



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
PROPUESTA TECNOLÓGICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE
MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO**

Propuesta Tecnológica presentada previo a la obtención del título de Ingeniero en
Electromecánica

Autores:

Albán Bautista Lisandro David
Tambo Vásquez Kevin Andrés

Tutor académico:

Ing. Navarrete López Luis Miguel

LATACUNGA – ECUADOR

2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Albán Bautista Lisandro David con cédula de ciudadanía 050448989-9 y Tambo Vásquez Kevin Andrés con cédula de ciudadanía 175107038-2 declaramos ser autores del presente proyecto Tecnológico: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO”, siendo el Ing. Navarrete López Luis Miguel M.Sc. tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Albán Bautista Lisandro David

C.I.: 050448989-9

Tambo Vásquez Kevin Andrés

C.I.: 175107038-2



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO”, propuesto por los estudiantes Albán Bautista Lisandro David con cédula de ciudadanía 050448989-9 y Tambo Vásquez Kevin Andrés con cédula de ciudadanía 175107038-2 de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Marzo, 2022

El Tutor

.....

Ing. Navarrete López Luis Miguel

C.I: 180374728-4



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, el o los postulantes estudiantes Albán Bautista Lisandro David con cédula de ciudadanía 050448989-9 y Tambo Vásquez Kevin Andrés con cédula de ciudadanía 175107038-2 con el título de Proyecto de titulación “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO.”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Marzo, 2022

Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)

Nombre: Ing. Luigi Freire

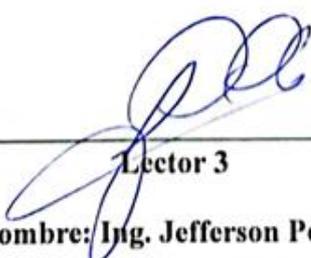
CC: 050252958-9



Lector 2

Nombre: Ing. Paul Corrales

CC: 050234776-8



Lector 3

Nombre: Ing. Jefferson Porras

CC: 070440044-9



AVÍCOLA BAUTISTA

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de dueña de la empresa "Avícola Bautista" certifico que mediante el proyecto de investigación

"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO"

Los señores, Albán Bautista Lisandro David con cedula de ciudadanía 050448989-9 y Tambo Vázquez Kevin Andrés con cedula de ciudadanía 175107038-2, estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Matriz, certifico que los solicitantes han desarrollado el diseño y la construcción del tema de investigación satisfaciendo las necesidades y expectativas establecidas.

Es todo en cuanto tengo que certificar se expide el presente documento para que los interesados puedan hacer uso en fines que crea conveniente.

Atentamente.

Sra. María Emperatriz Bautista Gavilánez

C.I.: 050212080-1

Dirección: Cotopaxi Salcedo Barrio San Antonio 2 Vía Salcedo – Tena

Teléfono 32-727-1115; Celular 0984872829



AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios en primer lugar por ser mi inspiración y permitirme culminar esta meta tan anhelada, a mis padres y hermanas por su apoyo incondicional en todo el proceso de formación universitaria, a mi familia por brindarme su ayuda y consejo cuando lo requería y por siempre estar al pendiente de mi progreso, a mis amigos por los buenos momentos que hemos compartido además por brindarme su apoyo y ánimos durante todo el proceso de el desarrollo de la tesis, a la Universidad Técnica de Cotopaxi en especial a todos los Docentes de la Carrera de Electromecánica por compartir sus sabios conocimientos y así formarme como un profesional en servicio de la sociedad.

Kevin

Para mi familia, para mi padre y madre que con sacrificio y esfuerzo han logrado guiarme por el sendero correcto para alcanzar todas mis metas propuestas. Su apoyo incondicional ha sido un pilar fundamental en todo momento de mi vida

A mi hermano que ha sido mi motivación para seguir adelante y superarme cada día

A mis abuelitos que gracias a sus consejos y sus enseñanzas han sabido educarme y formarme como una persona de bien.

Lisandro



DEDICATORIA

El presente proyecto tecnológico va dedicada a Dios por darme la sabiduría y fortaleza para ser un profesional de éxito, a mis padres porque siempre serán mi motor principal para avanzar en la vida, a mi hermana que fue un pilar fundamental en mi progreso y por todo su apoyo moral e incondicional que me dio en mi vida ya que sin su ayuda no podría alcanzar esta meta tan anhelada y para finalizar a mi familia por haber sido mi sostén a lo largo de toda mi carrera universitaria.

Kevin

De todo corazón agradezco a dios, A mis padres por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi hermano por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mi tutor quien ha estado aportando todo su conocimiento para que este trabajo culmine con éxito. Agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi a la carrera de Ingeniería en Electromecánica al abrir sus puertas para brindarme sus enseñanzas y conocimientos, formándome como profesional y sobre todo como persona de provecho.

Lisandro



INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	Error! Bookmark not defined.
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN .	Error! Bookmark not defined.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	Error! Bookmark not defined.
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN	Error! Bookmark not defined.
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	vii
INDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE ECUACIONES	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
AVAL DE TRADUCCIÓN	Error! Bookmark not defined.
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN	2
2.1. PROBLEMA.....	2
2.1.1. Situación problemática	2
2.1.2. Diagrama Ishikawa	3
2.1.3. Formulación del problema.....	3
2.2. OBJETIVOS Y CAMPOS DE ACCIÓN.....	3
2.2.1. Objetivo de estudio	3
2.2.2. Campo de acción	3
2.3. BENEFICIARIOS.....	4
2.4. JUSTIFICACIÓN	4
2.5.HIPÓTESIS	4



2.6.OBJETIVOS	4
2.6.1. Objetivo general	4
2.6.2. Objetivos específicos	5
2.7. SISTEMA DE TAREAS	5
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
3.1. ANTECEDENTES.....	7
3.2. TIPOS DE PROCESOS	8
3.2.1. Manuales.....	8
3.2.2. Semiautomáticos	8
3.2.3. Automáticos:	8
3.3. DE ACUERDO A LA NATURALEZA DEL FLUJO PRODUCTIVO.....	8
3.3.1. Proceso unidad por unidad	8
3.3.2. Procesos por lotes.....	9
3.3.3. Procesos a velocidad constante	9
3.4. TIPOS DE MAQUINARIA UTILIZADA EN LA FABRICACIÓN	9
3.4.1. Motor AC.....	9
3.5. Molino de martillos	9
3.5.1. Mezcladora vertical.....	9
3.5.2. Tornillo transportador helicoidal.....	9
3.5.3. Tolva	9
3.6. SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN	10
3.6.1. Sistema de transporte mediante el mecanismo de tornillo sin fin.....	10
3.6.2. Transportadores helicoidales inclinados.....	10
3.6.3. Transportadores helicoidales verticales	11
3.7. SISTEMA DE MOLIDO.....	11
3.8. SISTEMA DE MEZCLADO.....	12
3.9. SISTEMAS DE TOLVAS.....	13



3.9.1. Tolvas de Almacenamiento	13
3.9.2. Tipos de Tolvas de acuerdo a las características del Flujo de materiales.....	13
3.9.3. Tolva de almacenamiento de embudo	14
3.10. SOBRESFUERZO FÍSICO.....	14
3.10.1. Malas posturas.....	15
3.11. DEFINICIÓN DE EVALUACIÓN FINANCIERA	15
3.12. FUNCIONES DE EVALUACIÓN FINANCIERA.....	15
3.13. PROYECTOS DE INVERSIÓN	15
3.14. ESTUDIO TÉCNICO.....	16
3.14.1. La ingeniería dentro de un proyecto	16
3.14.2. Valor actual neto (VAN)	16
3.14.3. Tasa interna de retorno (TIR).....	17
3.14.4. Mediante la Fórmula (Método de Interpolación)	17
3.14.5. Diferencias.....	18
3.14.6. Método probabilístico	18
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
4.1. ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL TRABAJADOR EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BALANCEADO.	19
4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y MÁQUINAS QUE INTERVIENEN EN EL SISTEMA.....	20
4.2.1. Primer subproceso (Molturar)	20
4.2.2. Segundo subproceso (Mezcla)	20
4.3. DESIGNACIÓN DE LA POSICIÓN DE LAS MÁQUINAS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE BALANCEADO.	21
4.4. LONGITUD DE LOS TRANSPORTADORES.....	21
4.5. DISEÑO DE TOLVAS	24
4.5.1. Tolva 1	24



4.5.2. Densidad aparente del material	24
4.5.3. Capacidad de almacenamiento	25
4.5.3.1. Volumen útil	25
4.5.3.2. Volumen total de la tolva.....	26
4.5.4. Inclinación de la tolva.....	26
4.5.5. Distancia de pared a pared.....	27
4.5.5.1. Factor de espacios vacíos (FEV).....	27
4.5.6. Material para construcción	29
4.5.7. Tolva 2.....	29
4.5.8. Volumen útil de tolva 2	30
4.5.9. Volumen total de la tolva 2	30
4.5.10. Inclinación de la tolva 2.....	30
4.5.10.1. Factor de espacios vacíos (FEV).....	30
4.5.11. Profundidad de la tolva.....	31
4.5.12. Distancia de pared a pared de la tolva 2	32
4.5.13. Material para construcción de la tolva 2.....	32
4.6. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSPORTADORES HELICOIDALES	33
4.7. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA TRANSPORTADORES HELICOIDALES ..	33
4.7.1. Establecimiento de factores conocidos	34
4.7.2. Clasificación de material	34
4.7.3. Cálculo de la capacidad de diseño	35
4.7.3.1. Factor de Capacidad para Transportador con Paso Especial Factor CF1	35
4.7.3.2. Factores de Capacidad para Transportador con Helicoidal Especial CF2.....	35
4.7.3.3. Capacidad para Transportador con Paletas Mezcladoras CF3.....	36
4.7.4. Cálculo de la capacidad de transporte.....	36
4.7.5. Velocidad de desplazamiento.....	38
4.7.6. Capacidad de transporte del material.....	39



4.7.7. Potencia de accionamiento	40
4.7.8. Conexiones eléctricas	43
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	44
5.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ORIGINAL	45
5.1.1. Descripción general de funcionamiento de la maquinaria.	45
5.2. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS ERGONÓMICOS IDENTIFICADOS A TRAVÉS DEL MÉTODO OWAS.	46
5.2.1. Fases del proceso productivo anterior	46
5.2.2. Molienda.....	46
5.2.3. Mezclado	47
5.2.4. Transporte y Salida del producto	47
5.3. FASES DEL PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL	49
5.3.1. Molienda.....	49
5.3.2. Mezclado	49
5.3.3. Transporte y salida del producto	50
5.4. COMPARACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS.....	51
5.5. PARTE ELÉCTRICA	52
5.5.1. Proceso anterior.....	52
5.5.1.1. Descripción y características de los motores acoplados a las máquinas.	52
5.5.2. Proceso actual.....	54
5.5.2.1. Descripción y características de los motores acoplados a las máquinas	54
5.6. MÉTODO DETERMINÍSTICO.....	56
5.7. MÉTODO APLICADO EN LA EMPRESA	56
5.7.1. Ingresos.....	56
5.7.2. Flujo de costos (Egresos).....	57
5.7.2.1. Costo de producción de balanceado	57
5.8. COSTOS GENERALES AL AÑO	57



5.8.1. Flujo beneficio ingresos USD	58
5.9. CÁLCULO DEL VAN.....	58
5.10. CÁLCULO DEL TIR.....	58
5.10.1. Método de interpolación.....	59
5.11.PERÍODO DE RETORNO.....	59
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
6.1. CONCLUSIONES	60
6.2. RECOMENDACIONES	61
7. BIBLIOGRÁFICA.....	62
8. ANEXOS.....	64



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Descripción del proceso de molienda con sus respectivos tiempos	20
Tabla 4.2. Descripción del proceso de mezcla con sus respectivos tiempos.	20
Tabla 4.3. Datos de instalación de transportadores helicoidales.	24
Tabla 4.4. Características de los materiales	25
Tabla 4.5. Características del material de tolva	29
Tabla 4.6. Proceso para diseño de transportadores helicoidales.....	33
Tabla 4.7. Características de los materiales que se utilizarán en el sistema	34
Tabla 4.8. Factores de Capacidad para Transportador con Paso.	35
Tabla 4.9. Factores de Capacidad para Transportador con Helicoidal Especial.	35
Tabla 4.10. Capacidad para Transportador con Paletas Mezcladoras	36
Tabla 4.11. Coeficiente de relleno en función al tipo de material	36
Tabla 4.12. Coeficiente de relleno en función de la carga.	37
Tabla 4.13. Coeficiente de disminución del flujo en función a la inclinación	40
Tabla 4.14. Características del transportador helicoidal	42
Tabla 5.1. Ingredientes que intervienen en la elaboración.	44
Tabla 5.2. Análisis ergonómico para el proceso anterior de acuerdo a los parámetros del método OWAS.	48
Tabla 5.3. Análisis ergonómico del proceso actual de acuerdo a los parámetros del método OWAS.	50
Tabla 5.4. Características de los motores utilizados en el proceso anterior.	53
Tabla 5.5. Características de los motores utilizados en el proceso actual.	54
Tabla 5.6. Comparación de precios entre los procesos con respecto al tiempo	55
Tabla 5.7. En comparación con el valor de facturación de la empresa ELEPCO	55
Tabla 5.8. Comparación de precios de ahorro.	56
Tabla 5.9. Precios de cada producto con respecto al mes y al año.	57
Tabla 5.10. Valores para calcular el flujo de beneficios neto.	58
Tabla 5.11. Valores obtenidos para el cálculo.	59



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Descripción de actividades	5
Figura 3.1. Transportador helicoidal inclinado	10
Figura 3.2. Transportador helicoidal vertical	11
Figura 3.3. Molino de martillos utilizado en la "Avícola Bautista"	12
Figura 3.4. Mezcladora utilizada en la "Avícola Bautista"	13
Figura 3.5. Tolva de flujo de materiales	13
Figura 3.6. Tolva de almacenamiento de Embudo	14
Figura 4.1. Actividades que desempeña el trabajador en el proceso de elaboración de balanceado.....	19
Figura 4.2. Posición de las máquinas que intervienen en la propuesta tecnológica.	21
Figura 4.3. Distancias del punto de donde se desea transportar el material.	22
Figura 4.4. Distancia y ángulo del transportador helicoidal 1.....	22
Figura 4.5. Longitudes desde el punto de donde se transporta materia prima.	23
Figura 4.6. Longitud y ángulo de instalación del transportador helicoidal 2.....	23
Figura 4.7. Profundidad de la tolva en el diseño.	28
Figura 4.8. Distancia de pared a pared en tolvas.	29
Figura 4.9. Profundidad de tolva 2.	31
Figura 4.10. Distancia de pared a pared de la tolva 2.....	32
Figura 4.11. Sistema de poleas.	38
Figura 4.12. Motor de 2 HP del transportador 1.....	41
Figura 4.13. Transportador helicoidal diseñado	42
Figura 4.14. Características del motor del transportador 2.	42
Figura 4.15. Control de motores de los transportadores helicoidales	43
Figura 5.1. Se muestra el proceso de forma gráfica y simplificada.	45
Figura 5.2. Se muestra el proceso de transporte hacia el molino.	46
Figura 5.3. Proceso de transporte hacia la mezcladora.	47
Figura 5.4. Tabulación de datos expresados en porcentajes para el proceso anterior.	48
Figura 5.5. Procesó de transporte hacia el molino actual.....	49
Figura 5.6. Procesó de agregado de materia y transporte hacia el molino actual.....	49
Figura 5.7. Proceso del producto terminado.....	50
Figura 5.8. Tabulación de datos expresados en porcentajes para el proceso actual.	51
Figura 5.9. Tabulación de resultados de los procesos.....	52



ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación (3.1) Cálculo del valor del VAN	17
Ecuación (3.2) Cálculo del valor del TIR	17
Ecuación (4.1) Cálculo de volumen útil.....	25
Ecuación (4.2) Cálculo de volumen de la tolva.....	26
Ecuación (4.3) Cálculo de grado de inclinación de la tolva.....	26
Ecuación (4.4) Cálculo de factor de espacios vacíos.....	27
Ecuación (4.5) Profundidad de la tolva.....	27
Ecuación (4.6) Distancia de pared a pared	28
Ecuación (4.7) Cálculo de la capacidad de transporte	37
Ecuación (4.8) Velocidad de desplazamiento	38
Ecuación (4.9) Relación de velocidad y diámetro	38
Ecuación (4.10) Cálculo de relación	39
Ecuación (4.11) Transporte de material	39
Ecuación (4.12) Transformación a ft^3/h	40
Ecuación (4.13) Potencia de accionamiento.....	40
Ecuación (5.1) Cálculo de la potencia del motor.....	52
Ecuación (5.2) Potencia total.....	53
Ecuación (5.3) Energía total del sistema.....	53
Ecuación (5.4) Consumo energético	53
Ecuación (5.5) Costo de la energía	54
Ecuación (5.6) Producción diaria.....	57
Ecuación (5.7) Costo de producción al mes	57
Ecuación (5.8) Costo de producción al año.....	57
Ecuación (5.9) Cálculo del periodo de retorno.....	59



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Cronograma de actividades

Anexo B: Análisis de Costos.

Anexo C: Ubicación de la maquinaria inicialmente para la producción de varias toneladas de balanceado.

Anexo D: Adquisición de valores de intensidad eléctrica en los motores del sistema

Anexo E: Valor tomado según el ARCONEL

Anexo F: Planillas tarifarias del mes de Diciembre del 2021.

Anexo G: Planilla Tarifaria del mes de Febrero del 2022

Anexo H: MÉTODO OVAKO WORKING ANALYSIS SYSTEM (OWAS)

Anexo I: Manual de mantenimiento preventivo.

Anexo J: Planos del sistema de transporte de metería prima.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO.

AUTORES:

Albán Bautista Lisandro David

Tambo Vásquez Kevin Andrés

RESUMEN

El presente proyecto tecnológico consiste en el diseño e implementación de un sistema que permite el abastecimiento de materia prima en el proceso de fabricación de balanceado mediante el uso de ejes helicoidales, con la finalidad de mitigar los efectos que representa trasladar componentes de manera manual, dado que esta actividad demanda excesivo esfuerzo físico por parte del operador y elevado tiempo de producción en la ejecución de actividades laborales en la “AVÍCOLA BAUTISTA” del cantón Salcedo. Con la instalación del sistema de transporte de materia prima se remplaza al operador en el proceso de traslado de los componentes del balanceado avícola, logrando reducir en un sesenta por ciento el riesgo laboral que representa esta actividad y reduciendo el período de uso de la maquinaria ya que la operación de transferencia de materia prima será realizada por transportadores helicoidales, que usan la tecnología de un tornillo sin fin basándose en las normas especificadas en el manual publicado por la empresa “Martin helicoidales” que tiene como base los lineamientos del CEMA que establece las características de las máquinas en función de ciertos materiales, del cual se obtiene las variables necesarias para el diseño del proceso de abastecimiento, tales como la velocidad de giro y potencia del sistema que permite dimensionar las estructuras que conforman los transportadores y la selección de elementos adecuados, obteniendo como resultado un conjunto de máquinas que permiten disminuir en una hora el tiempo de producción.

Palabras clave: helicoidal, avícola, tolva, mecanismo, moltura.



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: DESIGN AND CONSTRUCTION OF A RAW MATERIAL FEEDING SYSTEM FOR THE ELABORATION OF FEED FOR ANIMAL FEED.

AUTHORS:

Albán Bautista Lisandro David

Tambo Vásquez Kevin Andrés

ABSTRACT

This technological project consists of the design and implementation of a system that allows the supply of raw material in the process of manufacturing balanced by using helical shafts, in order to mitigate the effects of moving components manually, since this activity demands excessive physical effort by the operator and high production time in the execution of labor activities in the "AVÍCOLA BAUTISTA" of Salcedo canton. With the installation of the raw material transport system, the operator is replaced in the process of transferring the components of the poultry feed, reducing by sixty percent the labor risk that this activity represents and reducing the period of use of the machinery, since the raw material transfer operation will be carried out by helical conveyors, which use the technology of a worm screw based on the norms specified in the manual published by the company "Martin helicoidales" which is based on the guidelines of the CEMA that establishes the characteristics of the machines according to certain materials, from which the necessary variables are obtained for the design of the supply process, such as the speed of rotation and power of the system that allows dimensioning the structures that conform the conveyors and the selection of adequate elements, obtaining as a result a set of machines that allow reducing in one hour the production time.

Keywords: helical, poultry, hopper, mechanism, rinding.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO”** presentado por: **Albán Bautista Lisandro David y Tambo Vásquez Kevin Andrés**, estudiantes de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica** perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los **peticionarios** hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 24 marzo del 2022

Atentamente,



**CENTRO
DE IDIOMAS**

Mg. Marco Paúl Beltrán Semblante

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC

CI: 0502666514

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:

Diseño y construcción de un sistema de alimentación de materia prima para la elaboración de balanceado.

Tipo de Proyecto:	Proyecto Tecnológico.
Fecha de inicio:	Octubre del 2021
Fecha de finalización:	Marzo del 2022
Lugar de ejecución:	Provincia: Cotopaxi, Cantón: Salcedo, Sector: Barrio San Antonio #2 Entidad: Avícola Bautista.
Facultad que auspicia:	Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.
Carrera que auspicia:	Ingeniería Electromecánica.
Proyecto de investigación vinculado:	Proyecto Formativo.
Equipo de Trabajo:	Tutor del proyecto Ing. Navarrete López Luis Miguel Autores Albán Bautista Lisandro David Tambo Vásquez Kevin Andrés
Área de conocimiento:	07 ingeniería, industria y construcción 071 ingeniería y profesiones afines 0715 mecánica y metalurgia.
Línea de investigación:	Procesos Industriales.

Sublíneas de investigación de la Carrera:

Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

2. INTRODUCCIÓN

En la actualidad varias granjas avícolas en el mundo buscan de manera imperiosa incrementar su producción y mejorar los procesos productivos mediante la industrialización debido al poderoso impulso de crecimiento demográfico, el aumento de poder adquisitivo y los procesos de urbanización, que representa mayor consumo de productos avícolas, es por este motivo que varias tecnologías han sido incorporadas en el desarrollo de las actividades laborales de varias industrias, es por ello que el presente proyecto trata del diseño e implementación de un sistema de transportadores de tornillos helicoidales que serán utilizados en el procesos de acarrear materia prima para la fabricación de balanceados en la “avícola Bautista” ya que los procesos eran realizados por un trabajador que transfería varios sacos que pesan 50 kg, generando excesivo esfuerzo físico que puede causar daños a la salud del trabajador, además de altos tiempos de producción , por tal motivo se pretende que mediante la implementación de los transportadores, exista una reducción considerable a los riesgos al operador , además de disminuir el periodo de uso de la maquinaria, logrando así una mayor eficiencia en el proceso de elaboración de balanceado avícola.

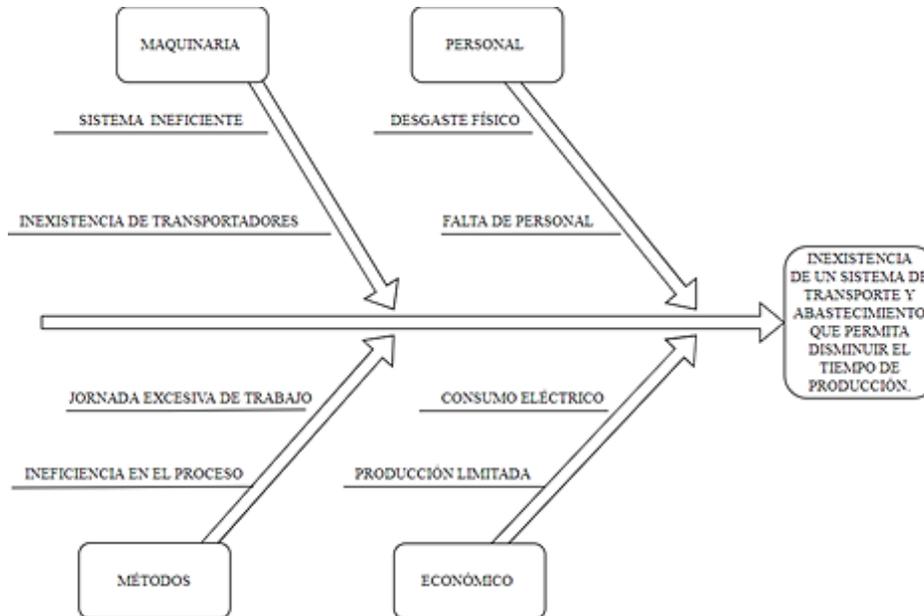
2.1 PROBLEMA

2.1.1 Situación problemática

Los productos avícolas son muy cotizados en todo el mundo, es por esta razón que la industria avícola tiene la necesidad de actualizar constantemente sus métodos de producción. En Ecuador la situación no es distinta ya que el sector agrario busca posicionarse en el mercado mejorando sus procesos productivos sin embargo las grandes empresas acaparan el comercio y distribución. Esta dificultad se ve presente incluso a nivel regional como lo es en la ciudad de Salcedo en la cual existe una gran cantidad de granjas que requieren industrializarse en especial la actividad de transporte y abastecimiento de materia prima en el sistema de fabricación de balanceado. Una de estas empresas es la “Avícola Bautista”, que dicha labor es realizada de manera manual, ya que el trabajador acarrea varios quintales hasta las máquinas de moler y mezclar, y en el caso de la moltura el trabajador tiene que subir 3 escalones para poder depositar el contenido de doce sacos de maíz en la tolva, lo cual genera una demanda excesiva de esfuerzo físico por parte del operador que produce daños a la salud, después de culminar la etapa de molido se procede a encender la mezcladora en donde se depositan nuevamente estos doce sacos de maíz y agregando otros ingredientes se completa la fórmula para realizar una tonelada

de balanceado lo cual genera un prolongado tiempo de uso de los equipos, ya que la maquinaria trabaja al ritmo del operador por lo cual existe una deficiencia productiva en el sistema.

2.1.2 Diagrama Ishikawa



2.1.3 Formulación del problema

Inexistencia de un sistema de transporte y abastecimiento de materia prima en un proceso de fabricación de balanceado que reemplace al operador en la actividad de transferir componentes y permita disminuir el tiempo de producción.

2.2 OBJETIVOS Y CAMPOS DE ACCIÓN

2.2.1 Objetivo de estudio

Sistema de transportadores para el abastecimiento de materia prima mediante el uso de tornillos helicoidales.

2.2.2 Campo de acción

Fabricación de balanceado

Campo amplio

330000 CIENCIAS TECNOLÓGICAS

Campos específicos

3313 TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICAS

Campo detallado

- 3313.07 Maquinaria para la Industria de la Alimentación
- 3313.12 Equipo y Maquinaria Industrial
- Máquinas-Herramienta y Accesorios
- 3313.15 Diseño de Máquinas
- 33.13.27 Maquinaria Industrial Especializada

2.3 BENEFICIARIOS

Los beneficiarios directos serán los propietarios de la “Avícola Bautista” y los beneficiarios indirectos serán todos aquellos que consuman los productos derivados de las actividades laborales de la Avícola.

2.4 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad para que un proceso productivo pueda posicionarse de manera adecuada en el mercado y ser competitivo, tiene que industrializarse, con la finalidad de disminuir tiempos de producción y reducir los costos, es por ello que este proyecto propone el diseño y construcción de un sistema de alimentación de materia prima que abastecerá al proceso de trituración y mezcla, con la finalidad de transformar la metodología de producción que actualmente es manual por una semiautomática, que traerá como beneficios la reducción del periodo de funcionamiento de las máquinas, que a su vez disminuye el uso de energía eléctrica, además se reduce el esfuerzo físico realizado por los trabajadores, todos estos beneficios mencionados, permitirá que la avícola Bautista se posicione de manera sustentada en el mercado, ya que puede generar mayor cantidad de balanceado, en menos tiempo y con menos uso de recursos.

2.5 HIPÓTESIS

Mediante el diseño e implementación de un sistema de abastecimiento de materia prima en el proceso de fabricación de balanceado se pretende lograr la reducción en el consumo de energía y mano de obra además de reducir el tiempo de producción.

2.6 OBJETIVOS

2.6.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema de transporte de materia prima mediante el uso de tecnología de transportadores de tornillos sin fin, para mejorar la producción en el proceso de elaboración de balanceado en la “Avícola Bautista”.

2.6.2 Objetivos específicos

- Diseñar las piezas que conformarán el sistema de transporte de materia prima basándose en normativas técnicas para el correcto dimensionamiento de la estructura.
- Dimensionar los equipos eléctricos mediante cálculos para una selección adecuada de los materiales que se utilizarán.
- Implementar el sistema de alimentación de materia prima, ensamblando los componentes del proceso para que el área de producción de balanceado entre en funcionamiento.
- Verificar los resultados de la instalación del sistema de alimentación y transporte de materia prima mediante distintos análisis para saber si en sistema fue implementado correctamente.

2.7 SISTEMA DE TAREAS

En la tabla 2.1, se detallan las tareas que se realizarán en el proyecto tecnológico en relación a los objetivos planteados con su respectiva descripción además de los resultados que se esperan de las actividades planteadas.

Figura 2.1. Descripción de actividades

OBJETIVO	ACTIVIDADES	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Diseñar las piezas que conformarán el sistema de transporte de materia prima con la ayuda de un software para el correcto dimensionamiento de la estructura.	Crear planos y diagramas de las diferentes piezas que integrarán el sistema de abastecimiento de materia prima.	Visualización y simulación previa de las piezas que conforman la estructura del sistema.	Se generan gráficos en 3D que representan cómo se vería la pieza cuando esta ya sea fabricada.
Dimensionar los equipos eléctricos mediante cálculos para una selección adecuada de los materiales que se utilizaran.	Realizar cálculos y selección de equipos eléctricos que se utilizaran en el sistema.	Selección adecuada de equipos eléctricos para que el sistema funcione de manera correcta.	Los cálculos realizados permiten un correcto dimensionamiento de los equipos eléctricos.

Tabla 2.2. Continuación de la descripción de actividades

OBJETIVO	ACTIVIDADES	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Implementar el sistema de alimentación de materia prima, ensamblando los componentes del proceso para que el área de producción de balanceado entre en funcionamiento.	Instalación de la estructura y elementos del sistema de alimentación de materia prima en el proceso de fabricación de balanceado.	Un proceso de fabricación de balanceado autónomo y eficiente.	Instalar el sistema de alimentación de materia prima en las máquinas que realiza la trituración y mezcla del balanceado.
Verificar los resultados de la instalación del sistema de alimentación y transporte de materia prima mediante distintos análisis para saber si en sistema fue implementado correctamente.	Realizar pruebas de funcionamiento del sistema comprobando que cumpla adecuadamente su función y generar un análisis de los resultados del proceso, posterior a la implementación del sistema.	Datos que demuestran la reducción del tiempo de producción, además del mejoramiento de la eficiencia energética.	Obtener y analizar los datos de los resultados obtenidos del análisis del proceso después de la implementación del sistema de alimentación de materia prima.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

3.1 ANTECEDENTES

La falencia que tienen varios procesos productivos actualmente es, que desean mejorar o incrementar su producción, sin tomar en cuenta el factor de industrialización ya que se considera erróneamente que es muy costoso y complicado implementar tecnologías que mejoren la eficiencia de sus actividades y entre estas industrias están las avícolas, que constan de varios procesos que pueden ser remplazados por sistemas industriales.

Es por ello que contemplando la problemática presente en la “Avícola Bautista”, que es la inexistencia de un sistema que permita trasladar materia prima y abastecer de la misma a las máquinas que realizan el proceso, se implementa como solución transportadores que se basan en la tecnología de tornillos sin fin helicoidales que permiten incrementar la eficiencia en el proceso de fabricación de balanceados.

Los transportadores helicoidal es una de las máquinas más importantes en cualquier actividad en la que exista la necesidad de transportar grandes cantidades de productos y en todo tipo de actividades que manipulen granulados, esta útil máquina se basa en el funcionamiento del tornillo sin fin.

Según Freire Mesías en su proyecto “Sistema móvil de transportación de materia prima mediante el mecanismo de tornillo sin fin en la planta de balanceados de la estación experimental Tunshi”, realizado en Ecuador- Riobamba con el fin de reducir los riesgos laborales y el tiempo de producción elaboraron e implementaron un sistema de transporte de materia prima mediante un tornillo sin fin con la finalidad de mitigar los efectos que produce subir sacos de materia prima que pesan 45 kg aproximadamente, a la tolva del molino de granos, y a la mezcladora que se encuentran a 1.60 y 2 m de altura respectivamente, lo cual debe hacerlo de forma manual, para la elaboración de balanceados; tomando en cuenta que no lo pueden realizar en menores cantidades porque tomaría más tiempo y la producción se reduciría. [1]

Según Osorio Diego en su proyecto “Estudio, Puesta en marcha y Proposición de Ensayos para un Transportador de Tornillo de Laboratorio” Los procesos de manipulación de sólidos a granel son muy importantes en la industria de productos agrícolas. En este campo son ampliamente utilizados los transportadores helicoidales, tanto para el desplazamiento como para la dosificación de estos materiales. [2]

Según Bachzea Anthony en su proyecto “Propuesta de un sistema de transporte helicoidal para uva tipo móvil con una capacidad de 1 ton/hr” expresa que la fabricación de los transportadores helicoidales es un proceso industrial que se hace conforme a las necesidades del proceso como lo es la cantidad de materia que se pretende acarrear, la velocidad de transporte además de otros factores que intervienen en el proceso productivo al cual se pretende implementar esta tecnología. [3]

3.2 TIPOS DE PROCESOS

Los procesos productivos se clasifican de acuerdo al grado o nivel de automatización los cuales son los siguientes.

3.2.1 Manuales

Estos sistemas se caracterizan por la intervención directa de uno o varios operadores encargados de accionar maquinaria o regular el comportamiento de un sistema.

3.2.2 Semiautomáticos

Las operaciones manuales realizadas por el personal son apoyadas por tecnologías electromecánicas. Elementos tanto mecánicos como eléctricos que funcionan en conjunto para lograr un objetivo, sin embargo estos instrumentos no pueden desarrollar la actividad de manera automática por lo cual es necesario que ciertas actividades sean desarrolladas por un operador que complementa el proceso. [4]

3.2.3 Automáticos:

Estos sistemas son capaces de actuar de forma autónoma, en base a especificaciones de comportamiento del sistema, con supresión total o parcial de la intervención humana. Se ejecutan a través de secuencias y tiempos determinados por un PLC o un computador que ha sido programado para controlar el proceso. [5]

3.3 DE ACUERDO A LA NATURALEZA DEL FLUJO PRODUCTIVO

3.3.1 Proceso unidad por unidad

El flujo de producción es un proceso recurrente y genera un producto de forma permanente cada cierto margen de tiempo. Estos se ajustan a diferentes ritmos de producción que permiten ejecutar tareas que sean encomendadas por la unidad de control, cuando es aplicado este tipo de proceso en industrias en su departamento de producción es normas que excitan tareas automatizadas.

3.3.2 Procesos por lotes

En cierto rango de tiempo se produce un lote de productos. Entre cada lote generado hay un periodo improductivo ya sea por manipulación o reajuste y mantenimiento.

3.3.3 Procesos a velocidad constante

Este proceso es controlado de manera automática ya que es constante en el tiempo y con una velocidad fija. [6]

3.4 TIPOS DE MAQUINARIA UTILIZADA EN LA FABRICACIÓN

3.4.1 Motor AC

Los motores AC necesitan corriente alterna que se adquiere de la red de distribución de energía eléctrica. Con la finalidad de monitorear la velocidad de los motores se debe cambiar la frecuencia de operación de voltaje. En los sistemas de control se usan variadores de frecuencia por lo cual se incrementa el valor de implementación.

3.5 Molino de martillos

El mecanismo que emplea son golpes generados de una serie de martillos rotativos que se unen a un eje e impactan repetidas veces para desintegrar la materia, por último el material atraviesa una criba perforada con dimensiones específicas de acuerdo a la granulometría.

3.5.1 Mezcladora vertical

La rotación de la hélice genera cuatro flujos cruzados, los tres primeros forzados y otro por gravedad, formando un flujo elevado del producto en la parte externa y adyacente de la zona de mezcla y otro descendiente en el eje por el resultado de la fuerza de gravedad.

3.5.2 Tornillo transportador helicoidal

Los transportadores helicoidales son fundamentalmente un tornillo centrado colocado internamente en un contenedor largo obedeciendo las necesidades del proceso. El tornillo gira sobre su eje, y de acuerdo a forma, va trasladando la materia hacia la salida de descarga.

3.5.3 Tolva

Es un depósito de diferentes formas y tamaños, el cual tiene en su base una hendidura considerablemente más pequeña que la abertura de la parte superior que sirve como punto de salida del material depositado. La tolva es altamente implementada en procesos que necesitan almacenar sustancias granuladas. [7]

3.6 SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN

3.6.1 Sistema de transporte mediante el mecanismo de tornillo sin fin.

Este transportador está diseñado para ejecutar el envío de material mediante una hélice fundada en el principio de Arquímedes. Poseen la facultad de operar en distintos ángulos, con la condición de que sea adecuado para tal fin.

Diseñados para trasladar todo tipo de material como por ejemplo restos orgánicos en el proceso de tratamiento de agua, acarreo de materiales sólidos en diversas industrias y aplicaciones de toda índole, son dispositivos que se adaptan a las necesidades: tipo de material transferir, inclinación, caudal a transferir, velocidad de translación del material, etc. Según la aplicación que le concedamos dar estos se elaboran de diferentes formas y materiales, estructurando su geometría.

Tienen infinitas combinaciones con lo que le da la habilidad de adaptarse a cualquier clase de sistema, logrando ajustar la posición de la tolva de carga, hendidura de salida, conjunto de accionamiento y perspectiva de trabajo.

3.6.2 Transportadores helicoidales inclinados

Demandan elevada potencia y tienen inferior capacidad que los transportadores helicoidales tendidos. El aumento en la potencia y la disminución en la capacidad están directamente relacionados con el ángulo de inclinación y de las peculiaridades del material a transportar.

Los transportadores inclinados funcionan con mayor eficacia, si las cubiertas son de forma tubular o el diseño implica rodamientos para los ejes y el menor número de colgantes intermedios. Si es posible deben utilizar velocidades relativamente elevadas para impedir que el material se vuelva. [8]

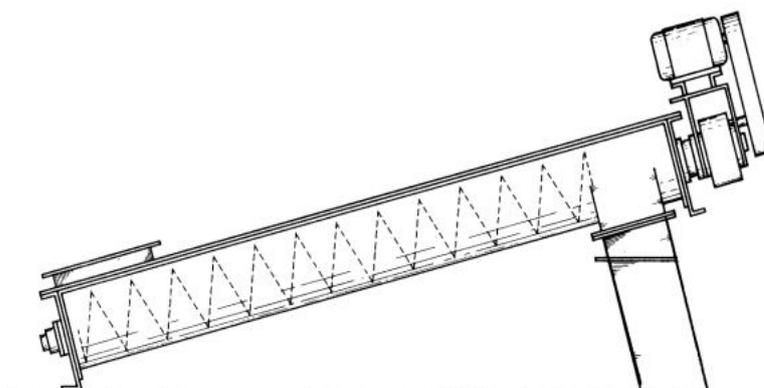


Figura 3.1. Transportador helicoidal inclinado. [8]

3.6.3 Transportadores helicoidales verticales

Los transportadores verticales Suministran un procedimiento eficiente para elevar materia a puntos altos que pueden ser operados en los transportadores helicoidales horizontales. Estos transportadores deben ser alimentados constantemente para impedir atascamientos, por normativa general, su diseño contiene un suministro helicoidal integrado. De igual forma que los transportadores horizontales, los transportadores helicoidales verticales se fabrican con accesorios y características especiales, incluyendo componentes en acero inoxidable y en otras aleaciones que se calculan en referencia al material a transportar. [9]

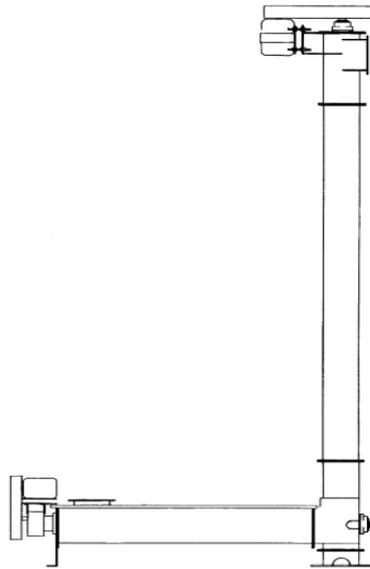


Figura 3.2. Transportador helicoidal vertical. [9]

3.7 SISTEMA DE MOLIDO

El molino de martillos es el más implementado en sistemas de alimentación pequeños, ya que pueden ser instalados con una inversión inicial baja, esta máquina es fácil de operar y no requiere de mantenimiento constante.

Como lo indica su nombre, esta clase de molino funciona con martillos metálicos que giran a una velocidad elevada para fragmentar la materia, el volumen de la partícula molida depende de la criba que clasifica el producto molido. Existen diferentes tipos de martillos que se incorporan en función al tipo de material que se desea moler. Las cribas también son de distintos diámetros con la finalidad de obtener partículas de tamaño deseados. Es imprescindible tomar en cuenta la longitud entre el martillo y la criba, en especial si desea obtener una molienda gruesa.

Los diseñadores han mostrado una atención específica en el radio de la grieta de la criba y los caballos de fuerza (HP) del molino, ya que una inadecuada área de abertura puede resultar en la generación de calor lo cual puede restringir la capacidad en más del 50%. No obstante, esta clase de molinos tiene algunas deficiencias, tales como elevado consumo de energía, mayor esparcimiento de polvo y producción de ruido y requieren de mantenimiento periódico ya que la extracción de materia no es completa. [10]



Figura 3.3. Molino de martillos utilizado en la "Avícola Bautista"

3.8 SISTEMA DE MEZCLADO

Puede estar fabricado con uno o dos helicoidales verticales, los cuales alzan los elementos y éstos se revuelven por entrecruzamiento al descender. La descarga se realiza por lo general en la parte lateral, lo cual no admite una descarga completa y demanda ser limpiada continuamente, no obstante se fabrican algunos modelos con descarga en la parte inferior. La mezcladora vertical es la más implementada en sistema de fabricación de partículas pequeñas y granjas donde elaboran balanceado para mantener sus procesos; ya que puede ser instalada con una inversión baja, no requieren de excesivo mantenimiento y admiten mezclar pequeñas cantidades de materia, sin embargo, el periodo de mezclado es alto, entre 15-20 minutos y la aditamento de líquidos tales como melaza, aceite y pre mezclas es restringido, por lo general el líquido que es admitido es del 5 al 8 % máximo y tomando en cuenta que la eficiencia será baja. [11]



Figura 3.4. Mezcladora utilizada en la “Avícola Bautista”

3.9 SISTEMAS DE TOLVAS

3.9.1 Tolvas de Almacenamiento

Tolva es el dispositivo que tiene una forma parecida a la de un embudo de un tamaño excesivo que cumple con la función de almacenaje y canalización de materia granulada o pulverizada. En algunas ocasiones, pueden ser instaladas sobre un chasis que permite su fácil transporte.

3.9.2 Tipos de Tolvas de acuerdo a las características del Flujo de materiales

Las definiciones más trascendentes de las peculiaridades de flujo en un contenedor de almacenamiento son dos y la primera es el flujo de masa, que se refiere a cuando todos los materiales en el depósito se trasladan cuando se extrae una parte, y la segunda es el flujo de embudo, que se causa cuando filtra solo una porción de materia (por lo general en un canal en la parte central del sistema) cuando se retira algún porcentaje de material. [12]

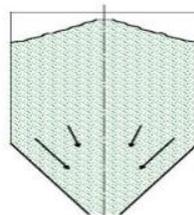


Figura 3.5. Tolva de flujo de materiales [12]

Los contenedores de flujo de masa son los más solicitados para los procesos que requieren almacenamiento ya que su característica principal es permitir el flujo cuando se abre una compuerta.

3.9.3 Tolva de almacenamiento de embudo

En contenedor de flujo de embudo es capaz de tener flujo o no, pero es muy probable que se pueda lograr que fluya de alguna forma. Aunque es claro que sería mejor utilizar un depósito de flujo de masa a otro de flujo de embudo, es necesario validar la inversión adicional que representa este tipo de almacenamiento. Con regularidad esto se realiza mediante la disminución de los costos operacionales, sin embargo cuando el lugar de instalación es limitado es imprescindible hacer una buena elección, como emplear un diseño adecuado de la tolva o quizás implementar un alimentador. [12]



Figura 3.6. Tolva de almacenamiento de Embudo

3.10 SOBRESFUERZO FÍSICO

Son los esfuerzos físicos que se ejecutan por encima de lo normal que una persona pueda ampliar en una labor específica. Las patologías procedentes del excesivo esfuerzo físico son la principal causa de enfermedad en el ámbito profesional. Los sobreesfuerzos representan al menos el 30 % de la siniestralidad laboral de clase leve y se incrementa al 85% en las patologías que padecen los profesionales. Para impedir las perturbaciones músculo esquelético en las que procede el sobreesfuerzo, es indispensable examinar los riesgos laborales de las circunstancias de trabajo, la valoración de estos peligros laborales, el cuidado de la salud y la prevención de la extenuación. El ambiente de trabajo se ve gravemente perturbado cuando se solicitan realizar esfuerzos físicos elevados de los márgenes de actividad normal. También del 48 % el esfuerzo físico debe ser tomado como elementos perturbadores del sobre esfuerzo físico, intelectual, visual, sensorial y emocional. Para valorar el esfuerzo físico hay que resaltar la naturaleza del esfuerzo, y las posturas que se acogen en el lugar de trabajo, estar sentado o de pie, y el periodo de exposición a posiciones incómodas. [13]

3.10.1 Malas posturas

Son los movimientos que el ser humano realiza, como caminar, sentarse, trabajar, inclusive dormir; pueden afectar en la salud si no son efectuadas de manera natural y hechas con los requerimientos de desempeño y funcionalidad para los cuales está diseñado en cuerpo. Una postura corpórea inconveniente, es aquella que requiere un esfuerzo extenuante, que induce una inestabilidad en la relación que guardan entre ellas, las distintas partes del cuerpo: causando agotamiento en los casos menores y lesiones óseas musculares en ocasiones inalterables, en los más peligrosos. Según estadísticas de la organización mundial de la salud (OMS), en Latinoamérica 8 de cada 10 personas han sufrido algún tipo de lesión en la columna en algún punto de su vida. No obstante estas cifras no disminuyen, sino más bien están aumentando. [14]

3.11 DEFINICIÓN DE EVALUACIÓN FINANCIERA

Es la unión de instrucciones a través de las cuales se pretende declarar los resultados financieros, desfavorables o favorables, que se podrán conseguir al iniciar un proyecto que se desea desarrollar.

3.12 FUNCIONES DE EVALUACIÓN FINANCIERA

Cuando un proyecto se evalúa desde el aspecto financiero, los parámetros de ingresos y salidas se hacen en función de las sumas de dinero que el inversor toma. En este parámetro, se analiza preferentemente la microeconómica en el cual, los costos del mercado se manejan para ponderar las exigencias y los resultados del proyecto. La valoración financiera cumple con tres funciones básicas: [15]

- a) Establecer la factibilidad de todos los costos que logren ser ingresados pertinentemente.
- b) Calcula el porcentaje de rentabilidad de la inversión.
- c) Genera los datos necesarios para efectuar un cotejo del proyecto con otras ocasiones de inversión.

3.13 PROYECTOS DE INVERSIÓN

Un proyecto tiene que ser innovador e involucrar un conjunto de antecedentes ordenados, análisis y planificaciones relacionadas una con la otra, que demanda una decisión acerca del uso de recursos, que pretenden lograr objetivos específicos, realizado en un periodo definido, en un área geográfica limitada y para un conjunto de favorecidos, logrando solucionar problemas, satisfaciendo una insuficiencia y de esta manera favorecer a las metas para el progreso de un país.

El objetivo principal al realizar una inversión es tomar elementos de juicio que aprueben tomar decisiones fundadas, con relación a la concesión de los recursos aprovechables, lo cual representa que estos deben repartirse a las actividades en que provoque la mejor correlación entre beneficios y costos para la individuo o entidad que toma las providencias de retribución del capital. [16]

3.14 ESTUDIO TÉCNICO

El estudio técnico propone analizar las distintas iniciativas tecnológicas para lograr los servicios que se necesitan; a la vez, comprueba la perspectiva técnica de cada uno de los puntos especificados. Mediante el análisis se logra obtener la maquinaria, equipos, materia prima y las implementaciones necesarias para el proyecto, por ende, los costos que representa realizar la inversión, así como el capital de trabajo necesario. El estudio técnico permite lograr los siguientes objetivos:

- Analizar las distintas elecciones tecnológicas para generar el producto o servicio.
- Verificar que cada propuesta tecnológica tenga factibilidad técnica.
- Identificar las máquinas e implementaciones necesarias para el desarrollo del proyecto.
- Aprender el capital de trabajo inicial, los costos de operación, y el costo de inversión necesario para iniciar el proyecto.

3.14.1 La ingeniería dentro de un proyecto

Las obligaciones primordiales de la ingeniería son las de coordinar y planificar. Sobre el conglomerado de acciones a realizar para que la labor sea ejecutada y puesta en marcha correctamente y en la fecha establecida. Para lo cual, el ingeniero a cargo de los proyectos a efectuar una inspección del trabajo que se está realizando.

El área de ingeniería deberá ocuparse de aspectos concernientes con la seguridad laboral y la prevención de riesgos. Para ello, la persona a cargo deberá identificar y prevenir riesgos para la salud de los trabajadores. Estos riesgos deberán ser erradicados lo más rápido que se pueda, eliminados en todo lo posible, el ingeniero debe motivar todos los aspectos concernientes con la salud del trabajador y la prevención de accidentes entre los operarios. [17]

3.14.2 Valor actual neto (VAN)

Es uno de los factores financieros que sirve para determinar la rentabilidad y la viabilidad de la inversión para un proyecto, más utilizada. Se establece mediante la obtención de los flujos de

gastos e ingresos futuros del proyecto actualizados, salvo la inversión inaugural. Si la consecuencia de esta operación es positiva, es decir, el proyecto será viable si refleja ganancias.

$$VAN = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_o + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n} \quad (3.1)$$

DONDE:

F_t = Flujo neto de beneficio

I_o = inversión inicial del proyecto

n = cantidad de períodos

k = constante de deducción

- Sí el valor derivado es cero (0), se determina que la implantación del proyecto no generará ganancias ni pérdidas. **VAN = 0.**
- Sí el valor derivado es mayor a cero (0) se toma como rentable. **VAN > 0.**
- Sí el valor derivado es menor a cero (0) se considera el proyecto no viable. **VAN < 0.**

3.14.3 Tasa interna de retorno (TIR)

Es el método de valoración de propósitos de inversión más recomendable. Es utilizada continuamente para examinar la viabilidad de un proyecto y establecer la tasa de rentabilidad o beneficio que se puede lograr de dicha inversión. Apretadamente ligado al VAN, el TIR igualmente es determinado como el valor de la tasa de deducción que iguala el VAN a cero, para lograr un proyecto de inversión. Su resultado se expresa en valor porcentual.

$$0 = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_o + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n} \quad (3.2)$$

3.14.4 Mediante la Fórmula (Método de Interpolación)

Este método admite dos productos netos actuales, uno negativo y otro positivo dentro de este margen se interpola el valor del TIR, resultado de emplear dos tasas de actualización. Tomando en cuenta el rango entre los porcentajes que generan el VAN positivo y negativo no sea mayor al 5%.

3.14.5 Diferencias

VAN y TIR son dos factores de valor muy utilizados para establecer qué tan factible es invertir en un nuevo proyecto. No obstante, presentan evidentes diferencias la una con la otra. En inicio su mayor discrepancia radica en que el VAN calcula la rentabilidad de la inversión y expresa los resultados en valores de unidad monetaria, el TIR analiza la misma rentabilidad, pero expresa los resultados en forma de porcentaje.

Otra diferencia significativa, es que el VAN toma en cuenta el término de los flujos de caja, priorizando a los más cercanos para evitar exponer la inversión, mientras que la TIR evita eso. La TIR no pretende reinvertir los flujos de caja cada cierto periodo. El VAN nos consiente cotejar entre diferentes proyectos para establecer cuál es la mejor inversión. La TIR expresa a qué tasa y en qué tiempo la inversión será recuperada por la empresa.

3.14.6 Método probabilístico

Este método para efectuar la evaluación financiera, también toma como base las estimaciones realizadas, pero se considera que puede existir un cierto grado de incertidumbre acerca de que las situaciones se presenten tal y como se estimaron. [18]

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL TRABAJADOR EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BALANCEADO.

Especificar las actividades que realiza el trabajador en el proceso de elaboración de balanceado permite determinar si efectivamente el proyecto propuesto mitiga la carga laboral en la persona que efectúa las tareas que se especifican en la figura 4.1.

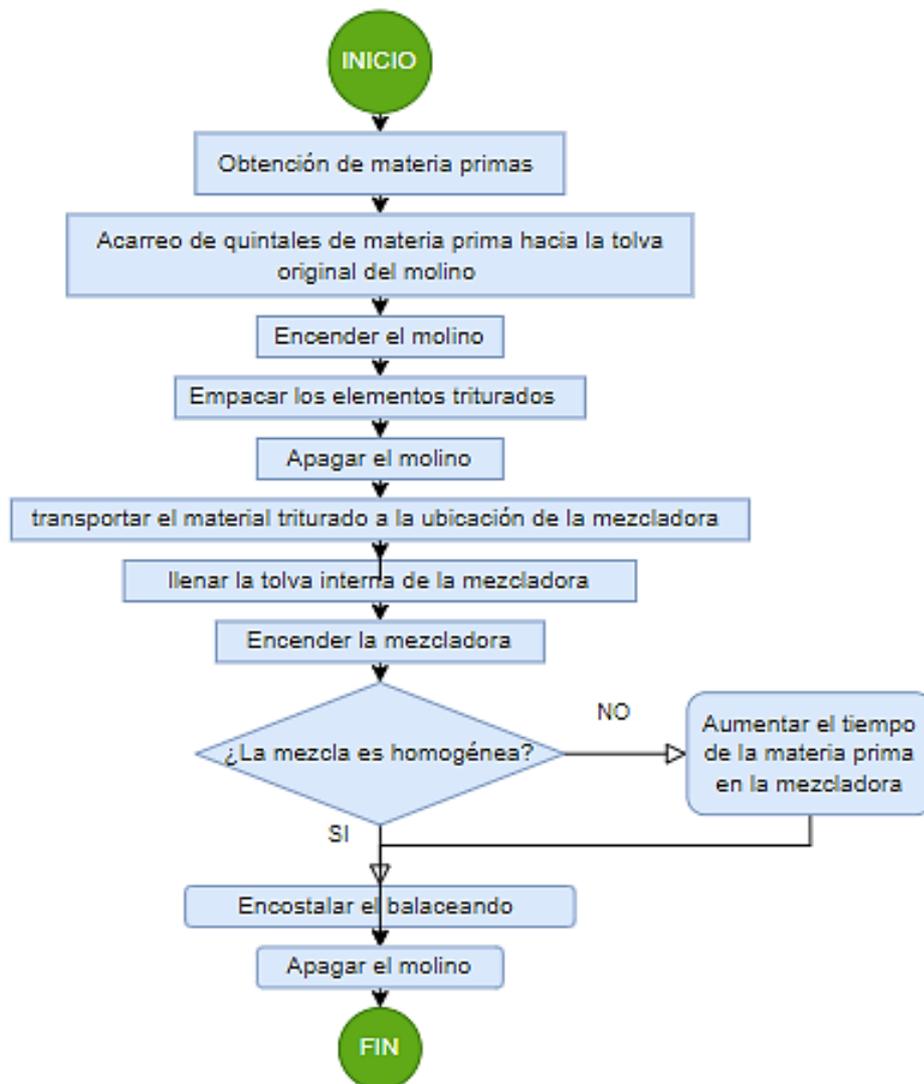


Figura 4.1. Actividades que desempeña el trabajador en el proceso de elaboración de balanceado.

En el caso del trabajador de la Avícola Bautista la actividad que mayor demanda de esfuerzo físico realiza es la de acarrear material a las diferentes máquinas que intervienen en el proceso es por ello que este proyecto se basa en la implementación de transportadores helicoidales.

4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y MÁQUINAS QUE INTERVIENEN EN EL SISTEMA

En el proceso de elaboración de balanceado intervienen subprocesos, que después de concluir su periodo de funcionamiento nos dan como resultado el balanceado avícola, a continuación se describe cada uno de estos procesos y los equipos que intervienen en ellos.

4.2.1 Primer subproceso (Molturar)

En este proceso se muele la materia prima en el molino de martillo, utilizando el siguiente proceso y periodo que se especifica en la tabla 4.1.

Tabla 4.1. Descripción del proceso de moltura con sus respectivos tiempos

Actividad	Tiempo(min)
Acarrear y alimentar de material prima la tolva original del molino	25
Tiempo de moltura	25
Encostalar el maíz molido	15
Total	65

4.2.2 Segundo subproceso (Mezcla)

En este proceso se realiza la mezcla de todos los componentes que conforman el balanceado, esto se logra mediante el proceso y periodo que se especifica en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2. Descripción del proceso de mezcla con sus respectivos tiempos.

Actividad	Tiempo(min)
Llenar la mezcladora con 13 quintales de maíz molido	20
Agregar 6 quintales de soya	10
Insertar 2 quintales de afrecho en la mezcladora	3
Colocar 2 quintales de carbonato de calcio en la mezcladora	4
Colocar 1 quintal de arrocillo en la mezcladora	2
Agregar 8 kg de aceite de palma en la mezcladora	1
Agregar 11 kg de carbonato de fosfato en la mezcladora	1
Adicionar 1 kg de núcleo de postura de aves en la mezcladora	1
Colocar 1 lb de Coline en la mezcladora	1
Adicionar 11 gr de pingementa en la mezcla	1
Tiempo de funcionamiento de la mezcladora	20
Encostalado de balanceado	26
Total	90

El desarrollo de las actividades transcurre en un periodo de 1 hora con 30 minutos y se puede destacar que la actividad que más tiempo consume son en las que el operador tiene que transportar material y por ende tiene que ser la labor que mayor esfuerzo físico demanda, por tal motivo es que es importante la implementación de un sistema de transporte de materia.

4.3 DESIGNACIÓN DE LA POSICIÓN DE LAS MÁQUINAS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE BALANCEADO.

Antes de realizar el dimensionamiento de los transportadores es indispensable especificar la posición que ocuparan los equipos que componen el proceso, ya que con ello se puede determinar las distancias de los tornillos helicoidales, el ángulo al que serán ubicados y el mejor lugar para las tolvas con el propósito de que la materia prima pueda ser depositada con facilidad.

Después de analizar y determinar la mejor ubicación para la maquinaria, se estableció la disposición como se muestra en la figura 4.2.

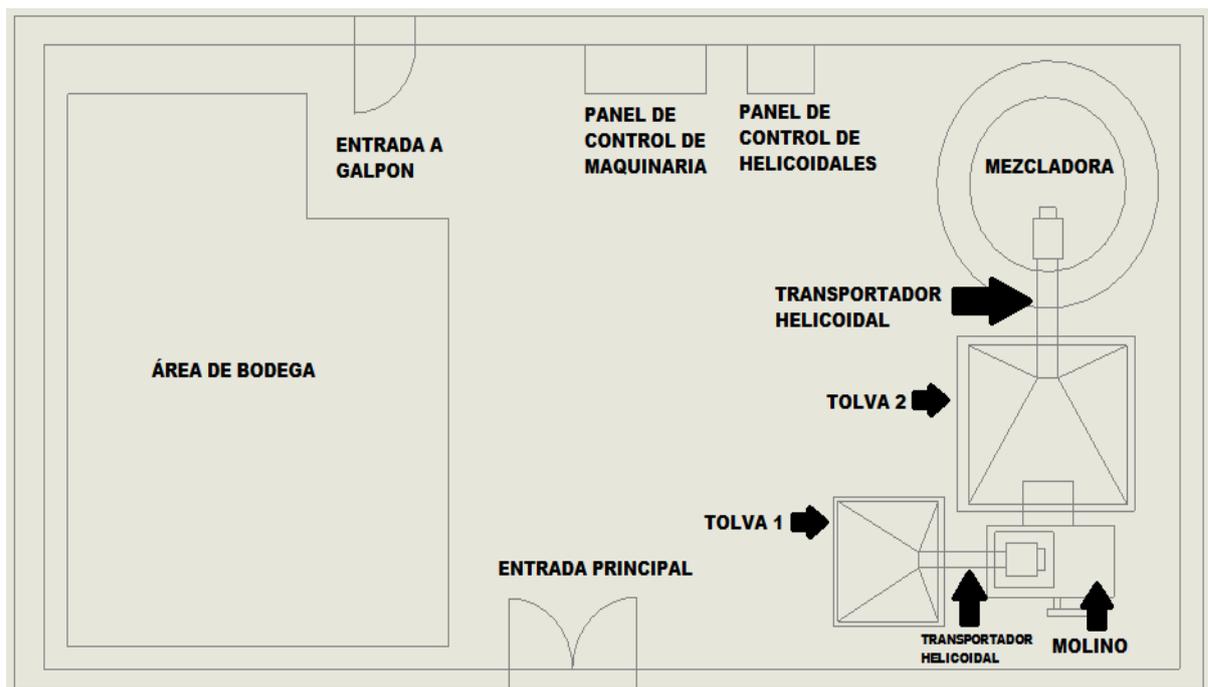


Figura 4.2. Posición de las máquinas que intervienen en la propuesta tecnológica.

4.4 LONGITUD DE LOS TRANSPORTADORES

Aplicando trigonometría de acuerdo a las distancias que se muestran en la Figura 4.3, se determina el ángulo y la longitud del transportador.

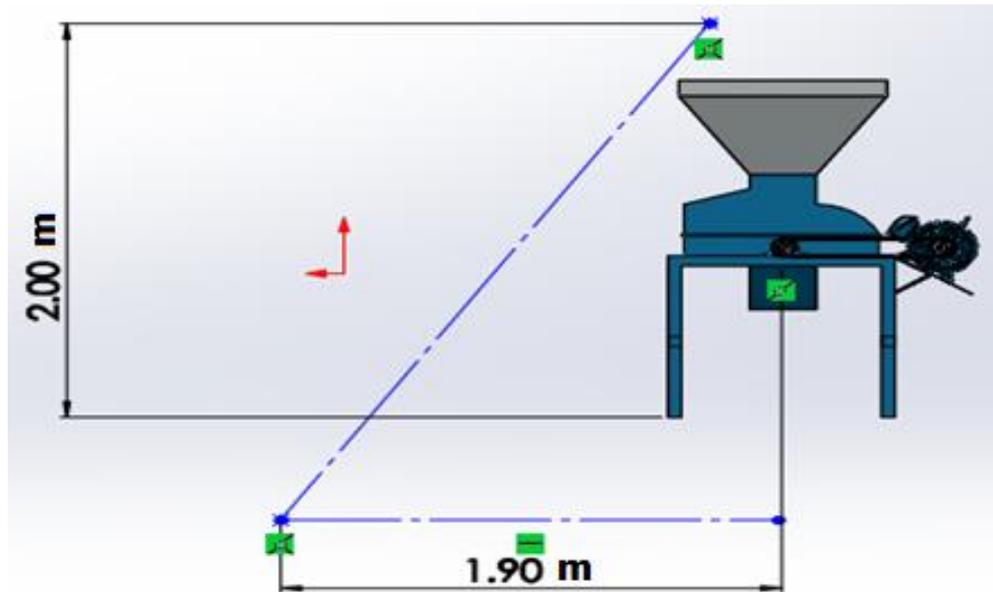


Figura 4.3. Distancias del punto de donde se desea transportar el material.

Una vez aplicado el cálculo trigonométrico se obtiene la longitud del transportador 1 y el ángulo al que debe ser instalado, estos valores se expresan en la Figura 4.4.

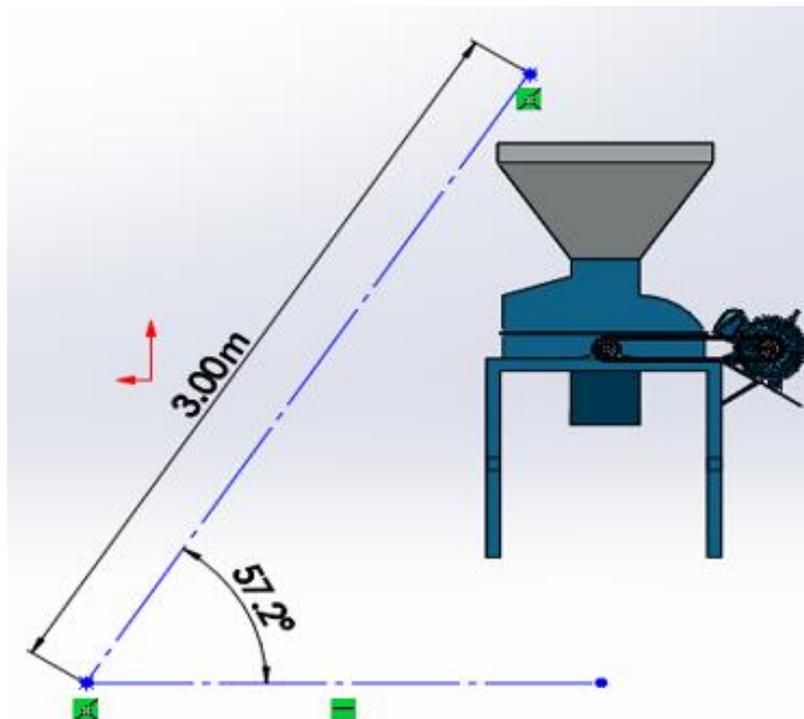


Figura 4.4. Distancia y ángulo del transportador helicoidal 1.

Para determinar la longitud y ángulo de instalación del transportador helicoidal 2, se realiza el mismo análisis trigonométrico que se realizó para el primer transportador, con los valores especificados en la Figura 4.5.

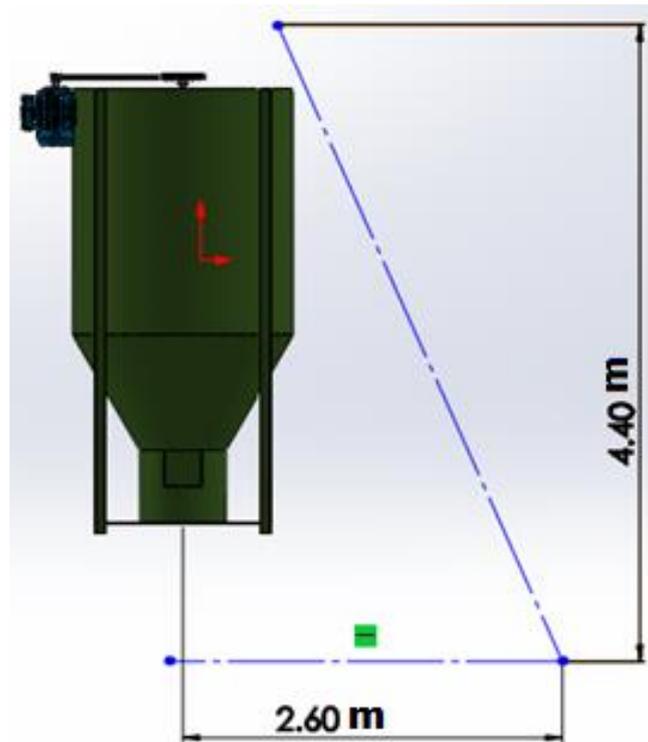


Figura 4.5. Longitudes desde el punto de donde se transporta materia prima.

Una vez aplicado el cálculo trigonométrico se obtiene la longitud del transportador 2 y el ángulo al que debe ser instalado, estos valores se expresan en la Figura 4.6.

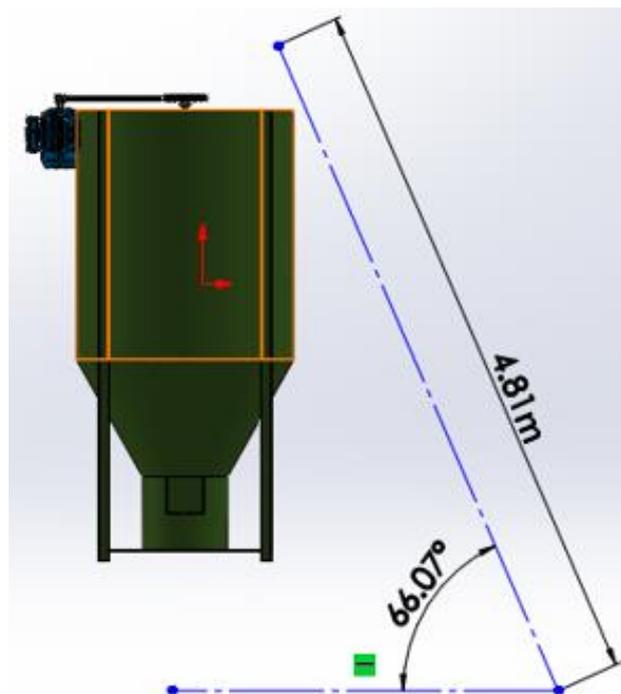


Figura 4.6. Longitud y ángulo de instalación del transportador helicoidal 2.

Los valores previamente calculados mediante análisis trigonométrico, sirven como base para el diseño de los transportadores helicoidales es por ello que se destacan estos datos en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Datos de instalación de transportadores helicoidales.

Transportador	Longitud de helicoidal (m)	Ángulo de instalación
Transportador 1	3.00	57.2
Transportador 2	4.80	66.0

4.5 DISEÑO DE TOLVAS

4.5.1 Tolva 1

Para realizar el diseño de la tolva es imprescindible saber cuál es su estructura y cómo está formada por lo cual se identifican los siguientes aspectos.

- Densidad aparente del material
- Capacidad de almacenamiento
- Inclinación de la tolva
- Ángulo del reposo del material
- Factor de espacios vacíos
- Material de construcción de la tolva [19]

4.5.2 Densidad aparente del material

Este dato está expresado en las tablas de características de los materiales característicos para la construcción de estructuras expuestas en el manual de la empresa Martin que sustenta esta información con el CEMA (Conveyor Equipment Manufacture Association) que publica anualmente una tabla actualizada de estos materiales, como se muestra en la Tabla 4.4. [20]

El material que interviene en este proceso es el maíz, por ende el valor de la densidad aparente del material es de 17 lb/ft³ el cual se lo transforma a unidades de medida del sistema internacional de lo cual se obtiene 0.3 ton/m³. esta variables es la define como la masa de muchas partículas del material dividida por el volumen total que ocupan. Es una propiedad de los polvos, gránulos y otros sólidos "divididos", especialmente utilizados en referencia a componentes minerales (tierra, grava), sustancias químicas, ingredientes, alimentos o cualquier otra masa de material corpuscular o particulado.

Tabla 4.4. Características de los materiales. [20]

Material	Densidad (lb/ft ³)	Código de material	Sección de rodamiento intermedio	Serie de componentes	Factor de material	Carga de Artesa
Almendra entera	29-30	C1/2-35Q	H	2	0.9	30A
Arcilla cerámica, seca, fina	60-80	A100-35P	L-S-B	1	1.5	30A
Arroz en bruto	32-36	C1/2-35Q	L-S-B	1	0.6	31A
Aserrín, seco	oct-13	B6-45UX	L-S-B	1	1.4	15
Arena, húmeda	110-130	B6-47	H	3	2.8	15
Azúcar, ref. granulada seca	50-55	B6-35PU	S	1	1.0-1.2	30A
Carbón de madera, molido	19-28	A100-45	H	2	1.2	30A
Cemento, Mortero	133	B6-35Q	H	2	1.4	30B
Girasol, semilla	19-38	C1/2-15	L-S-B	1	0.5	45
Gluten, harina	40	B6-35PU	L-S	1	0.6	30A
Granos de cerveza, mojado	55-60	C1/2-45T	L-S	2	0.8	30A
Leche, en polvo	20-45	B6-25PM	S	1	0.5	45
Madera, Viruta	ago-16	E-45VY	L-S	2	1.5	30A
Maíz (olote, molido)	17	C1/2-25Y	L-S-B	1	0.6	45
Piedra Caliza, polvo	55-95	A40-46MY	H	2	1.6-2.0	30B
Sal, seca, fina	70-80	B6-36TU	H	3	1.7	30B
Soya, integral	45-50	C1/2-26NW	H	2	1	30B
Tabaco en polvo	50-60	A200-36	H	2	0.8	30B

4.5.3 Capacidad de almacenamiento

La capacidad de almacenamiento se determina de acuerdo a la cantidad de material que será depositado en la tolva, en este caso será un quintal y medio de maíz que equivalen a 75 kg y que para fines de cálculo se lo transforma a toneladas de lo cual se obtiene **0.075 Ton.**

4.5.3.1 Volumen útil

Para este cálculo se utilizan los valores obtenidos previamente de la capacidad de almacenamiento y densidad aparente ya que el volumen útil es el mínimo necesario para que la tolva funcione adecuadamente y se lo calcula mediante la Ecuación (4.1).

$$V_{material} = \frac{\text{capacidad de almacenamiento}}{\text{Densidad aparente}} [m^3] \quad (4.1)$$

En ecuación (4.1) se reemplaza el valor de la capacidad de almacenamiento por el valor encontrado previamente en la tabla de características de los materiales.

$$V_{material} = \frac{0.075 [Ton]}{0.3 \left[\frac{Ton}{m^3} \right]}$$

$$V_{material} = 0.25 [m^3]$$

4.5.3.2 Volumen total de la tolva

Para calcular el volumen total de la tolva se utiliza una constante que considera un exceso para solventar posibles derramamientos por movimientos al momento de la carga y descarga de material en la tolva, y se calcula con la Ecuación (4.2)

$$V_{tolva} = \frac{V_{material}}{0.9} [m^3] \quad (4.2)$$

$$V_{tolva} = \frac{0.25 [m^3]}{0.95}$$

$$V_{tolva} = 0.26 [m^3]$$

4.5.4 Inclinación de la tolva

Este factor dependerá del material que será depositado en la tolva, ya que hay que identificar la granulometría del material, el porcentaje de fino y el porcentaje de humedad, sin embargo todas estas características pueden ser encontradas en la Tabla 4.4.

La inclinación de la tolva se calcula con la siguiente Ecuación 4.3.

$$\beta = \alpha + 15^\circ \quad (4.3)$$

Donde:

β : inclinación de la tolva

α : ángulo de reposo del material

El ángulo de reposo de material puede establecer bajo las siguientes circunstancias entre 35-45° se usa para materia prima algo cohesiva, mientras que ángulos entre 45 y 55 ° se maneja para materiales con una elevada cohesividad, por último, para ángulos mayores a 55 ° expresan movilidad nula, tomando en cuenta que el maíz un material poco cohesivo se utiliza un ángulo de 35°.

$$\beta = 50^\circ$$

4.5.5 Distancia de pared a pared

El diámetro de la tolva no solo se refiere a configuraciones circulares sino más bien es una especificación de las dimensiones mínimas que debe contener la tolva pero antes hay que identificar el porcentaje de factor de espacios vacíos.

4.5.5.1 Factor de espacios vacíos (FEV)

Son los espacios que existen entre el material, cuando se habla de materiales gruesos se toma en consideración el 70% de espacios vacíos, y para el materiales finos el 20%. En este caso el Maíz es considerado un material fino por lo tanto se ocupa el 20 %.

Una vez se tiene el factor de espacios vacíos se puede determinar el diámetro con la Ecuación (4.4)

$$D = \frac{7 \text{ FEV}}{\tan \beta} \cdot H \quad (4.4)$$

$$D = \frac{7(0.2)}{\tan 50} \cdot H$$

$$D = 1.16 \cdot H$$

La altura es un factor que se necesita para poder calcular un diámetro total de la tolva, este valor se lo calcula mediante la Ecuación (4.5)

$$H \cdot D^2 = 4 \cdot \frac{V_{total}}{\pi} \quad (4.5)$$

$$H \cdot D^2 = 4 \cdot \frac{0.193 \text{ m}^3}{\pi}$$

$$H \cdot D^2 = 0.25 \text{ m}^3$$

Relacionando las Ecuaciones (4.4) Y (4.5) para obtener la profundidad de la tolva.

$$H \cdot (1.16 \cdot H)^2 = 0.25 \text{ m}^3$$

$$H^3 = \frac{0.25 \text{ m}^3}{1.16}$$

En este punto se despeja la variable H y se realiza el cálculo correspondiente para obtener el valor de la altura.

$$\sqrt[3]{H^3} = \sqrt[3]{\frac{0.25 \text{ m}^3}{1.16}}$$

$$H = \sqrt[3]{\frac{0.25 \text{ m}^3}{1.16}}$$

$$H = \sqrt[3]{1.56}$$

$$H = 0.6 \text{ m}$$



Figura 4.7. Profundidad de la tolva en el diseño.

Una vez se obtiene la profundidad se puede encontrar la distancia de pared a pared, reemplazando el valor de la profundidad en la fórmula (4.6) de la distancia.

$$D = 1.16 \cdot H \text{ [m]} \tag{4.6}$$

$$D = 1.16(0.6 \text{ [m]})$$

$$D = 0.7 \text{ [m]}$$

Una vez determinada las medidas se puede acomodar al diseño que se necesite para el sistema cumpla adecuadamente su función, para este diseño se utilizó las siguientes medidas que se muestra en la Figura 4.8.

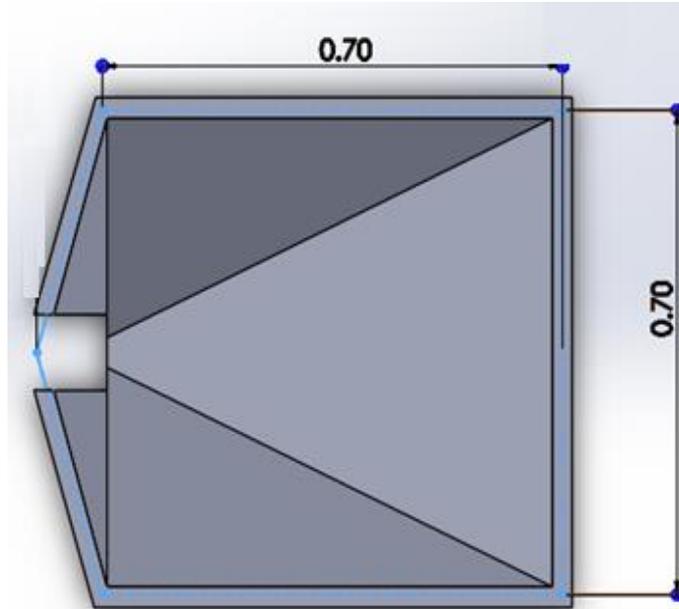


Figura 4.8. Distancia de pared a pared en tolvas.

4.5.6 Material para construcción

El material a utilizarse será el acero ASTM A36 porque es el más utilizado para la construcción de tolvas ya que como menciona en la Tabla 4.5. Sus aplicaciones son para generar estructuras y en este apartado se selecciona el espesor de 2mm.

Tabla 4.5. Características del material de tolva. [19]

Producto	Recubrimiento	Espesor (mm)	Dimensiones (mm)	Calidad	Aplicaciones
Plancha laminada en caliente	Negro	2-10	1,220 x 2,444	ASTM A36	<ul style="list-style-type: none"> • Estructuras • Plataformas • Tuberías de grandes diámetros
		4-6	1,500 x 6,000		
		5-12	1,800 x 6,000		
		8-50	2,000 x 6,000		

4.5.7 Tolva 2

Para el diseño de la segunda tolva se utiliza el mismo procedimiento que se toma para la primera tolva, es por este motivo que se utiliza los datos que se obtuvo del primer diseño lo cuales eran.

- Capacidad de almacenamiento: 0.65 Ton
- Densidad aparente: 0.3 Ton/ m³

4.5.8 Volumen útil de tolva 2

$$V_{material} = \frac{\text{capacidad de almacenamiento}}{\text{Densidad aparente}} [m^3] \quad (4.1)$$

$$V_{material} = \frac{0.65 [Ton]}{0.3 \left[\frac{Ton}{m^3} \right]}$$

$$V_{material} = 2.16 [m^3]$$

4.5.9 Volumen total de la tolva 2

$$V_{tolva} = \frac{V_{material}}{0.9} [m^3] \quad (4.2)$$

$$V_{tolva} = \frac{2.16 [m^3]}{0.95}$$

$$V_{tolva} = 2.27 [m^3]$$

4.5.10 Inclinación de la tolva 2

$$\beta = 35 + 15^\circ \quad (4.3)$$

$$\beta = 50^\circ$$

4.5.10.1 Factor de espacios vacíos (FEV)

En este caso el Maíz es considerado un material fino, por lo tanto se ocupa el 20 %.

$$D = \frac{7 \text{ FEV}}{\tan \beta} \cdot H \quad (4.4)$$

$$D = \frac{7(0.2)}{\tan 50} \cdot H$$

$$D = 1.16 \cdot H$$

4.5.11 Profundidad de la tolva

$$H \cdot D^2 = 4 \cdot \frac{V_{total}}{\pi} \quad (4.5)$$

$$H \cdot D^2 = 4 \cdot \frac{2.27 [m^3]}{\pi}$$

$$H \cdot D^2 = 2.89 [m^3]$$

Relacionando las Ecuaciones (4.4) Y (4.5) para obtener la profundidad de la tolva.

$$H \cdot (1.16 \cdot H)^2 = 2.89 [m^3]$$

$$H^3 = \frac{2.89 [m^3]}{1.16}$$

$$\sqrt[3]{H^3} = \sqrt[3]{\frac{2.89 [m^3]}{1.16}}$$

$$H = \sqrt[3]{\frac{2.89 [m^3]}{1.16}}$$

$$H = 1.05 [m]$$

Aunque el cálculo nos brinde un valor de profundidad, este se puede modificarse de acuerdo a las distancias de pared a pared para adecuar la tolva a conveniencia de los espacios especificados en el proceso, como se muestra en la Figura 4.9 la tolva 2 mantiene una profundidad de 0.80m para mantener el ángulo del helicoidal, sin embargo esto se compensado en las distancias de pared a pared.

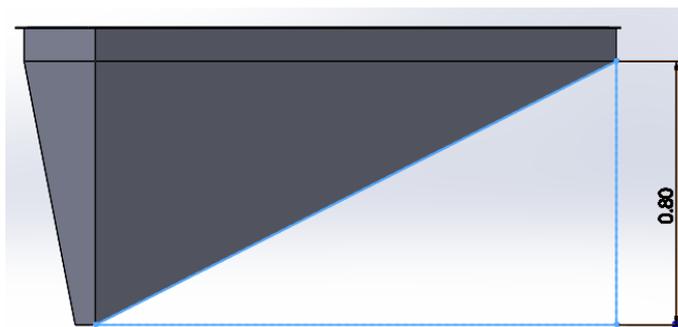


Figura 4.9. Profundidad de tolva 2.

4.5.12 Distancia de pared a pared de la tolva 2

Una vez se obtiene la profundidad se puede encontrar la distancia de pared a pared, reemplazando el valor de la profundidad en la fórmula de la distancia.

$$D = 1.16 \cdot H \quad (4.6)$$

$$D = 1.16(1.35 \text{ m})$$

$$D = 1.57 \text{ [m]}$$

En este caso se puede utilizar en valor de la distancia de pared a pared que nos muestra el cálculo, sin embargo al disminuir la profundidad por conveniencia del helicoidal se compensa en volumen de la tolva aumentando la distancia de una pared a otra como se muestra en la Figura 4.10.

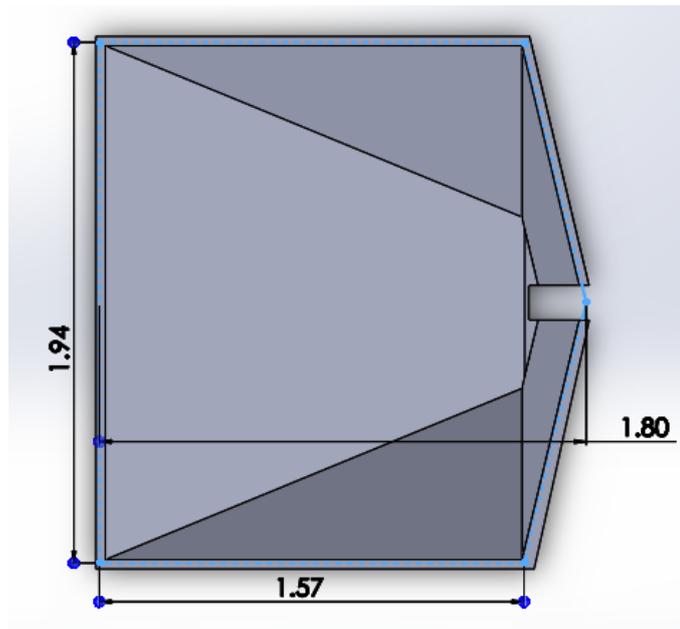


Figura 4.10. Distancia de pared a pared de la tolva 2.

4.5.13 Material para construcción de la tolva 2.

El material para la fabricación de la tolva 2 será el acero ASTM A36 ya que como menciona en la Tabla 4.5. Sus aplicaciones son para generar estructuras y en este apartado se selecciona el espesor de 2mm.

4.6 DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSPORTADORES HELICOIDALES

El diseño del sistema de transporte de materia prima en este proyecto tecnológico se basa en el manual expresado por la empresa “Martin Helicoidales” que es una desarrolladora de transportadores helicoidal, la cual nos indica un proceso para la selección de transportadores que se expresa en la tabla 4.6

Tabla 4.6. Proceso para diseño de transportadores helicoidales. [20]

4.7 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA TRANSPORTADORES HELICOIDALES		
PASO 1	Establezca los Factores Conocidos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Material a Transportar. 2. Flujo de alimentación. 3. Longitud de helicoidal. 4. Temperatura ambiente. 5. Temperatura de trabajo. 6. Inclinação.
PASO 2	Clasificación de Material	Clasifique el material de acuerdo al sistema de asignación de código o la selección del material en la Tabla 4.4
PASO 3	Determine la Capacidad de Diseño	Identificar los factores de capacidad en las tablas (4.8), (4.9) y (4.10)
PASO 4	Determine la capacidad de transporte	Utilizando la capacidad requerida en pies cúbicos por hora, la clasificación del material y el porcentaje de carga de artesa indicado en la Tabla (4.11)
PASO 5	Determinar la velocidad de desplazamiento del material.	Utilizando las ecuaciones (4.7) y (4.8) se puede obtener el valor de la velocidad de desplazamiento.
PASO 6	Determine la capacidad e transporte del material en la artesa.	Utilizando la ecuación (4.12) se puede obtener este resultado.
PASO 7	Determine la potencia de accionamiento	Aplicando la ecuación (4.13) se puede obtener la ponencia en Watts para posteriormente transformarla en HP.
PASO 8	Dimensionamiento de equipos	Utilice la Potencia de accionamiento calculada para conocer la capacidad de los componentes estándar del transportador, tubo, ejes y pernos de acoplamiento.

4.7.1 Establecimiento de factores conocidos

En este apartado se establecen los parámetros necesarios para poder calcular la velocidad de giro del tornillo, el caudal de la materia, y la potencia requerida para poder transportar los elementos de un lugar a otro.

Material a transportar:	Maíz (olote molido)
Flujo de alimentación:	3 ton / h
Longitud de helicoidal:	3m
Temperatura ambiente:	25°C
Temperatura de trabajo:	30° C
Inclinación:	57°

Estos son los datos necesarios para poder comenzar con la selección de factores y realizar los cálculos.

4.7.2 Clasificación de material

Hay dos maneras de realizar la clasificación de materiales, la primera se la puede realizar mediante la asignación de código de acuerdo a las características que observamos en el material que usaremos en el sistemas, y la segunda es buscar en la lista de materiales que especifican sus características en la tablas de características de materiales expresadas en el manual de Martin, en este caso se opta por la selección de materiales según la tabla, ya que el maíz que es el material que se usó para el diseño de los transportadores, sin embargo este material ya fue clasificado y seleccionado en el diseño de tolvas en la Tabla 4.7 de lo cual se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 4.7. Características de los materiales que se utilizaran en el sistema. [20]

Material	Densidad (lb/ft ³)	Código de material	Sección de rodamiento intermedio	Serie de componentes	Factor de material	Carga de Artesa
Maíz (olote,molido)	17	C1/2-25Y	L-S-B	1	0.6	45

4.7.3 Cálculo de la capacidad de diseño

Para calcular la capacidad de diseño primero es necesario identificar factores que intervienen en este apartado.

4.7.3.1 Factor de Capacidad para Transportador con Paso Especial Factor CF1

Tabla 4.8. Factores de Capacidad para Transportador con Paso. [20]

Factores de Capacidad para Transportador con Paso Especial CF1		
Paso	Descripción	CF1
Estándar	Paso = Diámetro del Helicoidal	1.00
Corto	Paso = 2/3 Diámetro del Helicoidal	1.50
Medio	Paso = 1/2 Diámetro del Helicoidal	2.00
Largo	Paso = 11/2 Diámetro del Helicoidal	0.67

En este caso por ser maíz el material que se va a transportar por lo tanto el paso de corto, lo que quiere decir que el paso será 1.5 veces el diámetro del helicoidal.

4.7.3.2 Factores de Capacidad para Transportador con Helicoidal Especial CF2

Tabla 4.9. Factores de Capacidad para Transportador con Helicoidal Especial. [20]

Factores de Capacidad para Transportador con Helicoidal Especial CF2			
Tipo de Helicoidal	Carga del Transportador		
	15%	30%	45%
Helicoidal con corte	1.95	1.57	1.43
Helicoidal con corte y doblez	N.R	3.75	2.54
Helicoidal de listón	1.04	1.37	1.62
*No se recomienda. Si no se utilizan ninguno de los tipos anteriores de helicoidal: CF2 = 1.0.			

En este caso no se utiliza ninguna clase de helicoidal especial por lo tanto el CF2 es de 1 para este diseño.

4.7.3.3 Capacidad para Transportador con Paletas Mezcladoras CF3

Tabla 4.10. Capacidad para Transportador con Paletas Mezcladoras. [20]

Capacidad para Transportador con Paletas Mezcladoras CF3					
Paletas Estándar de Paso Invertido a 45°	Paletas por Paso				
	Ninguna	1	2	3	4
Factor FC3	1	1.08	1.16	1.24	1.32

De la Tabla 4.10 se extrae el dato de FC3 que es de 1 ya que para este diseño no se utiliza ninguna clase de paletas.

4.7.4 Cálculo de la capacidad de transporte

Esta capacidad es empleada en el cálculo de la potencia. Se debe considerar al momento de realizar el cálculo de la capacidad de transporte de material, la disposición del transportador, lo que involucra saber la cantidad de puntos de entrada y salida de material.

Para este proyecto tecnológico se considera un tornillo inclinado con una entrada u una salida de material. En la cual el coeficiente de llenado de la sección de la artesa debe ser inferior que la unidad con el propósito de impedir que se origine acumulamiento de materia que impediría el correcto flujo a lo largo del helicoidal. En la tabla 4.11 se expresan los valores del coeficiente de relleno en función del tipo de material que transporta el tornillo.

Tabla 4.11. Coeficiente de relleno en función al tipo de material. [20]

Carga de Canoa	Ø Helicoide (Pulg)	A 1 RPM	A Máx. RPM	Máx. RPM
45% 	4	0.62	114	184
	6	2.23	368	165
	9	8.2	1270	155
	10	11.4	1710	150
	12	19.4	2820	145
	14	31.2	4370	140
	16	46.7	6060	130
	18	67.6	8120	120
	20	93.7	10300	110
	24	164	16400	100
	30	323	29070	90

Para conseguir la capacidad de material que el transportador es capaz de transportar se debe calcular el área de relleno (S) del tornillo sin fin que invade el material que acarrea el helicoidal, se obtiene mediante la ecuación (4.7).

$$S = \lambda \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} [m^2] \quad [20] \quad (4.7)$$

Para empezar el cálculo de la capacidad de transporte, primero se tiene que identificar el coeficiente de relleno de la artesa y este dato se obtiene de la tabla 4.11 que expresa el valor del coeficiente en función al material a transportar.

Tabla 4.12. Coeficiente de relleno en función de la carga.

Tipo de carga	Coeficiente de relleno
Pesada y abrasiva	0.125
Pesada y poco abrasiva	0.25
Ligera y poco abrasiva	0.32
Ligera y no abrasiva	0.4

Los materiales que serán transportados por los tornillos helicoidales son de tipo ligero y no abrasivo es por ello que se tiene que el coeficiente de relleno que se utilizara para este diseño es de 0.4.

El diámetro necesario para esta fórmula se determina mediante la tabla 4.11 la cual determina el diámetro en función a la capacidad que en este caso sería de 6 pulg equivale a 0.15 m.

Una vez se obtienen todos los valores necesarios, se reemplazan en la fórmula y se calculan como se muestra a continuación.

$$S = 0.4 \cdot \frac{\pi \cdot 0.15^2}{4} [m^2] \quad (4.7)$$

$$S = 7.07 \times 10^{-3} [m^2]$$

Se obtiene un área de llenado igual 7.07×10^{-3} metros cuadrados de material, este valor nos sirve para continuar con los cálculos de velocidad de desplazamiento que a su vez no servirá como base para calcular la capacidad de transporte.

4.7.5 Velocidad de desplazamiento

Es la velocidad con que el transportador helicoidal acarrea la materia prima de un punto a otro, la cual depende de dos aspectos, primero del paso del tornillo y el segundo es la velocidad de giro del tornillo.

La velocidad de desplazamiento de la materia está dada por la ecuación 4.8, en la ecuación los valores del paso del tornillo están dados en metros y la velocidad de giro del helicoidal se expresa en revoluciones por minuto una vez reemplazados los datos se obtendrá la velocidad de desplazamiento.

$$V = \frac{p \cdot n}{60} \left[\frac{m}{s} \right] \quad [20] \quad (4.8)$$

Sin embargo, primero se tiene que determinar las variables que intervienen en esta ecuación.

El paso del tornillo será de tipo estándar por ende la distancia de paso será la misma que el diámetro del helicoidal por ende es de 0.15 m.

Para el cálculo de la velocidad de giro es necesario especificar que el método de reducción de velocidad usado es de poleas de diferente diámetro, por lo cual la variable de velocidad de giro se obtiene mediante la fórmula de relación (4.9)

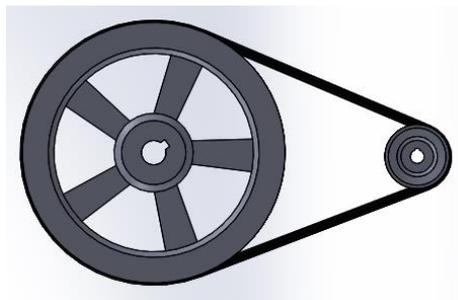


Figura 4.11. Sistema de poleas.

$$\frac{rpm\ 1}{rpm\ 2} = \frac{D2}{D1} = i \quad (4.9)$$

Datos:

Motor que trabaja 1730 rpm

Diámetro 2: 31 cm

Diámetro 1: 6 cm

La relación se obtiene de la Ecuación (4.10)

$$i = \frac{D_2}{D_1} \quad (4.10)$$

$$i = \frac{30.48}{6} = 5.08$$

$$rpm_2 = \frac{rpm_1}{i} = \frac{1730}{5.08} = 335.27 \text{ rpm}$$

Se tiene que la velocidad de giro en nuestro proyecto será de 335.27 rpm

Una vez se obtienen los datos necesarios que exige la Ecuación (4.8) de la velocidad de desplazamiento se remplazan las variables y se calcula.

$$V = \frac{0.15 \cdot 335.27}{60} \left[\frac{m}{s} \right] \quad (4.8)$$

$$V = \frac{50.3}{60} \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$V = 0.838 \left[\frac{m}{s} \right]$$

4.7.6 Capacidad de transporte del material

Manejando los resultados de la velocidad de desplazamiento y el área de relleno, conjuntamente con el peso específico del material a transportar expresado en toneladas por metro cúbico que para el material del proceso es de 0.56 ton/m³, este dato se lo consigue de la tabla de materiales (4.4) que son expresados en lb/ ft³, todos los datos previamente obtenidos permiten calcular el valor de la capacidad de transporte de material (Q). [2]

$$Q = 3600 \cdot S \cdot V \cdot \rho \cdot i \left[\frac{\text{ton}}{\text{hora}} \right] \quad [2] \quad (4.11)$$

El valor de coeficiente de disminución del flujo del material (i) se obtiene de la tabla (4.13) que expresa la caída de flujo de materia debido al grado de inclinación del transportador.

Tabla 4.13. Coeficiente de disminución del flujo en función a la inclinación. [2]

Inclinación del transportador en grados °	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°
Coeficiente de disminución de flujo de material.	1	0.9	0.8	0.7	0.65	0.42	0.3	0.2

El coeficiente de disminución de flujo del material para este proyecto tecnológico es de 0.2 ya que la inclinación es superior a los 35°

$$Q = 3600 \cdot 7.07 \times 10^{-3} \cdot 0.838 \cdot 0.5606 \cdot 0.2 \left[\frac{\text{ton}}{\text{hora}} \right] \quad (4.11)$$

$$Q = 2.39 \left[\frac{\text{ton}}{\text{hora}} \right]$$

En este punto será necesario transformar la capacidad de transporte de material (Q), obtenida previamente a pies cúbicos por hora. Por lo cual se debe multiplicar (Q) por 35.3147 y luego dividirlo por el peso específico del material transportado, que para este diseño es de 1.9 toneladas por metro cúbico.

$$Q = \frac{35.3147 \cdot 2.39}{1.9} \left[\frac{\text{pie}^3}{\text{hora}} \right] \quad (4.12)$$

$$Q = 44.42 \left[\frac{\text{pie}^3}{\text{hora}} \right]$$

4.7.7 Potencia de accionamiento

La potencia de accionamiento es la requerida para operar un transportador helicoidal de manera adecuada para que la alimentación de la materia prima sea regular y uniforme.

Para calcular la potencia de accionamiento es necesario utilizar los factores de capacidad que fueron previamente identificados y reemplazarlos en la ecuación (4.13).

$$P_T = (CF1 + CF2 + CF3) \cdot Q \cdot 9.32[w] \quad (4.13)$$

Donde:

PT: Potencia total en Watt.

CF1: Factores de Capacidad para Transportador con Paso

CF2: Factores de Capacidad para Transportador con Helicoidal Especial

CF3: Capacidad para Transportador con Paletas Mezcladoras.

Q: Capacidad de transporte.

Los valores que se obtuvieron de los factores de capacidad y la capacidad de transporte del material se reemplazan en la ecuación (4.13)

$$P_T = (CF1 + CF2 + CF3) \cdot Q \cdot 9.32[w] \quad (4.13)$$

$$P_T = (1.5 + 1 + 1) \cdot 44.42 \cdot 9.32[w]$$

$$P_T = (3.5) \cdot 413.99[w]$$

$$P_T = 1448.98[w]$$

Es decir, para un transportador helicoidal que tiene que transportar maíz a tres metros e instalado de forma inclinada, se necesitan de 1448.98 Watt que equivale a 2 HP y 335.37 rpm, para que el sistema funcione adecuadamente, es por este motivo que se opta por un motor Weg de 2 HP de 1730 rpm como se muestra en la figura (4.12) que una vez aplicado en sistema reductor de poleas podrá funcionar correctamente en el transportador.

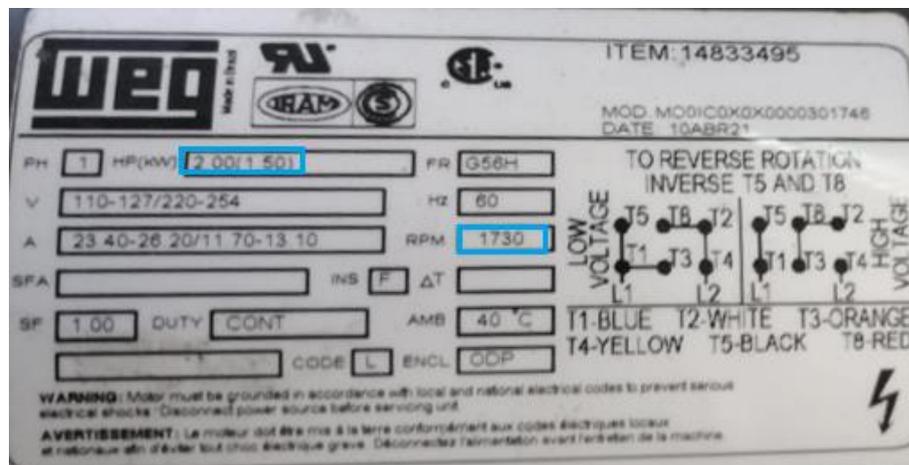


Figura 4.12. Motor de 2 HP del transportador 1.

En cuanto a las características del tornillo sin fin se utiliza los datos expresados en las tablas previamente utilizadas y la tabla (4.14) que expresa el diámetro del helicoidal y las características de su eje que nos permiten construir el transportador.

Tabla 4.14. Características del transportador helicoidal

Ø Helicoide (Pulg)	Tubo D.E.*	Separación Radial (Pulg)	Clase 1	Clase 2	Clase 3
	(Pulg)		10% de Partículas Partícula Máxima (Pulg)	25% Partículas Partícula Máxima (Pulg)	95% Partículas Partícula Máxima (Pulg)
6	2 3/8	2 1/3	1 1/4	3/4	1/2

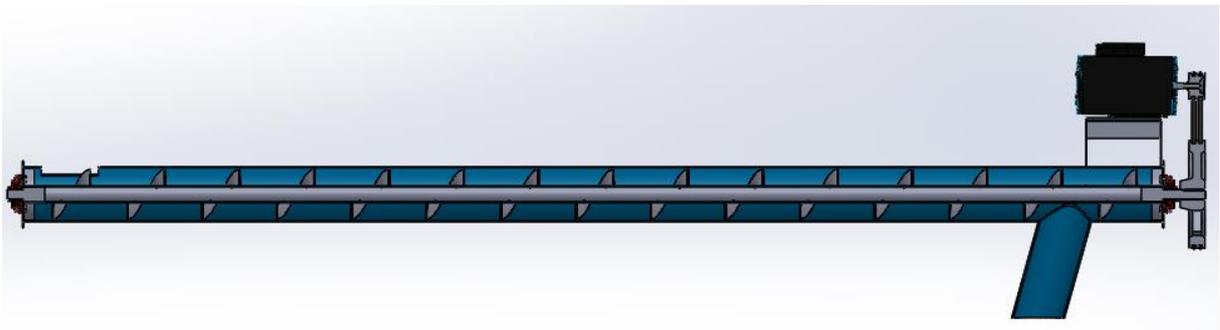


Figura 4.13. Transportador helicoidal diseñado

Para el diseño del segundo transportador se realizó el mismo proceso, del cual se obtuvo que para transportar la materia prima por 4.81 metros con inclinación de 66 grados es necesario 2113.37 watts que equivale a 3 HP, es por este motivo que se optó por la instalación de un motor Weg de 3 HP y 1750 rpm como se muestra en la figura (4.13)

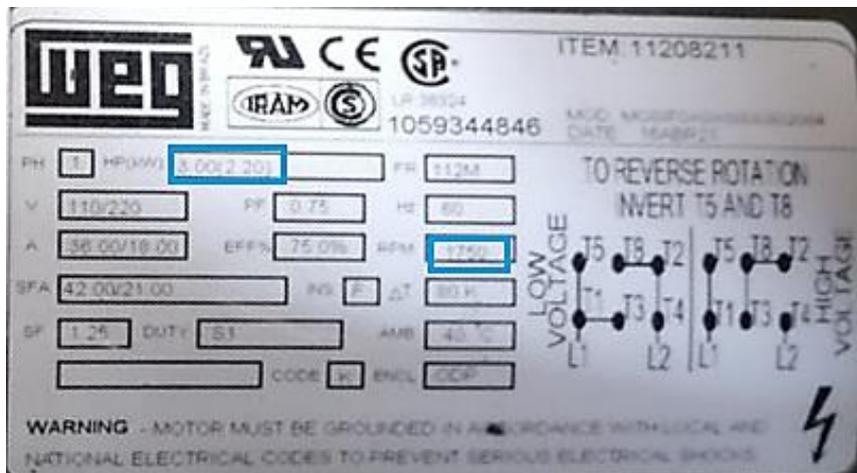


Figura 4.14. Características del motor del transportador 2.

4.7.8 Conexiones eléctricas

Una vez diseñado los tornillos helicoidales y seleccionados los motores que accionan el funcionamiento se procede a realizar las conexiones eléctricas de alimentación de energía e implementar un sistema de control que permita accionar los motores de los helicoidales.

Para este diseño se realizó una instalación eléctrica que es accionada por selectores que activan contactos que a su vez permiten en paso de la corriente para que los motores funcionen además de la instalación de luces piloto que nos indican si el sistema está activo como se muestra el diagrama expresado en la Figura 4.15.

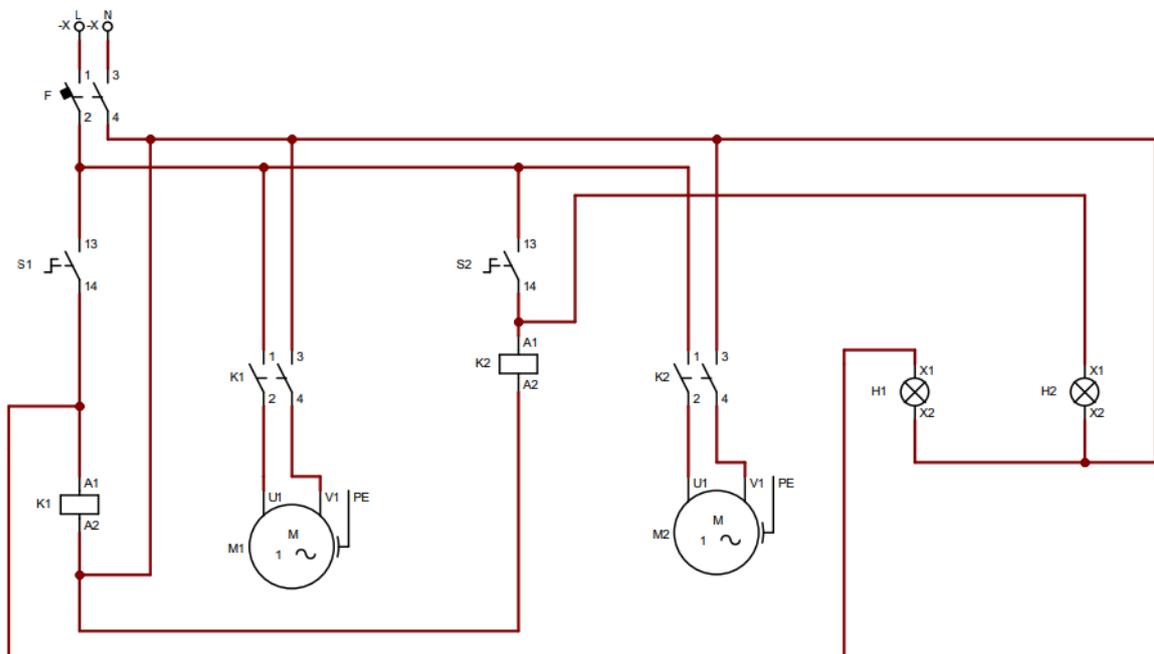


Figura 4.15. Control de motores de los transportadores helicoidales

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el proceso original de acarreo de materia prima, el trabajador tenía una excesiva demanda desfuerzo físico ya tenía que trasladar todos los materiales que se presentan en la siguiente tabla (5.1)

Tabla 5.1. Ingredientes que intervienen en la elaboración.

Descripción	Cantidad	Peso	Función
Morochillo en grano	12 quintales de 50 kg	600 kg	Proporciona grasas y proteínas necesarias.
Soya triturada	5,5 quintales de 50 kg	275 kg	Controla y aporta proteínas para un peso ideal de las aves.
Afrecho de trigo	2 quintales de 45 kg	90 kg	Complemento si se quiere bajar costos de concentrado.
Carbonato de calcio	2 quintales de 45 kg	90 kg	Aditivo que imparte firmeza en la estructura ósea de la ave y dureza en el cascaron del huevo.
Arrocillo en grano	1 quintal de 50 kg	50 kg	Se emplea por su fácil digestión.
Sal en polvo	3,5 kg	3,5 kg	Es necesario el ajuste del sodio y cloruro en las dietas.
Fosfato	11 kg	11 kg	Contribuye a la dieta para el peso necesario de producción.
Aceite de palma	8 kg	8 kg	Aporta grasas de origen natural.
Cloruro de Coline	0,5 kg	0,5 kg	Es una vitamina B esencial y un suplemento dietético requerido.
Núcleo	2 kg	2 kg	Aportan vitaminas y minerales para aumentar la producción.
Pigmentante	11 gramos	0,011 kg	Se agrega para que el color de la yema aumente.
Total		1130	

5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ORIGINAL

La necesidad de elaboración de balanceado para aves de postura provocó la instalación de un sistema incompleto. Anexo A: Ubicación de la maquinaria inicialmente para la producción de varias toneladas de balanceado al mes. Para la realización de 1130 kg se ocupan los ingredientes especificados en la Tabla 5.1. Ingredientes que intervienen en la elaboración. Los que tienen mayor peso son los más dificultosos para su transporte y para agregar a la maquinaria.

El proceso consta de cuatro etapas continuas. Los cuales se realizan de forma manual por un trabajador.

5.1.1 Descripción general de funcionamiento de la maquinaria.

- a) Entrada y transporte de materia prima (morochillo en grano)
- b) Molienda donde el molino de martillos tritura el grano.
- c) Almacenamiento hasta culminar el molido, posteriormente transporta y se agrega otros ingredientes necesarios que complementan la formula.
- d) Mezclado e integración de todos los ingredientes.
- e) Salida del producto terminado.

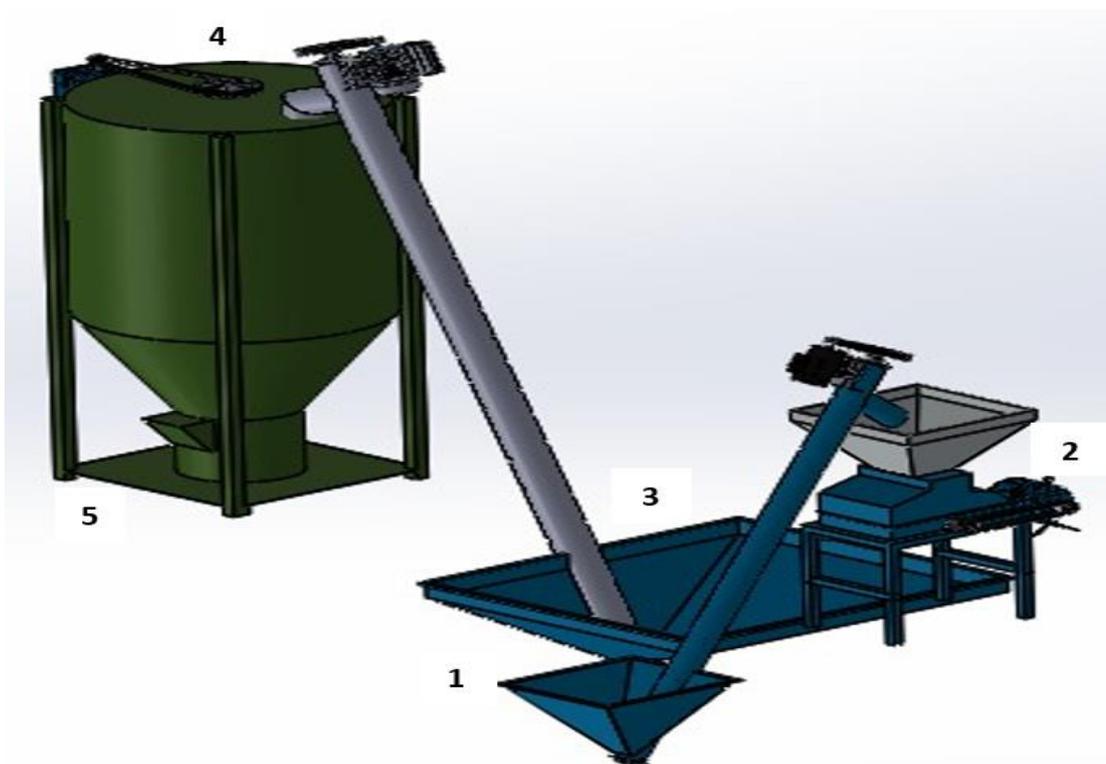


Figura 5.1. Se muestra el proceso de forma gráfica y simplificada.

5.2 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS ERGONÓMICOS IDENTIFICADOS A TRAVÉS DEL MÉTODO OWAS.

5.2.1 Fases del proceso productivo anterior

La elaboración de balanceado en la Avícola Bautista se realizaba de manera manual, lo cual significa que operadores activan y desactivan cada una de las máquinas en toda la línea de producción desde el molino, transporte de materia prima, mezclado y empaquetado, requiriendo así un sistema en línea de producción en estos procesos con el fin de optimizar tiempos y aumentar la productividad. El proceso de elaboración de balanceados consta de varias etapas, cada una depende de la anterior para su elaboración.

Para la evaluación del método se acudió a la avícola Bautista de agroindustria en el área de producción de balanceado, realizando la observación con respecto a los trabajadores y sus posiciones en ciclos de 20 minutos teniendo una frecuencia de 60 segundos, además se determinó que la actividad es multifacética constando de tres fases: molienda, mezclado y transporte, por lo que se realizó un registro de posturas lo cual facilitó la codificación de las posturas.

5.2.2 Molienda

El operario empezó sin ninguna anomalía con posturas adecuadas las cuales se categorizaron en nivel uno a medida que la actividad avanza el trabajador empieza a sentir fatiga la cual conlleva a elevar el nivel que denota postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético al 25 momento que empieza la manipulación de los sacos de maíz esta fatiga sube aún más el nivel es decir a cuatro (esta postura tiene efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético) lo cual se debe tomar medidas correctivas ante esta situación.



Figura 5.2. Se muestra el proceso de transporte hacia el molino.

5.2.3 Mezclado

En la etapa de mezclado el operador inicia con un nivel de fatiga apreciable el cual se categorizó con nivel dos (postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético) ya que tiene que movilizar y preparar los sacos para su previo levantamiento luego de esto aumenta de forma abrupta la actividad física, cuando empieza a levantar sacos con peso superior a 20 kg por encima de sus hombros y debido a que realiza esta actividad reiteradas veces lo largo de todos los ciclos se categoriza como una afección de nivel cuatro (la carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético) cuando toda la materia prima fue ingresada en la mezcladora se evidenció que el nivel de fatiga comienza a descender hasta normalizarse al finalizar la actividad designada.

Las áreas afectadas en la actividad de mezclado presentan mayor riesgo en la espalda, piernas y brazos por lo que muestran generalmente en nivel cuatro lo que indica que esta actividad necesita acciones correctivas de manera inmediata de forma similar, en la sección de molienda los trabajadores levantan los sacos de materia prima desde el piso y los depositan en la tolva del molino y/o trituradora con una postura inadecuada donde como acción correctiva deberían redefinir la actividad donde la carga que se manipule no efectúe giros del tronco.



Figura 5.3. Proceso de transporte hacia la mezcladora.

5.2.4 Transporte y Salida del producto

La actividad en esta etapa es ardua ya que los operarios tienen que manipular y trasladar hacia el lugar de almacenamiento del área de producción todos los costales que llenaron previamente

con balanceado, por esta razón se inició con un nivel cuatro que hace referencia a la postura dañina con afecciones músculo esquelético.

Tabla 5.2. Análisis ergonómico para el proceso anterior de acuerdo a los parámetros del método OWAS.

		Piernas																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		Carga			Carga			Carga			Carga			Carga			Carga					
Espalda	Brazo	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
		1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1		1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2
3	2		2	2	1	2	2	3	3	3	1	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2
2	1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	4	4	4	3	3	3	2	2	2
	2	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	3	3	3	2	2	2
	3	1	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	3	3	3	3	3
3	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3
	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2
	3	1	1	1	2	2	2	2	2	2	4	4	4	2	2	2	4	4	4	4	4	2
4	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	4	4
	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	2	2	2	4	4	4
	3	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4

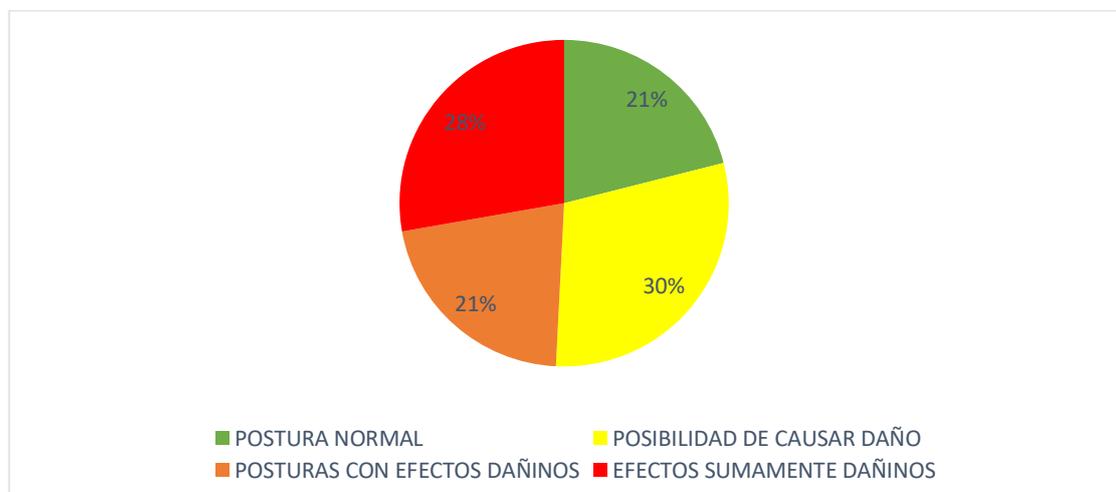


Figura 5.4. Tabulación de datos expresados en porcentajes para el proceso anterior.

5.3 FASES DEL PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL

En el proceso actual como ya se mencionó se instaló transportadores los cuales facilitan el proceso de elaboración del balanceado en todas sus etapas respectivamente.

5.3.1 Molienda

El operario simplemente arroja los quintales de maíz en la tolva 1 y el grano es trasladado por el transportador 1, el esfuerzo físico se reduce tanto en los movimientos y posturas. Lo cual reduce movimientos que pueden producir riesgos.



Figura 5.5. Procesó de transporte hacia el molino actual.

5.3.2 Mezclado

El proceso de mezclado simplemente se arroja el material en la tolva 2 la cual transporta la materia prima hacia la mezcladora, reduciendo el esfuerzo físico y evitando posturas y movimientos repetitivos que se realizaban en el proceso anterior.



Figura 5.6. Procesó de agregado de materia y transporte hacia el molino actual.

5.3.3 Transporte y salida del producto

El tiempo de transporte es reducido notoriamente en todo el proceso ya que se lo realiza de forma automática tanto en el molido como en el mezclado del balanceado, únicamente en la salida del producto terminado se continúa realizando tal cual, al antiguo proceso, pero es necesario para el almacenamiento.



Figura 5.7. Proceso del producto terminado.

Tabla 5.3. Análisis ergonómico del proceso actual de acuerdo a los parámetros del método OWAS.

		Piernas																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		Carga			Carga			Carga			Carga			Carga			Carga					
Espalda	Brazo	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1		1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	1	1	1	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	2	1	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	1	1	1	1	1	1	3	3	3
3	1	2	2	2	1	1	1	3	3	3	4	4	4	3	3	3	1	1	1	3	3	3
	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2
	3	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4
	2	1	1	1	1	1	1	3	3	3	4	4	4	3	3	3	2	2	2	4	4	4
	3	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4

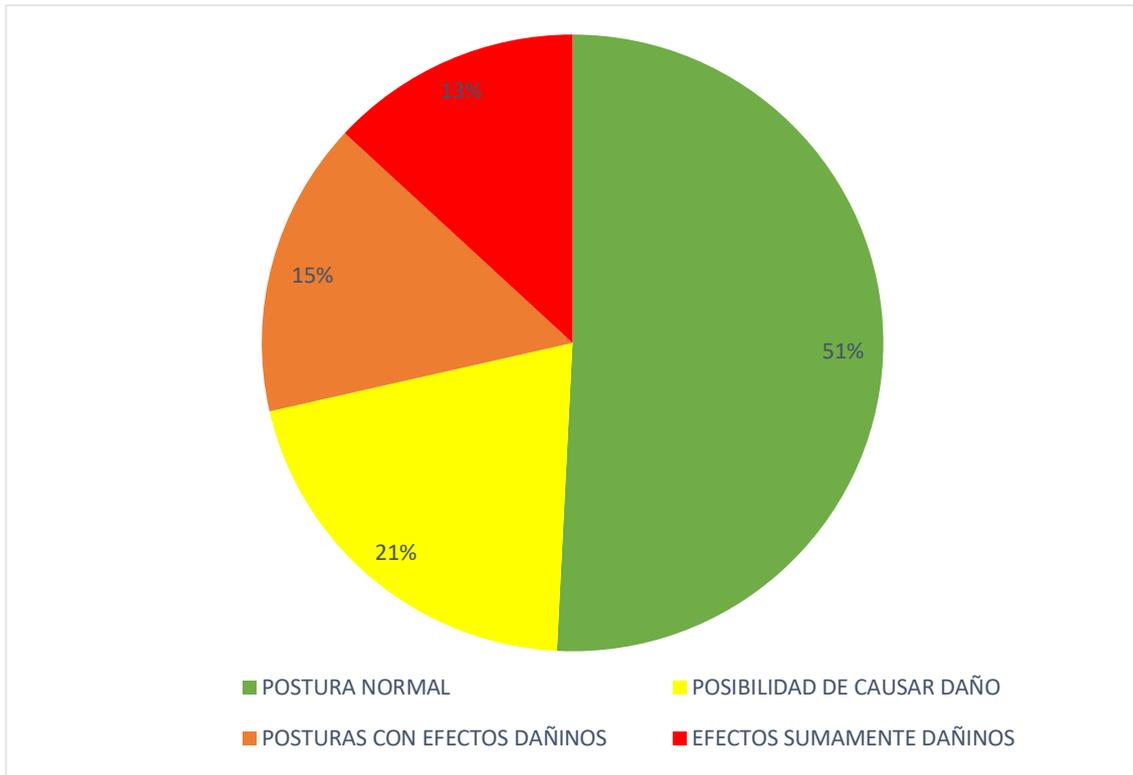


Figura 5.8. Tabulación de datos expresados en porcentajes para el proceso actual.

5.4 COMPARACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Se compara los datos de posturas normales y se observa que incrementan en un 29,76% disminuyendo el riesgo de posturas inadecuadas y aumentando el rendimiento de los trabajadores ya que sus movimientos son adecuados para realizar las tareas dentro del proceso actual.

En el proceso de la producción existen muchas posibilidades de causar daño mediante este análisis se reducen a 9,13 % ya que existen muchos factores de riesgo y peligro durante la producción de balanceado, no obstante, el operador tiene que tener conocimientos para realizar las distintas tareas asignadas.

Las posturas con efectos dañinos se reducen en un 5,95% ya que en varias etapas del proceso aún se realizan movimientos y posiciones repetitivas que requieren un grado de esfuerzo físico, lo cual a largo plazo podría producir daños en las articulaciones, músculos y huesos.

Como se muestra en la tabulación de datos en comparación del proceso anterior con el proceso actual los efectos sumamente dañinos reducen un 14,68 % lo cual disminuye los riesgos del sistema músculo esquelético protegiendo al operador de lesiones severas durante el proceso.

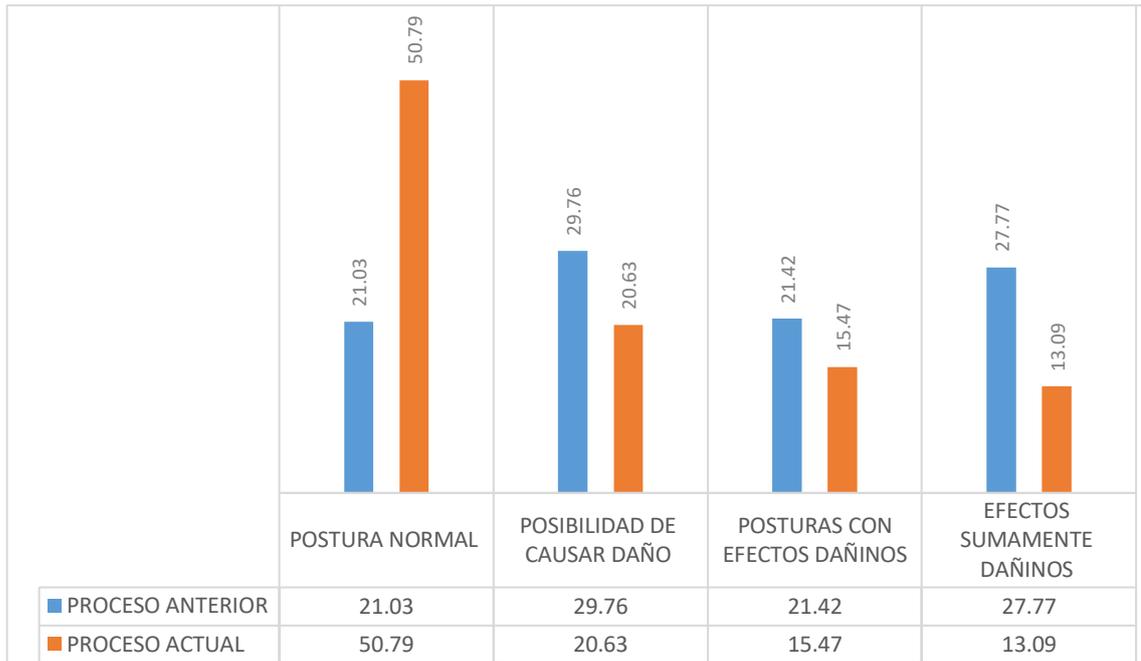


Figura 5.9. Tabulación de resultados de los procesos.

5.5 PARTE ELÉCTRICA

5.5.1 Proceso anterior

En el proceso anterior las máquinas pasaban encendidas innecesariamente ya que no existía un sistema de transporte adecuado, lo que provocaba que no cumplieran su tarea con su capacidad de trabajo al 100% en un determinado tiempo.

El suministro eléctrico del sistema cuenta con un voltaje de 220 V

5.5.1.1 Descripción y características de los motores acoplados a las máquinas.

Los apartados de las potencias se detallan mediante la medición de la intensidad de corriente de cada máquina usando una pinza amperimétrica durante el tiempo de trabajo de cada motor con carga, se muestra en el anexo tanto del molino como de la mezcladora Cabe destacar que los motores están en una conexión de 220 V.

Molino

$$P = V * I \quad (5.1)$$

$$P = 220 V * 26,2 A$$

$$P = 5764 W$$

Mezcladora

$$P = V * I \quad (5.1)$$

$$P = 220 V * 22,2 A$$

$$P = 4884 W$$

Tabla 5.4. Características de los motores utilizados en el proceso anterior.

Maquina	Tipo de motor	Potencia (kW)	Tiempo de trabajo(h)
Molino	Jaula de ardilla	5,7	1,4
Mezcladora	Jaula de ardilla	4,8	1,5

Cálculo de la Energía total

$$Potencia_T = P1 + P2 \quad (5.2)$$

$$Potencia_T = 5,7 kW + 4,8 kW$$

$$Potencia_T = 10,5 kW$$

$$Tiempo_T = 2,9 h$$

$$Energía_T = Potencia_T * Tiempo_T \quad (5.3)$$

$$Energía_T = 10,5 kW * 2,9 h$$

$$Energía_T = 30,45 kW/h$$

Según la agencia de regulación y control de electricidad, en la provincia de Cotopaxi el valor de la energía en USD kW/h es de 0,099 como se muestra en el Anexo E con una categoría de nivel de voltaje de 1-300 este dato es tomado teniendo en cuenta que el sistema trabaja con una tensión de 220 V.

Consumo Energético

$$Consumo Energético = Energía_T * Energía_{Comercial} \quad (5.4)$$

$$Consumo Energético = 30,45 \frac{kW}{h} * 0,092 USD kW/h$$

$$Consumo Energético = 2,80 USD kW/h$$

Para la producción de 4 toneladas de balanceado al mes se encienden las máquinas alrededor de 8 h al mes, entonces.

$$\text{Consumo Energético} = 2,80 \text{ USD} \frac{\text{kW}}{\text{h}} * 8 \text{ h} \quad (5.5)$$

$$\text{Consumo Energético} = 22,4 \text{ USD}$$

Este siendo el valor aproximado a cancelar al mes del proceso anterior se detalla en la factura de consumo de diciembre Anexo F el cual muestra el consumo del mes.

5.5.2 Proceso actual

Con la implementación de los transportadores helicoidales se implementan dos motores más al sistema de producción, obviamente el consumo eléctrico aumenta, pero el tiempo de elaboración disminuye de manera considerable

5.5.2.1 Descripción y características de los motores acoplados a las máquinas

Tornillo 1

El valor de la intensidad se muestra en el Anexo D.

$$P = V * I \quad (5.1)$$

$$P = 220 \text{ V} * 7,8 \text{ A}$$

$$P = 1716 \text{ W}$$

Tornillo 2

El valor de la intensidad se muestra en el Anexo D.

$$P = V * I \quad (5.1)$$

$$P = 220 \text{ V} * 10 \text{ A}$$

$$P = 2200 \text{ W}$$

Tabla 5.5. Características de los motores utilizados en el proceso actual.

Maquina	Tipo de motor	Potencia (kW)	Tiempo de trabajo (h)
Molino	Jaula de ardilla	5,7	0,4
Mezcladora	Jaula de ardilla	4,8	0,3
Transportador 1	Jaula de ardilla	1,7	0,4
Transportador 2	Jaula de ardilla	2,2	0,3

Cálculo de la Energía total

$$Potencia_T = P1 + P2 + P3 + P4 \quad (5.2)$$

$$Potencia_T = 5,7 \text{ kW} + 4,8 \text{ kW} + 1,7 \text{ kW} + 2,2 \text{ kW}$$

$$Potencia_T = 14,4 \text{ kW}$$

$$Tiempo_T = 1,4 \text{ h}$$

$$Energía_T = Potencia_T * Tiempo_T \quad (5.3)$$

$$Energía_T = 14,4 \text{ kW} * 1,4 \text{ h}$$

$$Energía_T = 20,16 \text{ kW/h}$$

Consumo Energético

$$Consumo \text{ Energético} = Energía_T * Energía_{Comercial} \quad (5.4)$$

$$Consumo \text{ Energético} = 20,16 \frac{\text{kW}}{\text{h}} * 0,092 \text{ USD kW/h}$$

$$Consumo \text{ Energético} = 1,85 \text{ USD kW/h}$$

Para la producción de 4 toneladas de balanceado al mes se encienden las máquinas alrededor de 8 h, entonces.

$$Consumo \text{ Energético} = 1,85 \text{ USD} \frac{\text{kW}}{\text{h}} * 8 \text{ h} \quad (5.5)$$

$$Consumo \text{ Energético} = 14,83 \text{ USD}$$

Tabla 5.6. Comparación de precios entre los procesos con respecto al tiempo

Mes	Proceso	Mes USD	Año USD
Diciembre	Anterior	22,4	268,8
Febrero	Actual	14,83	177,96

Al año de producción se pretende ahorrar un valor calculado de 90,84 USD

Tabla 5.7. En comparación con el valor de facturación de la empresa ELEPCO

Fecha	Proceso	Mes USD	Año USD
31 de Diciembre del 2021	Anterior	26,97	323,64
28 de Febrero del 2022	Actual	16,80	201,6

Al año de producción se pretende ahorrar un valor de facturación de 122,04 USD.

Tabla 5.8. Comparación de precios de ahorro.

Calculado (USD)	Facturado (USD)
90,84	122,04

Este valor difiere por algunos factores que mediante el cálculo no se tomaron en cuenta como la iluminación de la bodega y el trabajo de herramientas eléctricas que se ocupan casualmente para diferentes situaciones de mantenimiento dentro de la empresa lo cual en el precio de facturación de la empresa ELEPCO si toman en cuenta.

El cálculo tanto del proceso anterior como el actual simplemente se tomó en cuenta las potencias de trabajo de la maquinaria existente e instalada en el nuevo proceso.

5.6 MÉTODO DETERMINÍSTICO

Los métodos que se ocupan son los parámetros de actualización o descuento de los flujos económicos que brindan bases más objetivas para la prioridad y selección de proyectos de inversión. Estas técnicas toman en cuenta la magnitud, como el periodo tiempo en que se realizan cada uno de los flujos relacionados con el proyecto, le brindan al dinero importancia con respecto al tiempo.

El VAN y TIR son fórmulas para encontrar la factibilidad de un proyecto de negocio o una inversión, existen muchas otras. Sin embargo, muchos profesionales del sector financiero comparten la idea de que son herramientas ideales para las primeras etapas del proceso.

Calcular la viabilidad es primordial para saber si una empresa debe invertir de lleno en un proyecto. Lo contrario es realizar a tientas en el proceso y esperar que los resultados del mismo sean favorables. Algo que no es probable sin una planificación.

5.7 MÉTODO APLICADO EN LA EMPRESA

5.7.1 Ingresos

En la empresa “Avícola Bautista” se instaló un sistema de alimentación y transporte de materia prima el cual está conformado por varias estructuras metálicas, elementos mecánicos y una parte eléctrica. La avícola cuenta con 1400 aves de postura las cuales producen alrededor de 28 cubetas de huevos diarios las cuales se venden a precios superiores de 4 USD dependiendo del

mercado, por motivos de cálculo se toma un precio fijo de 4,5 USD obteniendo así los siguientes.

$$\text{Producción diaria} = 28 \text{ cubetas} * 4,5 \text{ USD} \quad (5.6)$$

$$\text{Producción diaria} = 126 \text{ USD}$$

$$\text{Producción al año} = 126 \text{ USD} * 365 \text{ días}$$

$$\text{Producción al año} = 45990 \text{ USD}$$

5.7.2 Flujo de costos (Egresos)

5.7.2.1 Costo de producción de balanceado

En la tabla 5.1 se muestran todos los ingredientes que intervienen en el proceso los cuales varían su costo en el mercado, para producir una tonelada de balanceado.

$$\text{Costo de producción} = 550 \text{ USD}$$

$$\text{Costo de producción al mes} = 550 \text{ USD} * 4 \text{ toneladas} \quad (5.7)$$

$$\text{Costo de producción al mes} = 2200 \text{ USD}$$

$$\text{Costo de producción al año} = 2200 \text{ USD} * 12 \text{ meses} \quad (5.8)$$

$$\text{Costo de producción al mes} = 26400 \text{ USD}$$

5.8 COSTOS GENERALES AL AÑO

Tabla 5.9. Precios de cada producto con respecto al mes y al año.

Descripción	Valor al mes USD	Precio al año USD
Producción de balanceado	2200	26400
Energía eléctrica	20	240
Agua potable	8	96
Transporte	20	240
Empleado	400	4800
Créditos	900	10800
RISE	4,29	51,48
Vacunas preventivas para aves	25	300
Total de egresos	3577,29	42927,48

Todo el sistema instalado tiene un desembolso inicial de 2400 USD el cual se detalla en el con un tiempo de duración de funcionamiento de 4 años y el tipo de descuento que se aplica es del 12%

5.8.1 Flujo beneficio ingresos USD

Tabla 5.10. Valores para calcular el flujo de beneficios neto.

Años	Flujo beneficio ingresos USD	Flujo de costos (egresos) USD	Flujo beneficios neto USD
0	0	2400	-2400
1	45990	42927,48	3062,52
2	45000	43000	2000
3	45500	42000	3500

5.9 CÁLCULO DEL VAN

TASA k = 12%

$$VAN = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_o + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n} \quad (3.1)$$

$$VAN = -2400 + \frac{3062,52}{(1 + 0,12)} + \frac{2000}{(1 + 0,12)^2} + \frac{3500}{(1 + 0,12)^3}$$

$$VAN = 4420 \text{ USD}$$

5.10 CÁLCULO DEL TIR

Tasa k = 100%

$$VAN = -2400 + \frac{3062,52}{(1+1)} + \frac{2000}{(1+1)^2} + \frac{3500}{(1+1)^3} \quad (3.2)$$

$$VAN = 68,76$$

Tasa k = 104%

$$VAN = -2400 + \frac{3062,52}{(1+1,04)} + \frac{2000}{(1+1,04)^2} + \frac{3500}{(1+1,04)^3} \quad (3.2)$$

$$VAN = -5,091$$

5.10.1 Método de interpolación

Tabla 5.11. Valores obtenidos para el cálculo.

VAN USD	TASA k %
68,76	100
0	k
-5,091	104

Obteniendo un valor de 103,724%, Como se puede verificar en los distintos valores de cálculo de la Tasa Interna de Retorno, el proyecto es aprobado ya que produce una rentabilidad mayor a la mínima aceptada de 15%

5.11 PERÍODO DE RETORNO

El período de retorno se obtiene del desembolso inicial sobre el flujo beneficio neto mensual para saber en cuanto tiempo se recupera el dinero de inversión como se expresa en la ecuación 5.9.

$$PR = \frac{\text{Desembolso inicial}}{\text{Flujo beneficio neto mensual}} \quad (5.9)$$

$$PR = \frac{2400 \text{ USD}}{255,21 \text{ USD/MES}}$$

$$PR = 9,40 \text{ meses}$$

Tomando en cuenta que cálculo se lo realizó en meses, el valor del PR sería igual a 10 meses.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- El sistema de transporte adecuado para la elaboración de balanceado es el tornillo sin fin, ya que este dispositivo puede operar varios volúmenes de materiales y lo transfiere en forma hermética evitando así la dispersión y contaminación de la materia prima.
- Los transportadores de tornillo sin fin tienen la capacidad de trabajar en distintos ángulos, ya que, posee la habilidad de ser instalado sobre un plano horizontal o inclinado, incluso llegando a transportar la materia en forma vertical, además puede disponer de múltiples entradas y salidas y se puede adaptar para transportar una gran gama de materiales, entre los cuales se puede encontrar, polvos, granos, pellets e inclusive algunos líquidos.
- En el presente proyecto se consideró diferentes máquinas que interviene en la producción de balanceado ya que la “avícola Bautista” contaba con la existencia de un molino y una mezcladora y al implementar tornillos helicoidales y tolvas de almacenamiento se eliminó la intervención del operador en el proceso de transporte y producción logrando que el trabajador no esté expuesto a sobre fisos.
- Se logró mejorar el sistema de transporte de materia sólida al incorporar transportadores helicoidales, en donde la interacción del personal con la materia sólida disminuye exponencialmente, de esta forma reduciendo los riesgos laborales y de igual forma, aumentando la productividad de la planta.
- Para el diseño de las tolvas se realizó varios cálculos preliminares que brindan valores que se pueden usar para empezar la construcción, sin embargo, es importante destacar que los valores no una regla, sino más bien una base en la cual el diseñador puede sustentarse para realizar cambios en función del volumen que ocupará la materia prima.

6.2 RECOMENDACIONES

- Es importante definir correctamente el lugar que ocuparan las tolvas en el sistema ya que son elementos voluminosos que requieren mucho espacio y si no hay disponibilidad de este, se puede optar por diferentes geometrías para las tolvas para que cumplan su función con menos área pero con más profundidad.
- Al menos de realizar las conexiones eléctricas del sistema es importante saber identificar los puntos de conexión en el motor para que el giro sea en el sentido adecuado.
- Ahora que se ha implementado los transportadores helicoidales es necesario usar protección auditiva ya que el proceso funciona con 2 motores encendidos a la vez, además es importante instalar señalización ya que las tolvas se encuentran al ras del suelo.
- Al diseñar el transportador helicoidal es importante tener en cuenta la función del helicoidal en la empresa podría ampliarse o adaptarse a otros equipos, ya que la tecnología de los tornillos sin fin son sumamente adaptables como por ejemplo si se los desea usar como silos almacenadores de materia prima solo hace falta adicionar otros accesorios y encontrar los parámetros del material a granel.
- A pesar de que existen transportadores helicoidales prefabricados o de segunda mano, hay que tener en cuenta que si se opta por esa opción el entorno de su sistema existente tendrá que adaptarse al equipo que se pretende implementar, no obstante si se escoge la opción diseñar los transportadores se lo puede hacer en función a las características del proceso existen logrando adecuar de mejor manera los equipos sin sacrificar ningún aspecto del sistema anterior.
- La obtención de información de distintas fuentes fue de gran utilidad, en especial todos los datos referentes al material a transportarse ya que el diseño de los tornillos sin fin está directamente ligados a las características del material que se desea almacenar y transportar.

7. BIBLIOGRÁFICA

- [1] P. Santillán y M. H. H. Freire Quintanilla , «Sistema móvil de transportación de materia prima mediante el mecanismo de tornillo sin fin en la planta de balanceados de la estación experimental Tunshi – Espoch,» Universidad Nacional de Chimborazo, Chimborazo, 2017.
- [2] D. E. Ososrio Orellana , «Estudio, Puesta en marcha y Proposición de Ensayos para un,» Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, 2018.
- [3] A. H. Bachzea Pinto, «Propuesta de un Sistema de Transporte Helicoidal para uva,» UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA, Perú, 2019.
- [4] E. M. Herrera, « Diseño e implementación de un sistema de control distribuido para el área de produccion de balanceado,» 2018.
- [5] V. y. P. D. (. Sanchez, «Diagnóstico del nivel de automatización en las pequeñas y medianas industrias,» Ingenius, Revista de Ciencia y Tecnología., Cuenca .
- [6] Y. Esmeraldas Huachi, «Diseño e implementación de un sistema automatizado para el proceso de pasaje y molienda de materia prima en la producción de balanceado,» ESPE, Sangolquí, 2019.
- [7] M. Bonessi, « Instalación de una planta elaborada de alimentos balanceados en la provincia de la pampa, estudio de factibilidad,» Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Buenos Aires , 2012.
- [8] R. Polo Urquiza, «DISEÑO DEL CONJUNTO DE TRANSPORTADORES HELICOIDALES,» Universidad César Vallejo, Trujillo, 2017.
- [9] W. Vélez Mejía , «Diseño de un sistema de recirculación de cemento en la trampa,» ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, Guayaquil, 2015.
- [10] L. Atarama Valdiviezo, «SISTEMATIZACIÓN DE DISEÑO DE MOLINOS,» Universidad de Piura, Piura-Perú, 2018.
- [11] J. León, «DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN Y MONITOREO DEL SISTEMA DE PESAJE Y MEZCLA,» UPS, Quito, 2011.

- [12] M. Lozano, «Tolva Y Banda Transportadora,» IDOCPUB, Lima, 2019.
- [13] A. Placa Sotelo, «Condiciones de riesgo laboral y la productividad en la empresa Inyectoplast,» Universidad César Vallejo, Breña, 2021.
- [14] OMS, «Jornadas de trabajo prolongadas aumentan los riesgos laborales,» Ginebra, 2021.
- [15] A. Preciado Mendez, «Formulación y Evaluación de Proyectos,» Universidad del Valle de México, Veracruz-Mexico, 2020.
- [16] B. Ramos Espinoza, «ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA,» UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, Managua, 2017.
- [17] J. Ruiz Pulido, «Obligaciones de un ingeniero de proyectos,» Structuralia, Madrid, 2020.
- [18] P. Ramírez, «Van y TIR: Concepto, diferencias y cómo calcularlos,» Economía 3, Lima, 2021.
- [19] M. Hurtado y L. Ramos, «Diseño de una tolva de descarga para una mayor rentabilidad en el ciclo de acarreo en la galería 666,» Universidad Tecnológica de Perú, Arequipa, 2021.
- [20] M. HELICOIDALES, «Componentes y Accesorios para Manejo de materiales,» Martin, Albemarle, 2016.

8. ANEXOS

Anexo A: Análisis de Costos.

Costos directos	Valor
Tornillo transportador helicoidal 1	\$500
Tornillo transportador helicoidal 2	\$600
Tolva 1	\$90
Tolva 2	\$100
Motores de 3 y 2 HP	\$400
Material eléctrico	\$100
Total	\$1790

Costos indirectos	Valor
Transporte	\$50
Total	\$50

Imprevistos	Valor
Gastos varios	\$80
Total	\$80

Costos indirectos	Valor
Maquinaria y materiales	\$1790
Transporte	\$50
Imprevistos	\$80
Asesoría externa	\$40
Parte intelectual de los postulantes	\$500
Total	\$2460

Anexo B: Ubicación de la maquinaria inicialmente para la producción de varias toneladas de balanceado.



Figura B.1. Sistema anterior.



Figura B.2. Sistema con transportadores implementados.

Anexo C: Adquisición de valores de intensidad eléctrica en los motores del sistema

Figura D.1. medición de la intensidad del motor acoplado al molino durante el proceso de trabajo



Figura D.2. Medición de intensidad en la salida de la protección térmica de la mezcladora durante el proceso de trabajo



Figura D.3. Intensidad de trabajo del transportador 1



Figura D.4. Intensidad de trabajo del transportador 2



Anexo D: Valor tomado según el ARCONEL

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ELECTRICIDAD



PERIODO: ENERO - DICIEMBRE

EMPRESAS ELÉCTRICAS:

AMATO-AZOGUES-CNEL BOLÍVAR-CENTROSUR-COTOPAXI-NORTE-RIOBAMBA-SUR

CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS

ENERO - DICIEMBRE

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD kWh-mes)	ENERGÍA (USD kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD Consumidor)	
CATEGORÍA RESIDENCIAL				
NIVEL VOLTAJE BAJO Y MEDIO VOLTAJE				
1-50		0,091	1,414	
51-100		0,093		
101-150		0,095		
151-200		0,097		
201-250		0,099		
251-300		0,101		
301-350		0,103		
351-500		0,105		
501-700		0,1285		
701-1000		0,1450		
1001-1500		0,1709		
1501-2500		0,2752		
2501-3500		0,4300		
Superior		0,6812		
RESIDENCIAL TEMPORAL				
		0,1285		
CATEGORÍA BAJO VOLTAJE SIN DEMANDA				
NIVEL VOLTAJE BAJO VOLTAJE SIN DEMANDA				
COMERCIAL				
1-300		0,092	1,414	
Superior		0,103		
E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS, SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES				
1-300		0,062		
Superior		0,093		
BOMBEO AGUA				
1-300		0,072		
Superior		0,083		
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE				
1-300		0,058		
Superior		0,066		
INDUSTRIAL ARTESANAL				
1-300		0,073		
Superior		0,089		
ASISTENCIA SOCIAL, BENEFICIO PÚBLICO Y CULTO RELIGIOSO				
1 - 100		0,034		
101-200		0,036		
301-350		0,038		
Superior		0,063		
NIVEL VOLTAJE BAJO VOLTAJE CON DEMANDA				
COMERCIALES				
	4,790	0,090	1,414	
INDUSTRIALES				
	4,790	0,080		
ENTIDADES OFICIALES, ESCENARIOS DEPORTIVOS SERVICIO COMUNITARIO Y ABONADOS ESPECIALES				
	4,790	0,080		
BOMBEO AGUA				
	4,790	0,070		

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ELECTRICIDAD

Anexo E: Planillas tarifarias del mes de Diciembre del 2021.



EMPRESA ELÉCTRICA
PROVINCIAL COTOPAXI S.A.

** DESCARGUELA AQUÍ **



EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A. ELEPCOSA

R.U.C.: 0590042110001

DIR. MATRIZ: MARQUES DE MAENZA 5-44 Y QUIJANO Y ORDONEZ

TELEFONO: 032994440

AGENTE DE RETENCION - CONTRIBUYENTE ESPECIAL NRO.: 4519

OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD : SI

FACTURA No.: 001-020-011209152

FORMA DE PAGO : Efectivo.

AUTORIZACIÓN : 2912202101059004211000120010200112091522005091114

MES DE CONSUMO: DICIEMBRE/2021 --- FECHA DE EMISIÓN : 2021-12-29 FECHA DE VENCIMIENTO : 2022-01-18

INFORMACION DEL CONSUMIDOR

Razón Social/Apellidos y Nombres: BAUTISTA GAVILANEZ MARIA EMPERATRIZ

Código Unico Eléctrico Nacional: 0600079234

RUC o Cédula de Ciudadanía : 0502120801

Dirección de Servicio: X

Dirección de Notificación: X

Correo Electrónico: Cliente NO registra correo electrónico

Provincia: COTOPAXI

Cantón: SALCEDO

Parroquia: SAN MIGUEL

Geocódigo: 002-SMO-121-00165

Cliente: 93783

Cuenta: 79234

Medidor: 175423

Tarifa: R -> Residencial

Lectura Anterior: 13,925 - 2021-12-01

Lectura Actual: 14,133 - 2021-12-31

Consumo en KWH.: 208

Días: 31

FACTURACION SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

CONCEPTO	VALOR UNITARIO	IMPUESTO	VALOR TOTAL
Consumo	\$ 19.59	\$ 0.00	\$ 19.59
Comercializaci	\$ 1.41	\$ 0.00	\$ 1.41
Subsidio Solidario +	\$ 2.10	\$ 0.00	\$ 2.10
Tasa de Alumbrado Pblco	\$ 3.87	\$ 0.00	\$ 3.87
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO (A):			\$ 26.97

VALORES PENDIENTES	
MESES IMPAGOS	47
(C) VALOR ADEUDADO	\$ 774.78

* Valores a la Fecha de Emisión

SUBTOTAL 12%	\$ 0.00
SUBTOTAL 0%	\$ 26.97
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	\$ 26.97
IVA 12%	\$ 0.00
(A) SERVICIO ELECTRICO (FACTURA)	\$ 26.97
(+C) VALORES PENDIENTES	\$ 774.78
(D) TOTAL SERVICIO ELECTRICO	\$ 801.73



EL GOBIERNO
SUBSIDIA
ESTE SERVICIO

*** SUBSIDIOS DEL GOBIERNO ***	
TARIFA DE LA DIGNIDAD	\$ 0.00
COCCION ELECTRICA:	\$ 0.00
CALENTAMIENTO DE AGUA:	\$ 0.00
SUBSIDIO TARIFA ELECTRICA:	\$ 16.58
TOTAL AHORRO:	\$ 16.58

Anexo F: Planilla Tarifaria del mes de Febrero del 2022



** DESCARGUELA AQUÍ **



EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A. ELEPCOSA
 R.U.C.: 0590042110001
 DIR. MATRIZ: MARQUES DE MAENZA 5-44 Y QUIJANO Y ORDONEZ
 TELEFONO: 032994440
 AGENTE DE RETENCION - CONTRIBUYENTE ESPECIAL NRO.: 4519
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD : SI
 FACTURA No.: 001-020-011518138 FORMA DE PAGO : Efectivo.
 AUTORIZACIÓN : 2802202201059004211000120010200115181382005091110
 MES DE CONSUMO: FEBRERO/2022 --- FECHA DE EMISIÓN : 2022-02-28 FECHA DE VENCIMIENTO : 2022-03-20

INFORMACION DEL CONSUMIDOR

Razón Social/Apellidos y Nombres: BAUTISTA GAVILANEZ MARIA EMPERATRIZ Código Unico Eléctrico Nacional: 0600079234
 RUC o Cédula de Ciudadanía : 0502120801
 Dirección de Servicio: X
 Dirección de Notificación: X
 Correo Electrónico: Cliente NO registra correo electrónico
 Provincia: COTOPAXI Cantón: SALCEDO Parroquia: SAN MIGUEL Geocódigo: 002-SMO-121-00165
 Cliente: 93783 Cuenta: 79234 Medidor: 175423 Tarifa: R -> Residencial
 Lectura Anterior: 14,288 - 2022-02-01 Lectura Actual: 14,414 - 2022-02-28 Consumo en KWH: 126 Dias: 28

FACTURACION SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

CONCEPTO	VALOR UNITARIO	IMPUESTO	VALOR TOTAL
Consumo	\$ 11.67	\$ 0.00	\$ 11.67
Comercializaci	\$ 1.41	\$ 0.00	\$ 1.41
Subsidio Solidario +	\$ 1.31	\$ 0.00	\$ 1.31
Tasa de Alumbrado Pblico	\$ 2.41	\$ 0.00	\$ 2.41
SUBTOTAL SERVICIO ELECTRICO (A):			\$ 16.80

VALORES PENDIENTES	
MESES IMPAGOS	49
(C) VALOR ADEUDADO	\$ 844.56

* Valores a la Fecha de Emisión

SUBTOTAL 12%	\$ 0.00
SUBTOTAL 0%	\$ 16.80
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	\$ 16.80
IVA 12%	\$ 0.00
(A) SERVICIO ELECTRICO (FACTURA)	\$ 16.80
(+C) VALORES PENDIENTES	\$ 844.56
(D) TOTAL SERVICIO ELECTRICO	\$ 861.36



*** SUBSIDIOS DEL GOBIERNO ***	
TARIFA DE LA DIGNIDAD	\$ 0.00
COCCION ELECTRICA:	\$ 0.00
CALENTAMIENTO DE AGUA:	\$ 0.00
SUBSIDIO TARIFA ELECTRICA:	\$ 10.24
TOTAL AHORRO:	\$ 10.24

Anexo G: Metodo Ovako Working Analysis System (OWAS)

Figura G.1. Categoría de riesgo OWAS

Categoría de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
1	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción.
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Figura G.2. Codificación de las posiciones de la espalda.

Posición de la espalda	Código
<p>Espalda derecha</p> <p>El eje del tronco está alineado con el eje caderas-piernas</p>	
<p>Espalda doblada</p> <p>Puede considerarse que ocurre para inclinaciones mayores a 20°</p>	
<p>Espalda con giro</p> <p>Existe torsión del tronco inclinación lateral superior a 20°</p>	
<p>Espalda doblada con giro</p> <p>Existe flexión del tronco y giro (o inclinación) de forma simultánea</p>	

Figura G.3. Codificación de las posiciones de los brazos.

Los dos brazos bajos	
Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros	
Un brazo bajo y el otro elevado	
Un brazo del trabajador está situado bajo el nivel de los hombros y el otro está por encima del nivel de los hombros	
Los brazos elevados	
Ambos brazos del trabajador están situados encima del nivel de los hombros	

Figura G.4. Codificación de las posiciones de las piernas.

Posición de las piernas	Código
Sentado (El trabajador permanece sentado)	
De pie con las 2 piernas rectas (Las dos piernas rectas y con el peso equilibrado entre ambas)	
De pie con una pierna recta y la otra flexionada (de pie con una pierna recta y la otra flexionada con el peso desequilibrado entre ambas)	
De pie o en cuclillas con las 2 piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas (puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150°)	
De pie o en cuclillas con las 2 piernas flexionadas y el peso desequilibrado (puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150°)	
Arrodillado (el trabajo apoya una o las 2 rodillas en el piso)	
Andando (El trabajador camina)	

Figura H.5. Codificación de la carga y fuerza soportada

Carga o fuerza	Código
Menos de kg	
Entre 10 y 20 kg	
Más de 20 kg	

Anexo H: Manual de mantenimiento preventivo.

MANUAL



Anexo I: Planos del sistema de transporte de materia prima.

PLANOS DEL SISTEMA

