descriptiva dentro del marco de investigación no experimental ya que solo observa y describe el problema tal y cual lo presenta la empresa Avícola Casas S.A.C. en el año 2020.

3.2. Variables, Operacionalización.

3.2.1. Variable Independiente

Diseño de la Mezcladora de Alimento Balanceado

3.2.2. Variable Dependiente.

Homogenización del alimento balanceado.

3.2.3. Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: Diseño Mezcladora de alimento balanceado	Diseño de un maquina dedicada a mezclar de manera homogénea alimento balanceado a indicación de la	Es el equipo que se ha sido conceptualizado, diseñado y fabricado para realizar una tarea específica, en este caso el mezclado de	Potencia	KW
			Dimensiones	mm
			Material	tipo
			Capacidad de Trabajo:	Kg/hora

	necesidad requerida.	alimento balanceado.		
Variable Dependiente: Homogenización del alimento balanceado	Es el proceso mediante el cual los diversos componentes del alimento balanceado son mezclados hasta que sea uniforme.	El mezclado se logra a partir del movimiento de los componentes en forma constante hasta uniformizar la mezcla	Capacidad de Producción Uniformidad de la mezcla	Kg/hora % masa de cada componente

3.3. Población y Muestra.

3.3.1. Población.

Consumo de alimento balanceado en avícola Casas SAC.

3.3.2. Muestra.

Consumo de alimento balanceado en avícola Casas SAC del año 2019.

3.4. Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos.

3.4.1. Técnicas de Recolección de Datos

Observación

A través de esta técnica se podrá caracterizar las condiciones de trabajo actuales en la empresa avícola Casas SAC, como la cantidad de alimento balanceado, forma de ejecución el mezclado alimento balanceado y el tiempo que toma la uniformar la mezcla, los tipos de alimento balanceado que se van a producir, calidad de mezclado y los diversos parámetros necesarios para el diseño de la máquina mezcladora.

Revisión documentaria

Mediante esta técnica se recogieron datos independientes sobre parámetros de diseño que se tuvieron en cuenta para establecer el diseño y selección de fajas, helicoidales, motores, tolvas y otros factores recolectados de catálogos y documentos sobre mezcla de comida para aves.

3.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos.

Ficha de control de diseño

Con esta ficha se registró las cantidades de movimientos y velocidad que se debe aplicar al alimento balanceado para que cumpla con los estándares de calidad de la empresa Avícola Casas SAC.

Ficha de revisión documentaría.

La ficha de revisión documentaria, permitió recoger los datos para cálculo de los antecedentes de esta investigación y las características técnicas de los componentes a seleccionar para la mezcladora.

3.5. Métodos de Análisis de Datos.

El análisis de los datos se realizó por medio de estadística descriptiva ya que el enfoque de la investigación fue solo mostrar la realidad en la empresa y además se trabajó sin establecer probabilidades ni inferencias en los datos recogidos.

3.6. Aspectos Éticos.

En todo momento se respetó la ética durante la realización de la investigación y el informe de investigación, se respetaron los derechos de autor al referencias cada dato a sus autores correspondientes y se utilizó la información brindada por la empresa solamente en el diseño de la maquina sin ninguna actitud de vulnerar la confianza brindada..

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterizar el proceso de mezclado del alimento balanceado en la empresa avícola Casas SAC.

Le empresa Avícola Casa SAC cuenta con una cantidad considerable de animales para su comercio y las cría desde su nacimiento hasta su adultez que es cuando se venden, debido a que se tiene un número muy elevado de animales el alimento se compra por separado y se mezcla de acuerdo al balance que se requiere en la etapa en la que está el ave. Los granos y alimentos que se mesclan son:

Tabla 2.

Tipos de alimentos para mezclar para la empresa Avícola Casas SAC

Maíz	Cereal utilizado por ser fuente de energía disponible debido su alto contenido de grasa y almidón. También se destaca por su palatabilidad y bajo contenido de factores antinutricionales; lo cual garantiza una buena aceptación y consumo por parte de los animales. Su contenido proteico es bajo; así como también su concentración de minerales.
Sorgo	Las variedades de este cereal con bajo contenido de taninos (factores antinutricionales), pueden ser utilizadas libremente como complemento o sustituto del maíz; pues contienen aproximadamente entre 90 y 95 % de la energía del mismo
Harina de soya	Es una de las fuentes más comunes de proteína vegetal utilizadas para alimentación de aves de corral. Este alimento contiene un buen balance de aminoácidos esenciales; además de una buena cantidad de energía metabolizable. El grano crudo contiene factores antinutricionales que con el calor del procesamiento industrial son destruidos; por lo que se considera que no presenta limitaciones de uso.

Minerales y vitaminas	Son importantes e indispensables para un crecimiento normal; para la reproducción; la conservación de la salud, y la incubabilidad. Se utilizan suplementos de calcio; como piedra caliza y conchas; calcio y fósforo en forma de fosfato dicálcico y/o roca fosfórica; harina de hueso; mezclas de oligoelementos, sodio, premezclas de vitaminas y aminoácidos como metionina, treonina y lisina.
-----------------------	---

Fuente: Elaboración propia

La alimentación de las aves, está en función al tamaño de éstos, es decir que la cantidad de la dieta y la composición de la dieta varía de acuerdo al peso del animal, por ello se tiene la siguiente composición para cuatro diferentes tamaños de aves.

Tabla 3

Mescla de alimentos para la empresa Avícola Casas SAC

Tamaño de la Ave	Dieta para 1 Kg de Producto Final (Kg)				Producto Final	Descripción
	Maíz	Sorgo	Harina de Sorgo	Minerales y Vitaminas		
Recién Nacido (0 - 12 Días)	0.19	0.51	0.22	0.08	ABRN	Alimento Balanceado recién nacido
Crecimiento (12 - 35 Días)	0.38	0.41	0.15	0.06	ABC	Alimentos Balanceado Crecimiento
Engorde (35 - 55 Días)	0.48	0.33	0.16	0.03	ABE	Alimento Balanceados Engorde
Retiro (55 - 70 Días)	0.67	0.18	0.12	0.03	ABR	Alimento Balanceados Retiro

Fuente: Elaboración Propia.

4.2. Determinar los diversos parámetros para el diseño de la mezcladora de alimento balanceado.

La mezcladora para homogeneizar la mezcla de los insumos de los alimentos balanceados para el sector avícola, se hace en función a la capacidad de procesamiento de toda la instalación, el proceso de mezclado, es de vital importancia porque permite homogeneizar la mezcla.

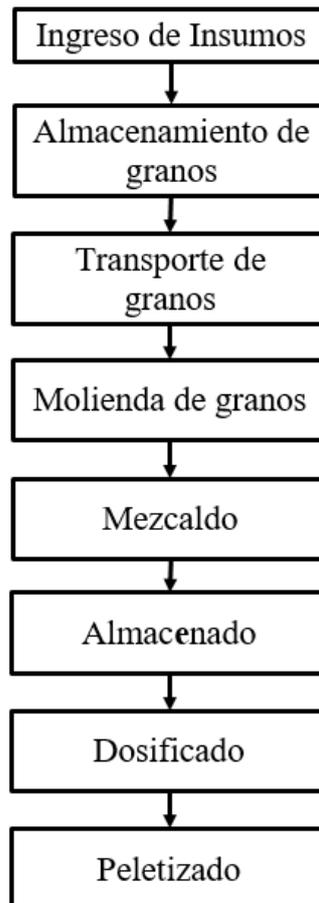


Figura 1.- Procesamiento de Alimentos Balanceados. Fuente: Elaboración propia

La planta procesadora, actualmente tiene una capacidad de producción de 8 Toneladas por día, a un ritmo de operación de 8 horas diarias, tiene una capacidad de producción de 1 tonelada por hora. Los insumos mezclados son almacenados en tanques para su posterior proceso de dosificación y de peletizado del producto final.

En la figura 2, se muestra los diferentes procesos dentro de la planta procesadora, actualmente el mezclado se realiza en el mismo equipo que realiza el transporte, es decir en un tornillo sin fin, sin embargo, no se logra la homogeneización del producto, por lo tanto, se plantea la incorporación del proceso de mezclado de los insumos molidos, para luego realizar la dosificación en los tanques de almacenamiento.

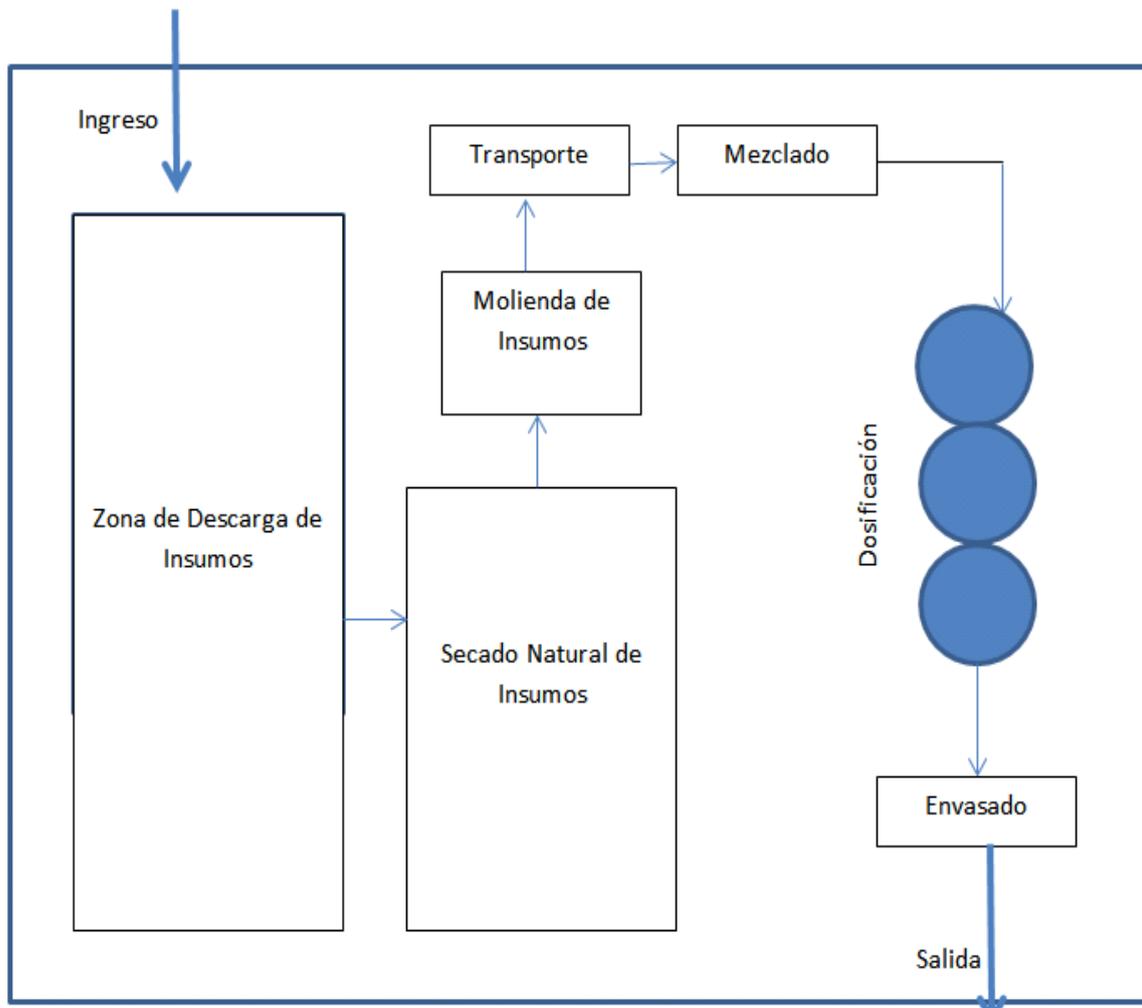


Figura 2.- Procesamiento de alimento balanceado. Fuente: Elaboración propia

4.2.1. Volumen y peso de cada alimento para la mezcla.

Se determina el volumen de cada mezcla para lograr la producción de una tonelada por hora.

$$V_a = \frac{W_a}{\rho_a}$$

Dónde:

Va : Volumen del alimento

Wa : Peso del alimento

ρ_a : Densidad del alimento

Se determinan las densidades de cada producto

Tabla 4

Densidad de Insumos a utilizar

Insumo	Densidad (Kg/dm ³)
Maíz Molido	0.715
Sorgo Molido	0.47
Harina de Sorgo	0.35
Minerales y Vitaminas	1.1

Fuente: Salazar, 2016

Considerando los porcentajes de los alimentos en la mezcla de la tabla 3 y las densidades de la tabla 4 se tiene:

Tabla 5

Volumen para cada mezcla de alimento balanceado.

Producto Final	Volumen (dm ³) para 1 Kg de Producto Final			
	Maíz	Sorgo	Harina de Sorgo	Minerales y Vitaminas
ABRN	0.27	0.71	0.31	0.11
ABC	0.81	0.57	0.21	0.08
ABE	1.37	0.46	0.22	0.04
ABR	0.61	0.25	0.17	0.04

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Velocidad para ejes de distribución.

Considerando que cada hora se debe producir una tonelada de producto final de acuerdo al requerimiento en una hora se debe conseguir los valores

de la tabla 3 y tabla 5 en una proporción de 1000 ya que cada tabla tiene las proporciones de 1 kg de producto mezclado así se tiene que por hora se debe ingresar a la maquina mezcladora.

Tabla 6

Volumen y peso por hora de alimentos usados en cada alimento mezclado

Producto Final	Maíz		Sorgo		Harina de Sorgo		Minerales y Vitaminas	
	Kg	m3	Kg	m3	Kg	m3	Kg	m3
ABRN	190	0.27	510	0.71	220	0.31	80	0.11
ABC	380	0.81	410	0.57	150	0.21	60	0.08
ABE	480	1.37	330	0.46	160	0.22	30	0.04
ABR	670	0.61	180	0.25	120	0.17	30	0.04

Fuente: Elaboración propia

Los valores por producto final se deberán ingresar cada hora así se tendrá la producción requerida de 1 Tm/h de alimento mezclado.

4.3. Seleccionar los diversos componentes electromecánicos de la mezcladora de alimento balanceado.

4.3.1. Tornillos sin fin de alimentadores

Para el ingreso de alimento para la mezcla se estableció cuatro tornillos sin fin uno para cada alimento balanceado ya se tendrá motores independientes para cada uno, la consideración que se tomo es que todos tengan las mismas características para que se puedan hacer repuestos con especificaciones técnicas generales para los cuatro tornillos esto es lo más recomendable para su proceso de mantenimiento.

Se determina el área del tornillo considerando su diámetro exterior, esta área o sección será la total que ocupa el helicoidal del tornillo.

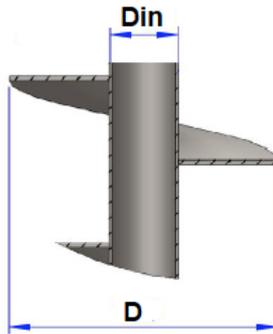


Figura 3.- Diámetros del helicoidal del tornillo sin fin. Fuente: Elaboración propia

Así el área de transporte total será:

$$S = \lambda \frac{\pi D^2}{4}$$

Dónde:

- S : Área total de transporte
- λ : Coeficiente de relleno de sección
- D : Diámetro del cilindro del transportador

El coeficiente de relleno sección corresponde al tipo de material con el que se va a trabajar.

Tabla 7

Coeficiente de relleno de sección para helicoidales de transporte

Carga	Coeficiente de relleno
Pesada Abrasiva	0.125
Pesada y poco abrasiva	0.25
Ligera y poco abrasiva	0.32
Ligera y no abrasiva	0.4

Fuente: (Osorio Orellana, 2018)

El alimento entrará en la condición de ligera y no abrasiva por lo que el coeficiente de relleno será del 0.4, el diámetro del tubo se determinó de 4” por criterio de diseñador, así el diámetro exterior del helicoidal tendrá 2 mm menos que el diámetro del tubo ya que es el espacio suficiente para que el grano no pase o atasque.

Tabla 8*Sección Total del transporte*

S	3242.93	mm ²
λ	0.4	
D	99.6	mm

Fuente: Elaboración propia

Aunque realmente esta no es área real de transporte debido a que el tornillo tiene un eje que quita parte de esta sección así que se debe estableció el área real para transportar el grano, esto se realiza retirando el área del eje del tornillo al área total de la siguiente manera.

$$S_t = S - \frac{\pi D_{in}^2}{4}$$

Dónde:

St : Área real de transporte

S : Área total de transporte

Din : Diámetro interno del helicoide

Así se calcula el área real tanto para mm² como para m²:**Tabla 9***Área real para el transporte del grano*

St	2609.80	mm ²
	0.00261	m ²
S	3116.51	mm ²
	0.00312	m ²
Din	25.4	mm

Fuente: Elaboración propia

Se calcula el paso del helicoide este debe ser según la teoría revisada un 0.75 del diámetro por lo que se establece como:

$$p = 0.75D$$

Dónde D es el diámetro externo del helicoide así al paso será:

Tabla 10*Paso del helicoide según el diámetro elegido*

p	74.7	mm
	0.0747	m
D	99.6	mm
	0.0996	m

Fuente: Elaboración propia

El ángulo de inclinación del helicoide se establece de acuerdo a la geometría que forma el paso con el diámetro.

$$\alpha = \text{arc tg } \frac{p}{D\pi}$$

Donde ya se estableció que el “p” es el paso y “D” el diámetro exterior así se tiene:

Tabla 11*Angulo de inclinación del helicoidal*

α	13.43	°
p	74.7	mm
D	99.6	mm

Fuente: Elaboración propia

El paso no puede darse en un ángulo tan preciso por lo que se establecerá en el más comercial que es de 15°.

4.3.2. Potencia de tornillos transportadores

Para determinar la potencia que requieren cada transportador helicoidal se establece primero las revoluciones por minuto estas dependen del caudal que se debe transportar así para cada mezcla y cada tipo de alimento se tendrá revoluciones diferentes.

El caudal de alimentación en el tornillo sin fin se calcula:

$$Q_v = 60S_t p n$$

Dónde:

Qv : Caudal de transporte

St : Área real de transporte

p : Paso

n : Revoluciones por minuto

Las revoluciones por minuto se determinan despejándolas de las fórmulas establecidas:

$$n = \frac{4Q_v}{60S_t p}$$

Así considerando los caudales que se establecieron para cada grano

Tabla 12

Revoluciones para alimentar Maíz según su caudal

Producto Final	Maíz	
	Qv	n
	m3/h	rpm
ABRN	0.27	90.9
ABC	0.81	276.5
ABE	1.37	469.0
ABR	0.61	208.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

Revoluciones para alimentar Sorgo según su caudal

Producto Final	Sorgo	
	Qv	n
	m3/h	rpm
ABRN	0.71	243.9
ABC	0.57	196.1
ABE	0.46	157.8
ABR	0.25	86.1

Fuente: Elaboración propio

Tabla 14*Revoluciones para alimentar Harina de Sorgo según su caudal*

Producto Final	Harina de Sorgo	
	Qv	n
	m ³ /h	rpm
ABRN	0.31	105.2
ABC	0.21	71.7
ABE	0.22	76.5
ABR	0.17	57.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15*Revoluciones para alimentar Minerales y Vitaminas según su caudal*

Producto Final	Minerales y Vitaminas	
	Qv	n
	m ³ /h	rpm
ABRN	0.11	38.3
ABC	0.08	28.7
ABE	0.04	14.3
ABR	0.04	14.3

Fuente: Elaboración propia

Considerando las revoluciones se tiene para cada alimento

Tabla 16*Revoluciones máximas que se deben alcanzar*

Producto	Rpm
	Máxima
Maíz	469.0
Sorgo	243.9
Harina de Sorgo	105.2
Minerales y Vitaminas	38.3

Fuente: Elaboración propia

La potencia requerida para cada eje se determina considerando la potencia requerida para vencer la fricción o inercia denominada potencia en vacío más la potencia que se requiere para mover el material y la potencia de elevación.

$$P_T = (P_{fr} + P_m + P_i)745.7$$

Dónde:

- Pt : Potencia total (W).
Pfr : Potencia en vacío (Hp).
Pm : Potencia de desplazamiento del material (Hp).
Pi : Potencia de transportador inclinado (Hp).

Debido a que los helicoides o tornillos sin fin no son para elevar los sino para movimiento horizontal no se tomara en cuenta la potencia de transportador inclinado quedando la ecuación como sigue:

$$P_T = (P_{fr} + P_m)745.7$$

La potencia en vacío será:

$$P_{fr} = \frac{LnF_bF_d}{1000000}$$

Donde:

- Pfr : Potencia en vacío
L : Longitud del transporte
n : Velocidad de operación de la maquina
Fb : Factor del buje para colgante
Fd : Factor del diámetro del tornillo

La longitud de transporte se determinó según criterio propio como máximo debe ser de 1.5 m que corresponde a 492126 pies para que no ocupe mucho espacio la maquina en completa.

El factor de buje se toma de la siguiente tabla.

Tabla 17*Factor del diámetro del tornillo de acuerdo al diámetro del Helicoidal*

Diámetro del Helicoidal (Pulg)	Factor del diámetro del tornillo (Fd)
4	12
6	18
9	31
10	37
12	55
30	300

Fuente: (Osorio Orellana, 2018)

El diámetro mayor del helicoide es de 4 pulgadas por lo que el factor de diámetro se tomara como 12. En cuanto al factor de buje se seleccionó de la siguiente tabla:

Tabla 18*Factor de buje*

	Tipo de Buje	Factor de Buje (Fb)
B	Rodamiento de Bolas	1
S	Bronce Grafitado Bronce (Impregnado en aceite) Madera (Impregnado en aceite) Nylatron Nylon Teflón UHMH Uretano	2
H	Superficie Endurecida Stellite	4.4

Fuente: (Osorio Orellana, 2018)

Se seleccionó como factor 1 debido a que el buje será un rodamiento simple de bolas así se calcula la potencia en vacío para cada material.

Tabla 19

Potencia en vacío para cada alimento considerando las revoluciones necesarias para el material.

Producto Final	Maíz		Sorgo		Harina de Sorgo		Minerales y Vitaminas	
	n	Pfr	n	Pfr	n	Pfr	n	Pfr
	rpm	Hp	rpm	Hp	rpm	Hp	rpm	Hp
ABRN	90.87	0.0054	243.92	0.0144	105.22	0.0062	38.26	0.0023
ABC	276.48	0.0163	196.09	0.0116	71.74	0.0042	28.70	0.0017
ABE	468.98	0.0277	157.83	0.0093	76.52	0.0045	14.35	0.0008
ABR	208.29	0.0123	86.09	0.0051	57.39	0.0034	14.35	0.0008

Fuente: Elaboración propia

La potencia de transporte del material considera la tasa de cambio de volumen y la densidad de cada material así se tiene:

$$P_m = \frac{QL\rho F_f F_m F_p}{1000000}$$

Donde:

P_m : Potencia de desplazamiento del material

Q : Capacidad de transporte del material

L : longitud

ρ : Densidad del material

F_f : Factor de la Helicoidal del tornillo

F_m : Factor del material

F_p : Factor por paletas

Los factores son adimensionales pero la tasa de cambio volumétrico determinado como capacidad de transporte del material se pide en pies³/h habiéndola determinado en m³/h se realiza la conversión para cada alimento.

Tabla 20

Transformación de m³/h a pies³/h de la capacidad de transporte para cada alimento.

Producto Final	Maíz		Sorgo		Harina de Sorgo		Minerales y Vitaminas	
	Qv		Qv		Qv		Qv	
	m ³ /h	pie ³ /h	m ³ /h	pie ³ /h	m ³ /h	pie ³ /h	m ³ /h	pie ³ /h
ABRN	0.27	9.38	0.71	25.19	0.31	10.87	0.11	3.95
ABC	0.81	28.55	0.57	20.25	0.21	7.41	0.08	2.96
ABE	1.37	48.43	0.46	16.30	0.22	7.90	0.04	1.48
ABR	0.61	21.51	0.25	8.89	0.17	5.93	0.04	1.48

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera la densidad del material se determinó en kg/dm³ pero en la formula la requiere en lb/pie³ así que se realiza las conversiones de la misma manera para cada alimento.

Tabla 21

Transformación de kg/dm³ a lb/pie³ de la densidad para cada alimento.

Insumo	Densidad (Kg/dm ³)	Densidad (lb/pie ³)
Maíz Molido	0.715	44.64
Sorgo Molido	0.47	29.34
Harina de Sorgo	0.35	21.85
Minerales y Vitaminas	1.1	68.67

Fuente: Elaboración propia

El factor de porcentaje de carga se considera de tipo helicoidal estándar al 95% según la siguiente tabla se toma como 1 para el Ff.

Tabla 22

Factor de porcentaje de carga del helicoidal

Tipo de Helicoidal	Factor por porcentaje de carga del transportador (Ff)			
	15%	30%	45%	95%
Estándar	1	1	1	1
Helicoidal con corte	1.1	1.15	1.2	1.3
Helicoidal con corte y dobles	0	1.5	1.7	2.2
Helicoide con listón	1.05	1.14	1.2	0

Fuente: (Osorio Orellana, 2018).

Con respecto al factor por paleta se considera solo una paleta por lo que se establece el factor Fp como 1.29

Tabla 23

Factor por paleta considerando el número de paletas

Nº de paletas por paso	Factor por paleta (Fp)
1	1.29
2	1.58
3	1.87
4	2.16

Fuente: (Osorio Orellana, 2018)

El factor por tipo de material se establece para maíz, sorgo en grano y harina y vitaminas y minerales de manera independiente con lo que se tiene:

Tabla 24.

Factor por tipo de material

Alimento	Fd
Maíz	0.4
Sorgo	0.4
Harina de sorgo	0.5
Minerales y Vitaminas	0.5

Fuente: (Martin, 2018)

Con lo que se tiene para cada material la potencia por desplazamiento de material como se muestra

Tabla 25.

Potencia por desplazamiento de material

Producto Final	Maíz		Sorgo		Harina de Sorgo		Minerales y Vitaminas	
	Qv	Pm	Qv	Pm	Qv	Pm	Qv	Pm
	Pie3/h	Hp	Pie3/h	Hp	Pie3/h	Hp	Pie3/h	Hp
ABRN	9.38	0.00106	25.19	0.00188	10.87	0.00075	3.95	0.00027
ABC	28.55	0.00324	20.25	0.00151	7.41	0.00051	2.96	0.00021
ABE	48.43	0.00549	16.30	0.00121	7.90	0.00055	1.48	0.00010
ABR	21.51	0.00244	8.89	0.00066	5.93	0.00041	1.48	0.00010

Fuente: Elaboración propia

Al no tener una inclinación o teniendo en cuenta que los transportadores son horizontales la potencia por inclinación no existe por lo que P_i se vuelve 0 y la fórmula de potencia total para el tornillo helicoidal quedaría:

$$P_T = (P_{fr} + P_m)745.7$$

Así sumando las potencias encontradas se tiene:

Tabla 26

Potencia total requerida para cada producto final y por cada grano

Producto Final	Maíz			Sorgo			Harina de Sorgo			Minerales y Vitaminas		
	Pfr	Pm	PT	Pfr	Pm	PT	Pfr	Pm	PT	Pfr	Pm	PT
	Hp	Hp	Hp	Hp	Hp	Hp						
ABRN	0.005	0.001	0.006	0.014	0.002	0.016	0.006	0.001	0.007	0.002	0.0003	0.003
ABC	0.016	0.003	0.020	0.012	0.002	0.013	0.004	0.001	0.005	0.002	0.0002	0.002
ABE	0.028	0.005	0.033	0.009	0.001	0.011	0.005	0.001	0.005	0.001	0.0001	0.001
ABR	0.012	0.002	0.015	0.005	0.001	0.006	0.003	0.000	0.004	0.001	0.0001	0.001

Fuente: Elaboración propia

Para seleccionar la potencia de los tornillos según el manual de selección MARTÍN que es un proveedor de este tipo de maquinaria se determina una potencia total del helicoidal considerando las características de operación así con la potencia total requerida que se ha calculado en la tabla 26 se calcula la potencia del helicoidal.

$$P_H = \frac{PT F_o}{e}$$

Donde:

PH : Potencia total del helicoidal

PT : Potencia total requerida

Fo : Factor de sobrecarga

e : Eficiencia de transmisión

El factor de eficiencia de transmisión se puede tener de los mostrados por el mismo catálogo de MARTIN:

Tabla 27

Factor de eficiencia de transmisión

Factor de eficiencia e	
Transmisión para transportador helicoidal o montado en eje con transmisión de bandas en "V"	0.88
Reductor de engranajes helicoidales con transmisión de bandas en V y Cople	0.87
Motorreductor con Cople	0.95
Motorreductor con transmisión de cadena	0.87
Corona sin fin	proveedor

Fuente: (Martin, 2018)

Y el factor de sobrecarga se obtiene del siguiente ábaco:

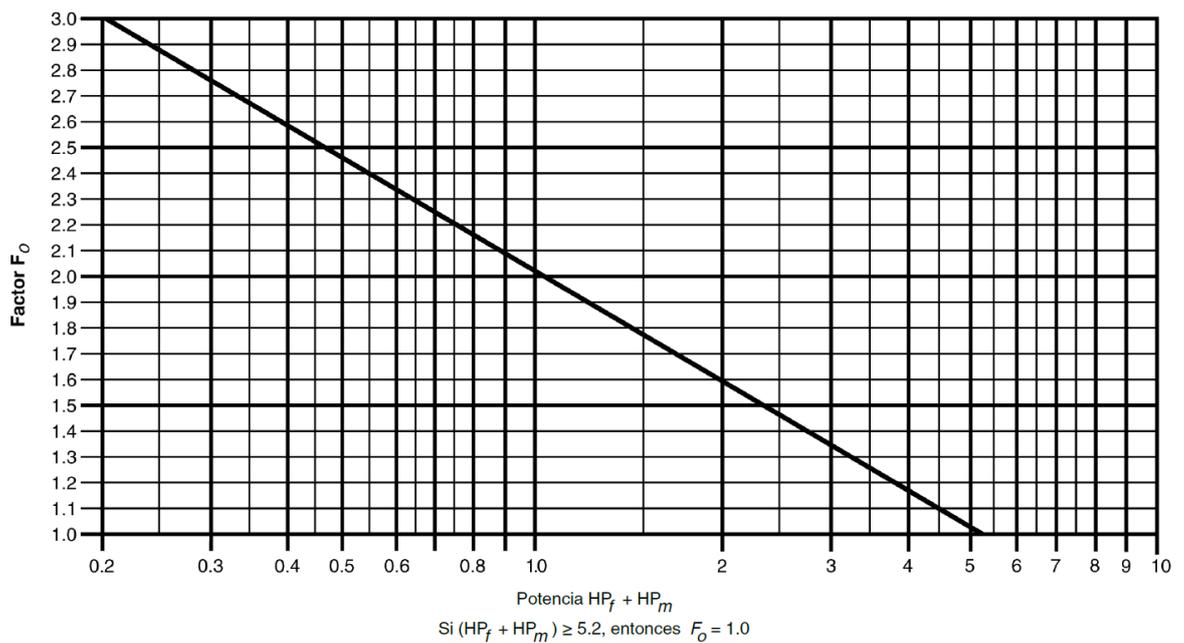


Figura 4.- Factor de sobrecarga para helicoidales horizontales. Fuente: (Martín, 2018)

Así se puede ver que la potencia total no llega ni a 0.2 Hp por lo que el factor de sobrecarga se tomó como el máximo del ábaco que es de 3. Así se calcula la potencia con la cual va a requerir la helicoidal realmente.

Tabla 28

Potencia de la helicoidal

Producto	PT	PH
	Hp	Hp
Maíz	0.033	0.10
Sorgo	0.016	0.05
Harina de Sorgo	0.007	0.02
Minerales y Vitaminas	0.003	0.01

Fuente: Elaboración propia

Se calcula también el torque que es un requerimiento para seleccionar otros componentes.

$$Torque = \frac{63.025 P_H}{n}$$

Donde n es las revoluciones por minuto por lo que para cada producto final se requerirá un torque diferente considerando las revoluciones mínimas y máximas los torques a los que se deberá llegar en la maquina son:

Tabla 29

Torques que aparecen durante el trabajo de cada helicoidal

Producto	Potencia	n		Torque	
	PH	máximas	mínimas	mínimo	máximo
	Hp	rpm	rpm	lb-pulg	lb-pulg
Maíz	0.105	468.98	90.87	0.0141	0.0727
Sorgo	0.051	243.92	86.09	0.0133	0.0376
Harina de Sorgo	0.022	105.22	57.39	0.0132	0.0242
Minerales y Vitaminas	0.008	38.26	14.35	0.0132	0.0351

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Tamaño de la tolva

Las tolvas tienen la función de retener el producto para que ingrese al tornillo de acuerdo a su producción por lo que el único criterio que se utilizó el cual se concluyó al finalizar el cálculo es que exista una tolva general para los cuatro productos por lo que se determinaron los criterios máximos para que la tolva tenga las dimensiones adecuadas para que el grano de maíz, sorgo, harina y minerales y vitaminas se desplacen sin atascarse por lo que se establecieron parámetros que se deben respetar como mínimo.

La tolva se divide en dos partes, estas tienen formas geométricas simples de un cono y un cilindro. Se calculó en primera instancia que solo fuera un cono, pero la altura se generó con medidas realmente gigantescas por lo que se determinó que sea de la manera propuesta.

a) Cono de la tolva

El cono de la tolva se estableció de la siguiente manera:

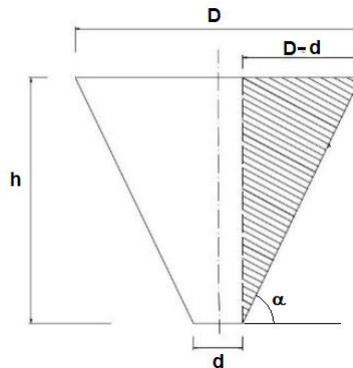


Figura 5.- Cono de la tolva. Fuente: Elaboración propia

La importancia del cono viene establecida por el ángulo α que se muestra en la figura 4, este ángulo se estableció teniendo en cuenta que debe ser lo suficientemente inclinado para que el producto que se tiene dentro de dicho cono pueda fluir hacia el transportador helicoidal este debe tener 15° más que el ángulo de reposo del producto que va dentro de dicho cono (Atahualpa Calvo, 2018 pág. 42).

Se determinó el ángulo de reposo para el maíz y el sorgo es de 27° y 33° respectivamente (Caro Greiffenstein, 1998). Para la harina de sorgo se encontró que el ángulo de reposo es de 30 a 50° tomándose como 50° (Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas, 2011).

Para considerar el punto más crítico se tomó el ángulo de 50° para la harina del sorgo, y encuentro a los minerales y vitaminas al tener la misma forma de grano que el maíz se tomó el mismo ángulo de reposo teniendo un compendio de ángulos de reposo y ángulo de α como se muestra

Tabla 30.*Ángulos de inclinación para cada producto*

Producto	Angulo de reposo	Angulo de inclinación (α)
	°	°
Maíz	27	42.0
Sorgo	33	48.0
Harina de Sorgo	50	65.0
Minerales y Vitaminas	27	42.0

Fuente: elaboración propia

Este es el ángulo mínimo que debe tener cada producto para que resbale por la tolva y no se quede en ella por lo que considerando las dimensiones de la figura cuatro la altura se puso en función a los diámetros y dicho ángulo.

$$h = (D - d) \tan \alpha$$

Así considerando que la unión con el transportador helicoidal tiene el mismo diámetro de 4 pulgadas después de varias iteraciones con diámetros "D" desde 6 hasta 40 pulgadas se encontró una altura aceptable con un diámetro de 34 pulgadas

Tabla 31.*Alturas para cada producto según diámetro de 34 pulgadas*

D	m	0.8636
	pulg	34
Producto		h
Maíz	m	0.686
Sorgo		0.846
Harina de Sorgo		1.634
Minerales y Vitaminas		0.686

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar la haría de sorgo es quien debe tener la altura más grande esto se debe que al tener diámetros mayores la atura debe ser mayor para tener un ángulo de inclinación requerido. A partir de aquí se tomó los dos siguientes criterios para continuar con el diseño:

- Los ángulos de inclinación son mínimos por lo que el ángulo más crítico es el de la harina de sorgo.
- Tomando la harina de sorgo se diseñará un solo modelo de tolva que cumpla con un ángulo de inclinación que permita desarrollar la caída del producto.

Así se tomó las características de la haría de sorgo para el diseño del cono de la tolva. Considerando que todas las tolvas van a ser iguales se estableció el volumen que ocupa el cono y cuanto faltaría completar con el cilindro de la tolva. Se calcula el volumen del cono y se le resta al volumen total para establecer cuanto volumen resta para completar con la parte cilíndrica.

$$V = \frac{\pi}{12}h(D^2 + dD + d^2)$$

Tabla 32

Volumen restante que falta completar con la tolva

Producto	Volumen	Volumen del cono	Volumen restante
	m3		
Maíz	1.4	0.188	1.184
Sorgo	0.7	0.188	0.526
Harina de Sorgo	0.3	0.188	0.120
Minerales y Vitaminas	0.1	0.188	-0.076

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia el volumen estante de minerales y vitaminas es negativo lo que significa que este no tiene volumen restante sino al contrario con un cono de las dimensiones establecidas no requeriría de la parte cilíndrica para para completar el volumen requerido.

También se aprecia que es el maíz quien requiere de mayor dimensión del cilindro para completar el volumen que requiere así que se tomó solamente este producto para establecer la altura del cilindro ya que al ir soldado con el cono ya calculado se tiene el “D” que es el mismo de la tolva.

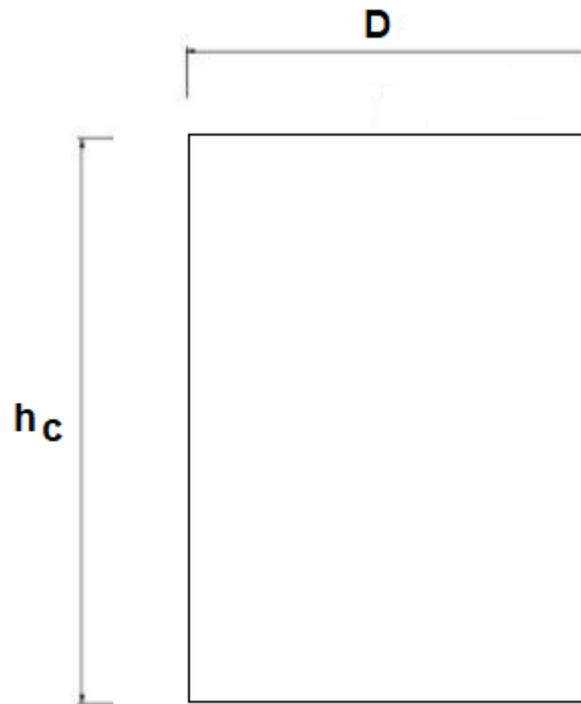


Figura 6.- *Parámetros que se requiere para el cilindro. Fuente: Elaboración propia*

Considerando el volumen de un cilindro se despeja la altura y se tiene.

$$h_c = \frac{4V}{\pi D^2}$$

Se calcula la altura el cilindro para el maíz.

Tabla 33

Altura del cilindro para el volumen restante del maíz

Producto	Maíz	
Volumen restante	1.18	m ³
Altura del cilindro (hc)	2.021	m

Fuente: Elaboración propia

Así la tolva quedaría como se muestra

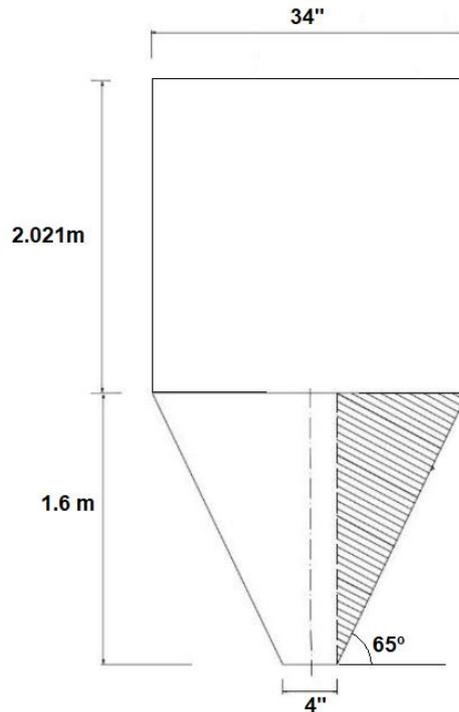


Figura 7.- Tolva para cada producto. Fuente: Elaboración propia

4.3.4. Selección de los motorreductores

Los motorreductores se selección por cuatro criterios que son:

- La revolución de salida del Motorreductor (n_2)
- El torque de salida del Motorreductor (Mn_2)
- Potencia de ingreso al Motorreductor (P_1)
- Relación de reducción (i)

Lo primero que se calcula son las revoluciones de salida estas son las que se requieren para lograr que el maíz sorgo, harina y vitaminas salgan de manera homogénea para lograr los productos requeridos para cada ave. Así se tiene las siguientes revoluciones:

Tabla 34*Revoluciones máximas y mínimas para cada producto*

Producto	mínimas	máximas
	rpm	rpm
Maíz	90.87	468.98
Sorgo	86.09	243.92
Harina de Sorgo	57.39	105.22
Minerales y Vitaminas	14.35	38.26

Fuente: Elaboración propia

La relación de reducción se debe tener en cuenta considerando las revoluciones de ingreso para esto el motor ya debe ser seleccionado este debe tener la suficiente potencia para alimentar los requerimientos de potencia del helicoidal así se selecciona el motor:

Potencia		Tipo	r/min	Eficiencia [%]			Factor de potencia			Corriente			Torque			Momento de inercia		Peso [kg]	Ruido [dBA]	
[kW]	[HP]			% de la potencia nominal			50	75	100	50	75	100	FS	In [A]	Is In [A]	Ivacio [A]	Tn [Nm]			Ts Tn
4 polos = 1500 r/min		M2QA	71 M4A	1395	59,8	63,3	65,5	0,55	0,66	0,72	1,15	0,77	5,2	0,6	1,7	2,1	2,7	0,00053	11	43
Diseño básico																				

Figura 8.- Porción de tabla de motores ABB. Fuente: (ABB, 2019)

Se consideró estos motores debido a que los motorreductores solo trabajan a partir de 1750 rpm así que necesariamente deben ser motores de cuatro polos. Así la relación de velocidades se calcula como sigue:

$$i = \frac{n1}{n2}$$

Siendo:

n1 : Revoluciones por minuto del motor

n2 : Revoluciones por minuto que se requiere

Se tiene para cada rpm requerido la relación máxima y mínima para cada producto.

Tabla 35*Relación de velocidades máximas y mínimas requeridas*

Producto	i	
	Max	Min
Maíz	19	4
Sorgo	20	7
Harina de Sorgo	30	17
Minerales y Vitaminas	122	46

Fuente: Elaboración propia

La potencia del motor instalado se calcula:

$$P_1 = \frac{M_2 n_2}{9550 R_d}$$

Donde:

M2 : Torque de salida

n2 : Revoluciones por minuto que se requiere

Rd : Rendimiento dinámico

Según el manual de proveedor Martin menciona que el rendimiento dinámico debe ser de 94% a menos que se tenga más información sobre él y pueda determinarse de otra manera por lo que se calcula la potencia del motor para cada producto.

Tabla 36*Potencia del motor requerido*

Producto	Torque				n2		P1
	mínimo		máximo		máximas	mínimas	
	lb-pulg	Nm	lb-pulg	Nm	rpm	rpm	kW
Maíz	0.014	0.002	0.073	0.008	468.98	90.87	8.3 x 10 ⁻⁰⁵
Sorgo	0.013	0.002	0.038	0.004	243.92	86.09	4.1 x 10 ⁻⁰⁵
Harina de Sorgo	0.013	0.001	0.024	0.003	105.22	57.39	1.7 x 10 ⁻⁰⁵
Minerales y Vitaminas	0.013	0.001	0.035	0.004	38.26	14.35	6.3 x 10 ⁻⁰⁶

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la tabla 36 la potencia del motor es una sola ya que si se quiere calcular con el torque mínimo este se genera con el rpm máximo y si se calcula con el torque máximo este se genera con las revoluciones mínimas en ambos casos la potencia será la misma. Ahora bien, se puede constatar que la potencia del motor es ideal para cada uno de los productos ya que se tendría un motor de 0.25 kW como se mostró en un inicio y la potencia máxima entre los cuatro productos que se van a manipular son 0.000083 kW que es para el maíz.

Así se tiene ya los datos para la selección de cada Motorreductor:

Tabla 37

Datos para selección de Motorreductor

Producto	Datos para selección		
Maíz	n2	90.87	
	Mn2	0.008	Nm
	P1	8.3×10^{-05}	kW
	i	19	
Sorgo	n2	86.09	
	Mn2	0.004	Nm
	P1	4.1×10^{-05}	kW
	i	20	
Harina de Sorgo	n2	57.39	
	Mn2	0.003	Nm
	P1	1.7×10^{-05}	kW
	i	30	
Minerales y Vitaminas	n2	14.35	
	Mn2	0.004	Nm
	P1	6.3×10^{-06}	kW
	i	122	

Fuente: Elaboración propia

Se selecciona con el valor más cercano mayor ya que no se encontró los valores indicados.

Datos técnicos					Datos té	
P_1 [kW]	n_2 [min ⁻¹]	M_2 [Nm]	sf	i		
0.09						
(0.12 hp)	283	2.9	14.0	6.18	CMB402	B5/B14
	234	3.5	11.6	7.49		B5/B14
56B4 (1750 min ⁻¹)	190	4.2	9.4	9.20		B5/B14
	148	5.5	8.2	11.83		B5/B14
	140	5.8	7.8	12.48		B5/B14
	118	6.8	6.6	14.83		B5/B14
	99	8.1	5.5	17.63		B5/B14
	94	8.6	6.4	18.60		B5/B14
	78	10	5.3	22.33		B5/B14
	73	11	5.0	23.91		B5/B14
	61	13	4.9	28.89		B5/B14
	57	14	4.6	30.84		B5/B14
52	15	4.2	33.57	B5/B14		
49	16	4.0	35.63	B5/B14		
41	20	3.3	42.75	B5/B14		
32	26	2.5	55.31	B5/B14		
30	27	2.4	59.06	B5/B14		
27	30	2.2	64.29	B5/B14		
24	33	1.9	72.50	B5/B14		
	32	26	4.9	55.31	CMB502	B5/B14
	30	27	4.6	59.06		B5/B14
	27	30	4.2	64.29		B5/B14
	24	33	3.7	72.50		B5/B14

**Figura 9.- Motorreductor seleccionados para cada producto. Fuente:
Elaboración propia**

4.3.5. Tablero de automatización

El sistema de automatización que tiene la maquina obedece a los siguientes diagramas de movimientos

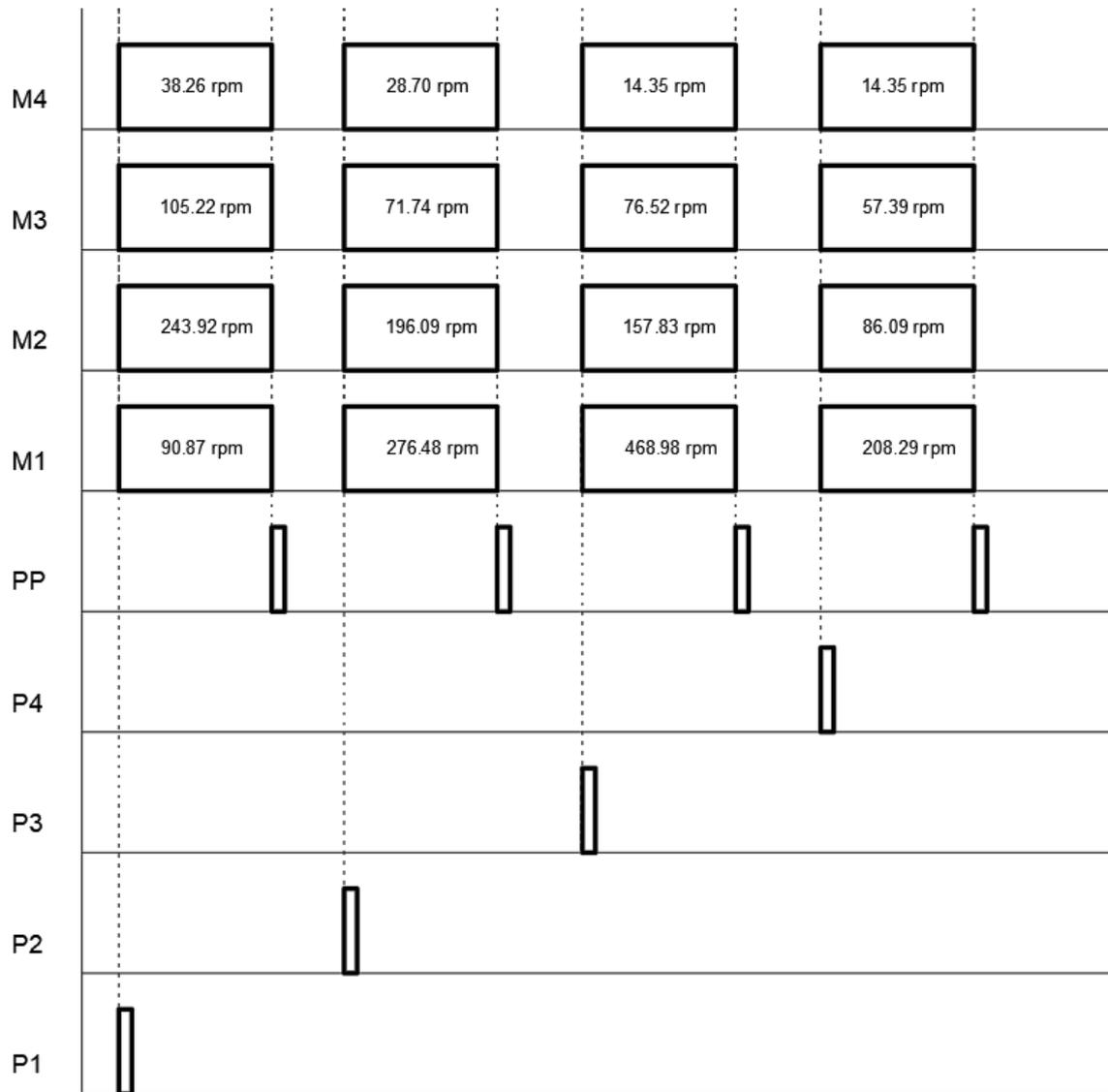


Figura 10.- Diagrama de movimientos para los motores de la mezcladora.

Fuente: Elaboración propia

Se identifica que debe haber los siguientes controles de mando e indicadores.

Tabla 38.

Leyenda del diagrama de movimientos

Nombre	Descripción
P1	Pulsador de marcha para el motor del maíz
P2	Pulsador de marcha para el motor de sorgo
P3	Pulsador de marcha para el motor de harina de sorgo
P4	Pulsador de marcha para el motor de minerales y vitaminas
PP	Pulsador de paro general
M1	Motor alimentador de maíz
M2	Motor alimentador de sorgo
M3	Motor alimentador de harina de sorgo
M4	Motor alimentador de minerales y vitaminas

Fuente: Elaboración propia

El circuito de fuerza es el mismo para cada motor por lo que se presenta uno que es el circuito común para los cuatro.

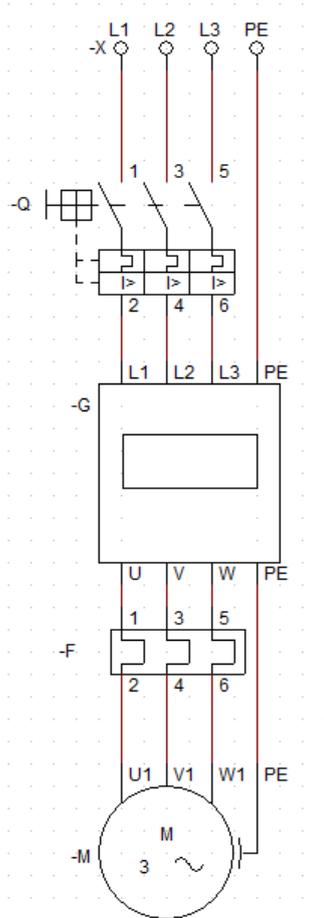


Figura 11.- Circuito de fuerza común para cada uno de los motores del mesclador. Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la figura 11 cada motor tendrá un variador de velocidad así se deberá programar para que a dependencia del pulsador que se presiones se prendan los cuatro motores a la velocidad programada.

El circuito de mando o control se establece de la siguiente manera.

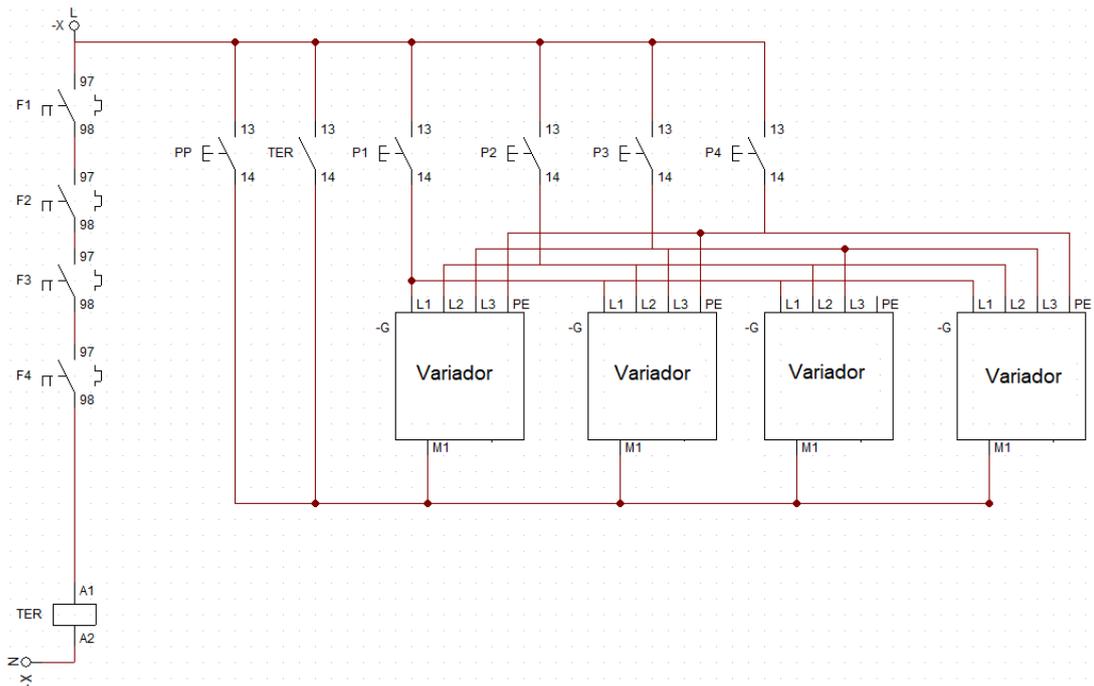


Figura 12.- Diagrama de control del circuito de los cuatro motores para la mezcladora. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar existen cuatro contactos F estos son los contactos del relé térmico que apagarán el sistema en caso de que alguno de los motores tenga una falla por sobrecarga.

4.4. Realizar la evaluación económica a través de los indicadores Tasa Interna de Retorno (TIR) y Valor Actual Neto (VAN)

Para realizar la evaluación económica primero se determina el gasto en el que se incurre para generar el mezclado a manos del alimento para aves. El proceso es simple se vierte el alimento para aves con las proporciones que van a mezclar en cantidades de sacos no por kilos, y se revuelve por una cuadrilla de cuatro personas por medio de palana.

Este proceso demora aproximadamente una hora y media según lo establecido por los trabajadores los que llevan realizando este trabajo varios meses, teniendo en cuenta que el día de trabajo se paga un costo de S/. 50.00 diarios para un día de 8 horas laborales de lunes a domingo se calcula el costo de hora hombre.

Tabla 39*Costo de hora de hombre*

Costo	S/ 55.00	día
Horas	8	horas /día
Costo hora	S/ 6.88	hora

Fuente: Elaboración propia

Considerando que se utilizan cuatro trabajadores para formar la cuadrilla durante una hora y media como se mencionó el gasto para el mezclado de alimentos para las aves es de:

Tabla 40*Gasto del mezclado del alimento*

Cuadrilla	4	personas
Tiempo	1.5	horas/día
Gasto	S/ 41.25	día
	S/ 1,237.50	día
	S/ 14,850.00	año

Fuente: Elaboración propia

Este gasto es el que se va a ahorrar con la maquina lo que convierte a dicho monto anual en la ganancia que se tendrá por haber construido e instalado la máquina y que el mezclado se realice de manera automática.

Ahora se calculan los gastos que se realizaran para fabricar e instalar la máquina, el primero es el presupuesto de materiales y equipos que requiere la maquina mescladora:

Tabla 41*Presupuesto de materiales y equipos*

Ítem	Descripción	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Tolva	4	1500	6000
2	Transportador helicoidal	4	S/ 2,500.00	S/ 10,000.00
3	Motorreductor	4	S/ 550.00	S/ 2,200.00
4	Motor 0.25 kW	4	S/ 350.00	S/ 1,400.00
5	Estructura	4	S/ 550.00	S/ 2,200.00
6	Pantalón de cuatro entradas	1	S/ 750.00	S/ 750.00
Total				S/ 22,550.00

Fuente: Elaboración propia

La instalación se cotizó a los mismos fabricantes de la estructura y tolvas con lo que se estableció que esta demandaría el gasto S/. 8 500.00 en total de toda la instalación, ahora considerando estos dos costos la inversión inicial sería:

Tabla 42*Inversión total de la mezcladora.*

Inversión	Total
Presupuesto	S/ 22,550.00
Instalación	S/ 8,500.00
Total	S/ 31,050.00

Fuente: Elaboración propia

Faltaría establecer el costo de la operación y mantenimiento ya que esta al ser una máquina que tiene motores tendría un costo por operación debido al consumo de energía eléctrica, la empresa trabaja solamente durante horas fuera de punta, así considerando los parámetros eléctricos del motor se tendría y que trabajaran 8 horas diarias durante todo el año se tendrá un gasto en energía según el pliego tarifario MT3

Tabla 43*Costo de operación de los cuatro motores durante todo el día de trabajo*

Hora trabajada	8	
Consumo de energía	8	kWh/día
	2920	Kwh/año
Costo de energía FP	S/ 0.23	
Costo anual de energía	S/ 672.18	

Fuente: Elaboración propia

El costo de mantenimiento consistirá en el costo del desmóntale y limpieza de las tolvas, helicoidales, y pantalón de cuatro entradas, se considera también el engrase de los cojinetes del helicoidal y la limpieza, megado y engrase de los motores eléctricos. Estas acciones se cotizaron en una empresa de la zona la cual estableció que por mantenimiento de este tipo a la mezcladora diseñada tendría un valor de S/. 1 400.00 y debería darse dos veces al año así el mantenimiento tendría un total de S/. 2 800.00 anuales.

Considerando todos los costos se estableció un balance de caja.

Tabla 44*Balance de caja para la maquina mezcladora*

Año	Inversión	Operación y mantenimiento	Utilidad	Balance
0	S/ 31,050.00		0	-S/ 31,050.00
1		S/ 3,472.18	S/ 14,850.00	S/ 11,377.82
2		S/ 3,472.18	S/ 14,850.00	S/ 11,377.82
3		S/ 3,472.18	S/ 14,850.00	S/ 11,377.82
4		S/ 3,472.18	S/ 14,850.00	S/ 11,377.82

Fuente: Elaboración propia

Estableciendo como tasa de interés un 12% se calculó el VAN y TIR teniendo como resultados indicadores positivos al cuarto año como se muestra en la tabla 44.

Tabla 45*Indicadores económicos para la mezcladora*

TIR	17%	
VAN	S/3,508.40	12%

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

La investigación se desarrolló debido a que en la empresa Avícola Casas se realiza el proceso de mezclado de alimentos para las aves de corral que ahí se crían, este proceso se realiza de manera tradicional o artesanal es decir por medio del movimiento con una palana de los alimentos que son maíz, sorgo, harina de sorgo, minerales y vitaminas, este proceso demanda del personal durante un periodo diario de una hora y media y complica la situación durante los periodos que se deben hacer otras actividades y se requiere todo el personal porque este trabajo es diario.

En esta investigación se tomó como datos las cantidades de los productos que se requieren como mezcla para las aves ya que dependiendo del tamaño del ave las mezclas de alimentos cambian así se determinaron cuatro mezclas que debe abarcar la maquina estas son ABRN, ABC, ABE y ABR cada uno según el tamaño del ave, y cada una con cantidades diferentes de los alimentos que se mencionaron (maíz, sorgo, harina de sorgo, minerales y vitaminas).

Se determinó el volumen y peso de cada alimento que conforman las mezclas balanceadas al final del proceso considerando la densidad que tiene cada alimento, así al establecer que durante una hora se debe tener una tonelada de mezcla se determinó que cantidad de alimento debe contener la mezcla y con esto la velocidad a la que debe incluirse a la mezcla esto asegura que en cada tonelada de mezcla exista las cantidades correspondientes de alimento.

La máquina que se diseño es solamente por gravedad es decir se determinó el abastecimiento de cada grano a la mezcla y las cantidades que deben ingresar para establecer que exista la cantidad indicada de grano en cada mezcla, estos serán alimentados por tornillos sin fin o transportadores horizontales helicoidales que se conectaran en el centro en un pantalón de cuatro entradas en cada entrar ingresara a la velocidad establecida los componentes de cada mezcla (maíz, sorgo, harina de sorgo, minerales y vitaminas) y por gravedad irán cayendo en el saco o recipiente con el cual retiraran la mezcla de la máquina, esta versión de mezcladora se consideró para poder realizar una cambio de mezcla solamente con el cambio de velocidad de los motores debido a que todas las

mezclas tienen los mismos componentes y solo varían en la cantidad que deben tener, así variando las velocidades con que deben ingresar se tendrán mezclas diferentes.

Normalmente las mezcladoras son establecidas con una helicoidal en el centro para poder remover los alimentos que se ingresen, pero después de realizar visitas a diferentes granjas y establos donde se utiliza este tipo de máquinas se observó que siempre se llega a complicar el retiro del alimento debido a la forma de la máquina la cual no tiene caída, existen otras versiones donde los diferentes granos son incluidos en una tolva que tiene un helicoidal vertical este sube porciones de alimentos y los sube hasta el otro extremo de su longitud dejándolos caer lo que mezcla los alimentos también por gravedad como la mezcladora propuesta en este informe.

Los cálculos que se realizaron fueron primero para determinar la potencia que va a tener los helicoidales o tornillos sin fin, la potencia total de estos depende de tres aspectos de la potencia para vencer la inercia, la potencia para mover el elemento que está en función de la densidad de cada elemento a mover y la potencia para vencer la inclinación del helicoidal debido a que los helicoidales son horizontales no se tuvo que considerar la tercera potencia, después esta potencia es corregida de acuerdo al manual de selección y fabricación Martin que establece factores de eficiencia y sobrecarga, los motorreductores se determinaron según la relación de transmisión (reducción), torque y potencia a transmitir.

Los motores se seleccionaron de acuerdo a la potencia a transmitir siendo estos sobredimensionados e acuerdo a los motores que se encontraron en el mercado y por último las tolvas estas se determinaron según el ángulo de inclinación que se debe considerar para cada grano ya que si no se tiene un ángulo de inclinación correcto el grano se podría quedar en la tolva más aun las harinas.

Cabe mencionar que todos los elementos se tomaron de manera homogénea es decir aun teniendo diferentes velocidades, ángulos de inclinación y potencias para cada alimento que se quiere ingresar en la mezcla se seleccionaron equipos y máquinas iguales para los cuatro granos esto es porque no existe una gran

diferencia en cuanto a los parámetros se logran cubrir con los componentes seleccionados y esto da la garantía de poder tener un repuesto que pueda servir a la falla de cualquiera de los cuatro alimentadores.

Como lo menciona Rodríguez en su investigación las empresas que se dedican a la cría de animales para su venta dan muchísimo énfasis a la alimentación y dependen mucho de esta para lograr que los animales tengan las condiciones necesarias para producir ganancias, así aunque en dicho antecedente se establece el alimento para bobino y porcino, las maquinas mezcladoras deben tener la suficiente efectividad para lograr un alimento bien balanceado la propuesta que se presenta en este informe muestra la mejor manera de mezclado debido a que los alimentos son ingresados de manera independiente a la mezcla en las cantidades que se requieren y la mezcla se homogeniza en la caída de los mismos.

Contrario a la investigación de Rengifo Mera no se requiere un análisis de fatiga a los tornillos sin fin o helicoidales que se tomaron en cuenta en esta tesis ya que estos son seleccionados de acuerdo al proveedor y la teoría sobre máquinas que establece los factores que se deben considerara para que dicho elemento no tenga problemas durante su trabajo así, las tolvas también a ser de pequeñas dimensiones no se consideró el análisis estático debido a que el grosos mínimo de la plancha de una tolva es utilizado para tolvas de mucho mayor tamaño y materiales de la misma densidad así que debido a esta experiencia no se tomó en cuanta el análisis, en cuanto a los motores estos tienen la suficiente capacidad debido a que según el cálculo.

La potencia más elevada está muy por debajo de la potencia del motor elegido. Lo que si se concuerda es que se recuperar la inversión propuestas, pero a diferencia del antecedente en esta investigación se determina en años no en meses el retorno de tal inversión. A diferencia de la investigación de Montenegro Reyes la empresa donde se propone este diseño no tiene cuellos de botellas y el mezclado se puede realizar en la misma zona donde se realizaba hasta la actualidad debido a que para realizar las actividades de mezcla se utilizada un área considerable, dicha área es más que suficiente para la maquina propuesta

así las actividades no cambiaran ni el flujo del trabajo, este solamente se hará más efectivo y fácil de realizar.

A diferencia de la investigación de Fernández solamente se analizó el diseño propuesto desde un inicio debido a que se pretende establecer una mezcladora que tenga la mayor facilidad para el operario y mejor confiabilidad para el gerente así se podrá tener la confianza que el alimento siempre tendrá las condiciones requeridas. Pero si se coincidió en el mismo proceso después de que selecciono la maquina más ideal para su proceso, que el determinar los parámetros que funcionamiento requerido por la máquina, la selección de los equipos y maquinas requeridas para el diseño y el cálculo económico donde se busca la factibilidad del diseño propuesto.

VI. CONCLUSIONES

- En el proceso de mezclado se estableció que se requieren cuatro tipos de mezclas para la empresa estas dependen de la edad que tienen las aves siendo; recién nacido la mezcla ABRN (Alimento Balanceado recién nacido), Crecimiento la mezcla ABC (Alimentos Balanceado Crecimiento), para engorde la mezcla ABE (Alimento Balanceados Engorde) y para retiro la mezcla ABR (Alimento Balanceados Retiro), cada una de estas mezclas están compuestas por diferentes proporciones de maíz, sorgo, harina de sorgo, vitaminas y minerales.
- Los parámetros que se determinaron para poder diseñar la mezcladoras fueron los pesos y volumen de cada alimento que compone la mezcla con esto y la productividad que se requiere de la máquina que es de 1 tonelada por hora se pudo determinar las velocidades a las que se requiere que se ingrese cada alimento a la mezcla que corresponda estando para el maíz de 190 a 670 kg/h, para el sorgo 180 a 510 kg/h, para la harina de sorgo entre 120 a 220 kg/h y para los minerales y vitaminas que son un solo compuesto de 30 a 80 kg/h.
- Se seleccionaron cuatro tornillos sin fin o helicoidales horizontales de 1.5 m de largo con un diámetro externo de 4" y un diámetro interno de 2", el paso de la hélice es de 74.7 mm y un ángulo de inclinación de 15°, los motores se determinaron de 0.25 kW trifásicos de 4 polos, y las tolvas de cilindro con terminación cónica de 2.081 m de alto y con un cono de 1.6 m con diámetro externo de 34".
- El gasto que se tendrá para la instalación considerando el presupuesto de las máquinas y equipos es de S/31,050.00, con un gasto de operación y mantenimiento de S/3,472.18 anuales considerando el ahorro en personal de S/14,850.00 se encontraron evaluadores TIR y VAN de 17% y S/3,508.40 respectivamente al cuarto año.

VII. RECOMENDACIONES

- Los granos deben ser registrados conforme a kilaje y no por sacos que es como se realiza en la empresa esto da mayor rapidez al realizar los cálculos de abastecimiento de producto a la mezcla.
- Las velocidades deben ser más homogéneas o redondeadas al número entero debido a que al construirse la máquina y ponerla en funcionamiento las velocidades con decimas no se lograran conseguir.
- Utilizar la máquina para otras mezclas debido a que se puede controlar el proceso de ingreso de alimentos a cada mezcla.
- Que se le recomiende al gerente de la empresa que realice el diseño para establecer que tan cercano de la realidad es el resultado aquí obtenido

REFERENCIAS

ABB. 2019. Motores ELectricos Trifasicos - 50y60 HZ. *Motores de aplicacion general en hierro fundido.* 2019.

Atahualpa Calvo, Jose Ysmael. 2018. *Diseño Estructural De Una Tolva De Acero Comercial De 5tn Para Apilamiento De Mineral Utilizando Modelos Computacionales Y Cálculos Convencionales.* Escuela Profesional de Ingenieria Mecanica, Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa. Arequipa : s.n., 2018. pág. 119, Tesis Pre Grado.

Bi, Zhuming. 2019. *Applications—Solid Mechanics Problems.* Indiana : s.n., 2019. 978-0-12-812155-9.

Birbe, B., Herrera, P. y Colmenares, O. 2016. *Los Bloques Multinutricionales. Estrategias de Suplementación con Recursos Locales, para ganado de Doble propósito.* Mexico : s.n., 2016.

Budynas, Richard G., Nisbett, J. Keith y Ríos Sánchez, Miguel Ángel. 2008. *DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY.* Octava. D.F. : McGraw-Hill, 2008.

Caro Greiffenstein, Axel. 1998. *Breves Normas de Control de Calidad en Granos Almacenados.* [ed.] Gobierno de los Países Bajos. Quito : s.n., 1998.

CLR. 2020. Torque and power: what are they and what is their difference? [En línea] 2020. <https://clr.es/blog/en/power-and-torque-difference/>.

Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas. **Cerezal Mesquita, P, y otros. 2011.** 2011, Nutricion Hospitalaria, págs. 161-169. 0212-1611.

Fernández Pilataxi, César Paúl y Quintero Samaniego, Vlucher Santiago. 2014. *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MEZCLADORA DE BALANCEADO PARA POLLOS PARRILLEROS. MÁQUINA CON UNA CAPACIDAD DE 1000KG/H.* Quito - Ecuador : Escuela Politécnica Nacional, 2014.

Hugh , Jack. 2013. *Engineering Design, Planning, and Management.* 2013. pág. 592. 978-0-12-397158-6.

Jing Zhang y Yeon-Gil Jung. 2018. *Additively manufactured metals for medical applications.* s.l. : Copyright © 2018, 2018. 978-0-12-812155-9.

Kerguignas, Marcel y Caignaert, Guy. 1980. *Resistencia de Materiales*. Barcelona : Editorial Reverte SA, 1980.

Lanza, Robert y Atala, Anthony . 2013. *Handbook of Stem Cells*. 2013. pág. 1074.

Manya Naula, Diego Javier. 2014. *MÁQUINA MEZCLADORA DE ALIMENTO BALANCEADO PARA LA ELABORACIÓN DE BLOQUES MULTINUTRICIONALES*. Ibarra - Ecuador : Universidad Técnica del Norte, 2014.

Martin. 2018. *Manejo de Materiales*. 2018.

Ministerio de Agricultura y riego. 2016. *Producción Agroindustrial Alimentaria*. Lima - Perú : Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas - DGESEP, 2016.

Montenegro Reyes, Sara Pierina. 2017. *DISEÑO DE UNA NUEVA PLANTA DE ALIMENTO BALANCEADO PARA LA EMPRESA ALBA MIX NUTRICIÓN S.A.C. PARA MEJORAR SU PRODUCTIVIDAD*. Chiclayo - Perú : Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, 2017.

Morales Franco, Anibal Jhonatan y Vera Espinoza, Elsie Doménica. 2018. *DISEÑO DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA ELABORACIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS DE POLLOS PARA LA EMPRESA AGROGRUDLE S.A.* Guayaquil - Ecuador : Universidad de Guayaquil, 2018.

Osorio Orellana, Diego Exequiel. 2018. *Estudio, Puesta en marcha y proposición de ensayo para un transportador de tornillo de laboratorio*. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso : s.n., 2018. pág. 104, Tesis Pre Grado.

—. **2018.** *Estudio, Puesta en marcha y Proposición de Ensayos para Transportador de Tornillo de Laboratorio*. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso : s.n., 2018. pág. 104, Proyecto de Título.

Renjifo Mera, Carlos Alejandro y Benalcázar Díaz, Marco Paul. 2018. *DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MEZCLADORA - AMASADORA PARA PREPARAR 12 KG/H DE PASTA ALIMENTICIA*. Quito - Ecuador : Universidad Politécnica Salesiana - Sede Quito, 2018.

Rodríguez Orozco, Daniel Felipe, y otros. 2018. *Rediseño de la línea de producción actual para la fabricación de una nueva referencia de alimento balanceado para porcinos*. Cali - Colombia : Pontificia Universidad Javeriana , 2018.

Romero Garcia, Manuel, y otros. 2002. *Resistencia de Materiales*. s.l. : Univeritat Jaume, 2002. pág. 392.

Salazar Trujillo, Jorge Eduardo. 2007. *Resistencia de Materiales Basica para Estudiantes de Ingenieria*. Bogota : Universiada Nacional de Colombia, 2007.

The Editors of Encyclopaedia Britannica. 2020. Mechanical efficiency. [En línea] 2020. <https://www.britannica.com/technology/mechanical-efficiency>.

Ullman, David G. 2003. *The Mechanical Design Process*. s.l. : McGraw-Hill, 2003. pág. 415.

Universidad de las Palmas de Gran Canaria. 2018.
<http://www.webs.ulpgc.es/nutranim/tema9.htm>.

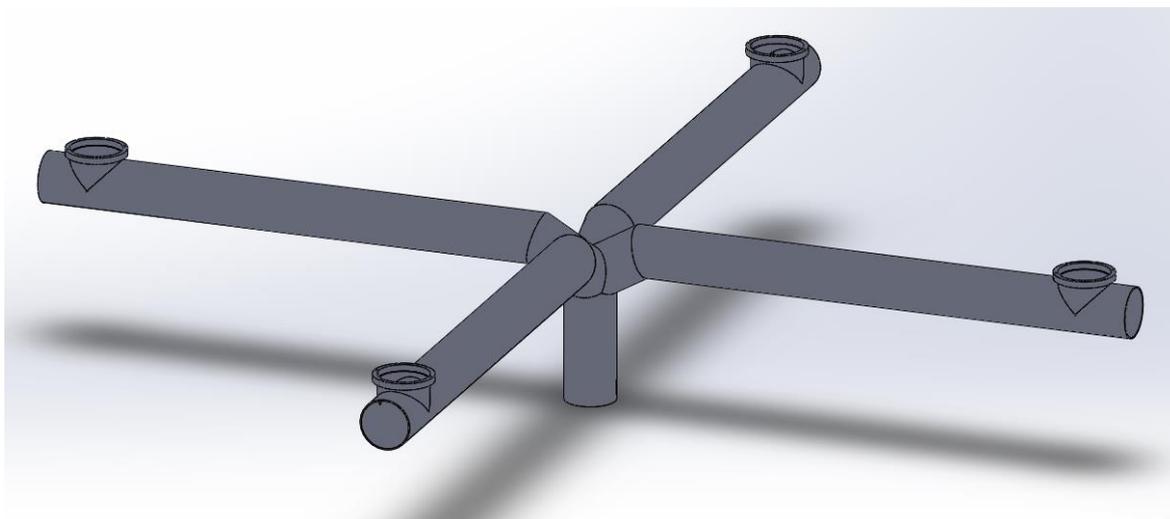
<http://www.webs.ulpgc.es/nutranim/tema9.htm>. [En línea] 05 de 11 de 2018.

Zapata, Fanny. 2020. Esfuerzo normal: en qué consiste, cómo se calcula, ejemplos. [En línea] 2020.

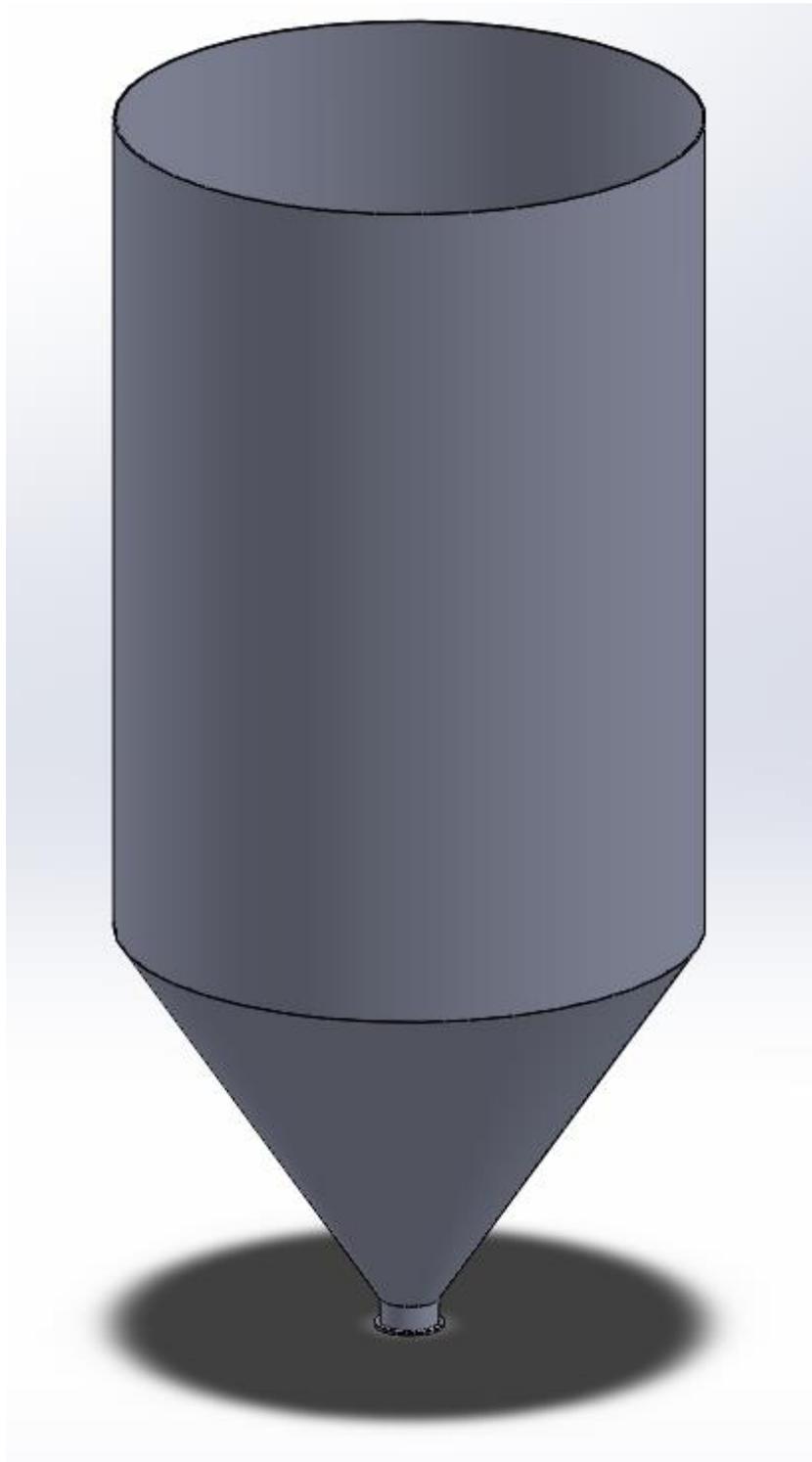
Detalle del soporte en 3D



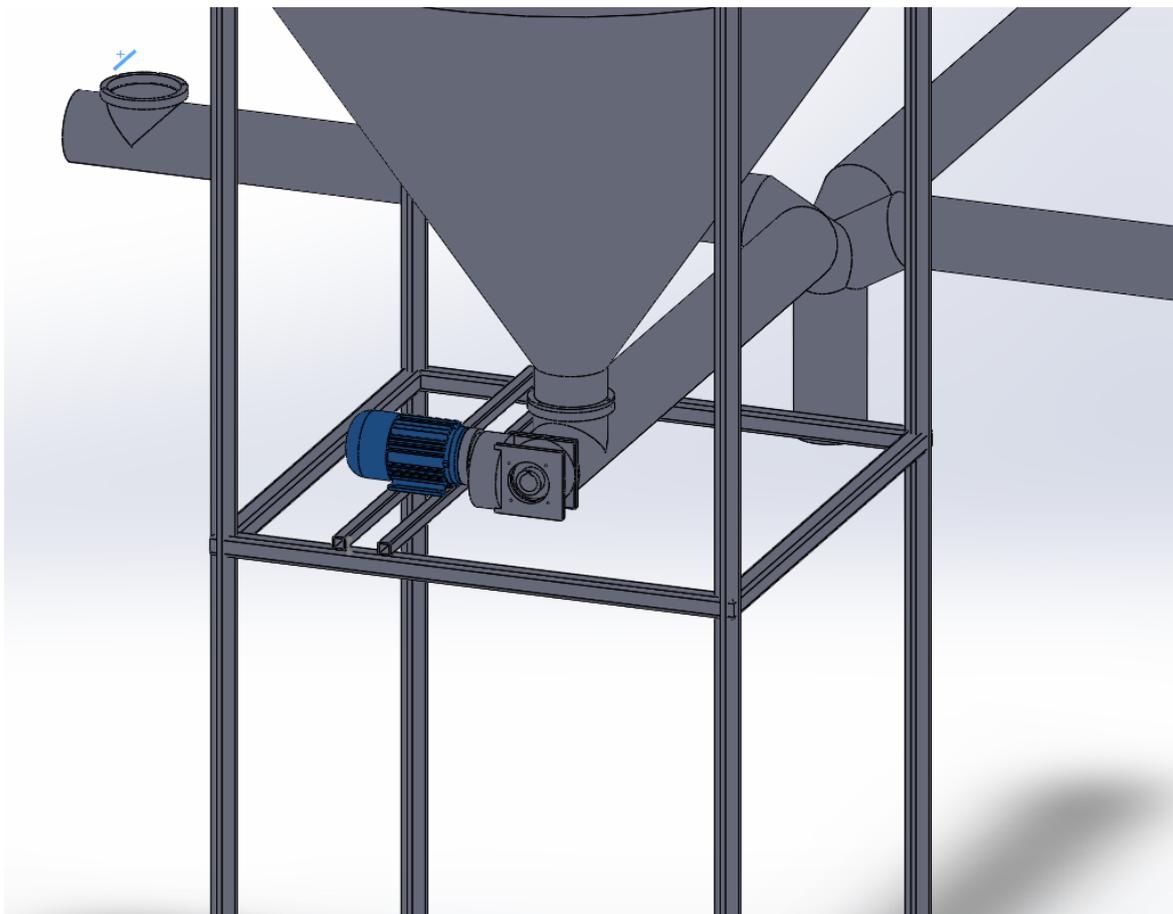
Detalle del pantalón en 3D



Detalle de la tolva en 3D



Detalle de la instalación de un motor con su tolva y el pantalón



Vista completa de la mezcladora

