

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SISTEMA DE VACIADO Y EXTRACCIÓN DE HARINA
DE SOYA EN LA BODEGA DEL MOLINO DE LA FINCA AVÍCOLA LAS DELICIAS, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDUARDO ALFREDO GODOY MANSILLA

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA DE REDISEÑO DEL SISTEMA DE VACIADO Y EXTRACCIÓN DE HARINA DE SOYA EN LA BODEGA DEL MOLINO DE LA FINCA AVÍCOLA LAS DELICIAS, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha de abril de 2012

Eduardo Alfredo Godoy Mansilla

AGRADECIMIENTOS A:

- | | |
|---|---|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | Escuela de Ingeniería Mecánica, por acogerme y realizar mis estudios en tan prestigioso recinto. |
| Segrasa, S.A. | Por brindarme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). Y aprender sobre la industria. |
| Sr. René Orozco | Por el apoyo brindado dentro de la planta y por trasmitirme sus conocimientos sin recelo alguno que permitieron poder realizar este proyecto. |
| Ing. Edwin Sarceño | Por brindarme toda su ayuda y consejos para realizar mi EPS. |

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Identificación.....	1
1.2.1. Visión.....	2
1.2.2. Misión	2
1.3. Estructura organizacional	2
1.4. Ubicación.....	4
1.5. Generalidades del proceso de producción de concentrado avícola	5
1.5.1. Descripción del producto	6
1.5.2. Descripción del proceso	7
1.5.2.1. Área de silos	7
1.5.2.2. Bodegas de soya	8
1.5.2.3. Molino	8
1.5.2.4. Área de pesado	8
1.5.2.5. Área de premezclado.....	9
1.5.2.6. Empacado, estibado y distribución	9

2.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL	11
2.1.	Diagnóstico de la situación actual	11
2.1.1.	Definición del problema	11
2.1.2.	Causa y efecto	13
2.1.3.	Análisis FODA	14
2.2.	Plan estratégico.....	16
2.2.1.	Análisis de problemas que presenta la instalación	16
2.2.1.1.	Sistema de vaciado	16
2.2.1.2.	Sistema de extracción	17
2.2.2.	Análisis de requerimientos	17
2.2.2.1.	Sistema de vaciado	18
2.2.2.2.	Sistema de extracción	18
2.3.	Descripción de equipo instalado.....	18
2.3.1.	Conceptos generales.....	19
2.3.1.1.	Elevador de cangilones	19
2.3.1.2.	Transportador de tornillo sin fin	21
2.3.1.3.	Tubería galvanizada	23
2.3.1.4.	Motor eléctrico.....	25
2.3.1.5.	Molino de martillos.....	28
2.3.1.6.	Bomba de engranajes	30
2.3.1.7.	Medidor de flujo volumétrico.....	31
2.3.1.8.	Mezcladora.....	33
2.4.	Propuesta de nueva infraestructura	36
2.4.1.	Análisis de ubicación	36
2.4.1.1.	Bodegas	36
2.4.2.	Equipo instalado.....	38
2.4.2.1.	Elevador de cangilones	38
2.4.2.2.	Tornillos sin fin.....	39

3.	FASE DE INVESTIGACIÓN	41
3.1.	Ahorro energético	41
3.1.1.	Equipos instalados.....	41
3.1.2.	Consumo energético.....	43
3.1.2.1.	Fórmulas para el ahorro de energía.....	44
3.1.2.2.	Consumos por equipo.....	46
3.1.2.3.	Tendencia de costos y consumo	47
3.1.3.	Análisis de costos actuales.....	48
3.1.4.	Higiene y seguridad ocupacional	51
3.1.4.1.	Justificación	52
3.1.4.2.	Lineamientos básicos para un plan de seguridad e higiene ocupacional	54
3.1.4.3.	Conceptos generales	55
3.1.4.4.	Plan de seguridad e higiene ocupacional.....	56
3.2.	Propuesta de mejora	60
3.2.1.	Plan de acción para las bodegas	60
3.2.1.1.	Sistema de vaciado.....	60
3.2.1.2.	Sistema de extracción.....	61
3.2.1.3.	Justificación	68
3.2.2.	Costos de inversión	69
3.2.2.1.	Sistema de vaciado.....	70
3.2.2.2.	Sistema de extracción.....	71
3.2.2.3.	Equipos eléctricos.....	73
3.2.2.4.	Costos totales en la implementación de las propuestas	75

4.	FASE DE DOCENCIA.....	79
4.1.	Capacitación del personal	79
4.1.1.	Evaluación del plan de capacitación	80
4.2.	Evaluación del desempeño	82
4.2.1.	Nivel del desempeño	83
4.2.2.	Programa de motivación.....	86
	CONCLUSIONES.....	91
	RECOMENDACIONES.....	93
	BIBLIOGRAFÍA.....	95
	APÉNDICES.....	97

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Departamento Administrativo de la finca avícola Las Delicias, Segrasa S.A.....	3
2.	Departamento de Producción de la finca avícola Las Delicias, Segrasa S.A.....	3
3.	Granjas de la finca avícola Las Delicias, Segrasa S.A.	4
4.	Plano de ubicación finca avícola Las Delicias, Segrasa S.A.	4
5.	Plano vista aérea del molino Segrasa S.A.....	5
6.	Flujograma del proceso	10
7.	Interior bodega principal de harina de soya	12
8.	Personal del molino realizando apaleo	13
9.	Árbol Causa y Efecto	14
10.	Elevador de cangilones utilizado para trasladar el concentrado	20
11.	Elementos de un transportador de tornillo sin fin	22
12.	Ramificación de tuberías del elevador de cangilones principal.....	25
13.	Carcasa de un motor trifásico	27
14.	Motor trifásico utilizado para impulsar los tornillos sin fin	27
15.	Elementos básicos de un molino de martillos	29
16.	Molino de martillos utilizado para la molienda del maíz	29
17.	Bomba de engranajes utilizada para inyectar el aceite de soya a la mezcladora	31
18.	Elementos básicos de un medidor de flujo volumétrico de disco oscilante.....	32
19.	Medidor de flujo volumétrico de disco oscilante marca Neptune	33

20.	Mezcladora con capacidad para 50 quintales	35
21.	Plano en vista de planta de bodegas de harina.....	37
22.	Referencia de ubicación del elevador de cangilones	38
23.	Referencia de ubicación de los diversos transportadores de tornillo sin fin ubicados en el molino	40
24.	Gráfica de consumo y costo por equipo	48
25.	Perfiles de bodegas.....	62

TABLAS

I.	Ingredientes de cada tipo de alimento	6
II.	Análisis FODA	15
III.	Elevadores de cangilones continuos	20
IV.	Motores eléctricos instalados en las bodegas de harina	42
V.	Cantidad total de equipos	42
VI.	Factores de potencia representativos de motores trifásicos de inducción.....	43
VII.	Tarifas de costo del Kwh para 2013	46
VIII.	Consumos de equipos instalados en las bodegas de harina.....	47
IX.	Costo de materia prima	50
X.	Valores de coeficiente de relleno.....	64
XI.	Coeficientes de disminución del flujo de material	65
XII.	Coeficientes de resistencia del material	66
XIII.	Costo de materiales sistema de vaciado	70
XIV.	Costo de mano de obra sistema de vaciado.....	70
XV.	Costos totales sistema de vaciado	71
XVI.	Tiempo estimado de realización	71
XVII.	Costo de materiales sistema de extracción	71
XVIII.	Costo mano de obra sistema de extracción.....	72

XIX.	Costos totales sistema de extracción	72
XX.	Tiempo estimado de realización	73
XXI.	Costo de equipos	73
XXII.	Costo de mano de obra de equipos	74
XXIII.	Costos totales de equipos	74
XXIV.	Tiempo estimado de instalación	74
XXV.	Costos totales de propuesta.....	75
XXVI.	Costo de pérdidas y operarios.....	76
XXVII.	Costo de pérdidas, operarios y consumo actual.....	77
XXVIII.	Costo de pérdidas, operarios y consumo según propuesta	77
XXIX.	Niveles del desempeño	83

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Hp	Caballos de fuerza
i	Corriente
∅	Diámetro
Hz	Hertz
kg	Kilogramo
kw	Kilovatio
lb	Libras
±	Más/menos
m	Metro
m³	Metros cúbicos
mm	Milímetro
'	Pie

% Porcentaje

“ Pulgada

q Quintal

v Voltio

GLOSARIO

Accidente	Cualquier suceso que es provocado por una acción violenta y repentina ocasionada por un agente externo involuntario, da lugar a una lesión corporal.
Bodega	Lugar donde se guarda o almacenan ordenadamente los materiales, se despacha y reciben materiales. También incluyen patios de almacenamiento, zonas de carga y descarga.
Caja reductora	Mecanismo que consiste generalmente en un grupo de engranajes, con el que se consigue mantener la velocidad de salida.
Carcasa	Conjunto de piezas duras y resistentes, que dan soporte (interno) o protegen (externo) a otras partes de un equipo o construcción.
Corriente eléctrica	Es el flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material, también conocida como intensidad eléctrica.
Eje	Es un elemento constructivo destinado a guiar el movimiento de rotación a una pieza o conjunto de piezas, como una rueda o un engranaje.

Extracción	Proceso mediante el cual se traslada la harina de soja hacia la mezcladora por medio de un elevador de cangilones.
Hertz	El hertzio, hercio o Hertz (símbolo Hz), es la unidad de frecuencia del Sistema Internacional de Unidades.
Higiene Industrial	Ciencia dedicada a la participación, reconocimiento, evaluación y control de factores o elementos en el ambiente de trabajo, los cuales pueden causar enfermedad, deterioro de salud, incomodidad e ineficiencia en los trabajadores.
Lubricación	Técnica empleada para reducir el rozamiento entre dos superficies que se encuentran muy próximas y en movimiento una respecto de la otra.
Mantenimiento	Conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal y la eficiencia en la maquinaria.
Partícula Suspendida	Se define como la acumulación de gotitas de un sólido o líquido en la atmósfera ambiental generada a partir de alguna actividad antropogénica o natural. Si una corriente de aire contaminado es visible, las partículas que contienen lo provocan.

Proceso	Secuencia de pasos en la cual interaccionan las personas, equipos, herramientas, materiales, energía y la información necesaria para transformar las materias primas en productos de utilidad.
RPM	Revoluciones por minuto a que gira cualquier maquina motriz o conducida.
Seguridad Industrial	Conjunto de conocimientos técnicos y su aplicación para la reducción, control y eliminación de accidentes en el trabajo.
Transmisión	Mecanismo encargado de transmitir potencia entre dos o más elementos dentro de una máquina.
Vaciado	Proceso mediante el cual se traslada la harina de soja proveniente del proveedor hacia las bodegas mediante un elevador de cangilones.

RESUMEN

La finca avícola Las Delicias, Segrasa S.A., forma parte de una de las más grandes productoras de huevo en el mercado nacional, esto se debe a su excelente calidad de producto desde el proceso de alimentación de las aves en sus edades más críticas pasando por su evolución dentro de la granja, hasta que el producto final es almacenado y distribuido para su comercialización.

Cuando se habla de concentrado para aves, se refiere a la mezcla de maíz de importación por concepto de estándares necesarios y control de calidad, harina y aceite de soya, los cuales forman parte de la composición general del concentrado.

El concentrado es vital para las aves en sus distintas etapas de postura, por lo cual la fórmula de este cambia de acuerdo a las necesidades que se presenten, con esto se garantiza la salud de las aves y el producto final en cuestión, cumpliendo así con la durabilidad y calidad del huevo.

Al comparar el sistema actual con el sistema ya mejorado se logró encontrar beneficios que aumentarían la eficacia y productividad del proceso de elaboración de concentrado.

También se encuentra una propuesta de Producción más Limpia, para lograr un ahorro en energía eléctrica generada por motores en el área de las bodegas de harina de soya. La propuesta, muestra la importancia de mantener actualizados los motores eléctricos, para que estos permanezcan funcionando con alta eficiencia.

OBJETIVOS

General

Que la empresa cuente con un sistema de vaciado y extracción de harina de soya más eficiente y con esto poder lograr optimizar tiempos en el proceso y costos de operación.

Específicos

1. Mejorar la distribución de la harina en cuanto al llenado de las bodegas.
2. Reducir considerablemente los tiempos de extracción de la harina.
3. Identificar los aspectos a considerar en la implementación del mejoramiento de equipo e instalaciones.
4. Disminuir los paros de producción, generados por corrección de fallas ocasionadas por sobrecargar los equipos, para reducir costos en mantenimiento.
5. Velar por el ahorro de energía en motores eléctricos con eficiencias bajas, funcionamiento innecesario y antigüedad de los mismos.
6. Incentivar a la empresa a tomar medidas básicas de seguridad e higiene ocupacional.

INTRODUCCIÓN

La industria avícola guatemalteca es uno de los sectores más importantes dentro de la actividad agropecuaria del país. A partir de la década de los sesenta, la industria avícola comenzó a desarrollarse aceleradamente como resultado de las exoneraciones otorgadas por el Decreto Legislativo No. 1331 Ley de Fomento Avícola (diciembre de 1959), estimulando la inversión privada y dando origen al establecimiento de granjas tecnificadas. Esto originó que muy pronto los productos avícolas formaran parte integral de la dieta básica de los guatemaltecos.

Su impacto económico es positivo ya que genera alrededor de 20 000 empleos directos permanentes y unos 250 000 indirectos, provee la forma más económica de proteína animal para la población a través de la carne de pollo y los huevos de gallina. Genera aproximadamente el 2 por ciento del PIB nacional y el 8 por ciento del PIB agropecuario.

La granja avícola Las Delicias, Segrasa S.A., en búsqueda de aumentar la capacidad de producción de huevos y debido a lo poco rentable que es para esta empresa se decidió montar una instalación para la fabricación del concentrado con el fin de reducir costos. Se enfocara específicamente en un ingrediente esencial de la mezcla de dicho concentrado, teniendo la harina de soya, la cual es depositada en bodegas de concreto con un alisado interior, donde debido al diseño de estas bodegas y el sistema de vaciado y extracción de la soya para la mezcla es necesario un rediseño de ambos sistemas preliminarmente y posteriormente un rediseño completo.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. Antecedentes

La empresa comienza a operar como una pequeña granja avícola, situada en la periferia de la ciudad capital. Con el transcurrir de los años la granja fue creciendo y se fueron instalando otras granjas en diferentes lugares. De tal forma que la compra del alimento necesario para alimentar a las gallinas fue incrementándose, como consecuencia los costos de adquisición del alimento eran elevados. Fue así como se instaló un molino, creado exclusivamente para suplir la demanda del alimento de levante y postura para sus propias granjas.

Con el transcurrir de los años las necesidades del molino han aumentado, de modo que se hace necesario controlar la producción de una forma más técnica, ya que, este control se lleva de forma empírica (producto de la experiencia).

1.2. Identificación

Se identifico la trayectoria de la finca avícola Las Delicias desde sus inicios y cómo ha evolucionado a través del tiempo, la finca avícola Las Delicias se comenzó a construir aproximadamente en los años 60's. El complejo consta de tres aéreas, las cuales son las galeras destinadas a las aves de postura en sus distintas etapas (edades). Luego se tiene el molino donde se elabora el concentrado según especificaciones y requerimientos de las aves en cuestión, el cual se empezó a construir en 1992, debido a la necesidad de

abastecimiento, ya que anteriormente se cubría esta necesidad por medio de empresas externas; por último esta la bodega de almacenamiento o depósito de huevos.

Segrasa S.A., es conocido como empresa independiente de la finca, esta es donde se elabora el concentrado necesario para satisfacer la demanda de cada una de las granjas que conforman la finca avícola, en la actualidad busca la mejora de sus instalaciones debido a la demanda y crecimiento de la avícola, esto genera la necesidad de renovar equipos necesarios para el proceso y a su vez la infraestructura y con esto obtener beneficios significativos que justifiquen la inversión inicial.

1.2.1. Visión

“Ser la empresa más grande y rentable de producción de huevo comestible a nivel nacional, con futuro crecimiento hacia Centroamérica, que la posición dentro de las mejores productoras centroamericanas.”

1.2.2. Misión

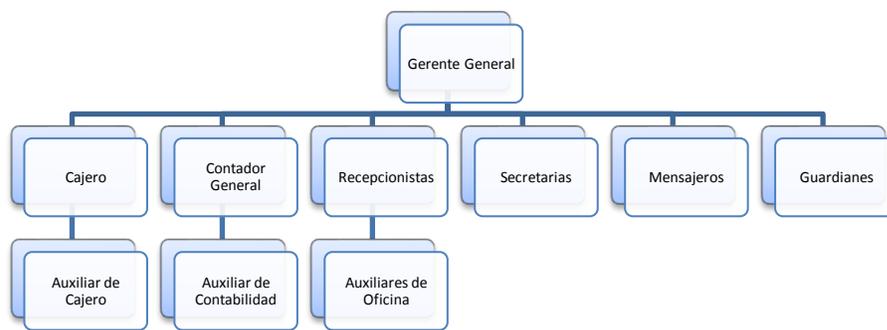
“Producir huevo comestible de alta calidad, que permita satisfacer las necesidades de los consumidores, mediante un producto fresco y confiable, a través de una operación rentable.”

1.3. Estructura organizacional

La estructura que actualmente tiene la finca avícola las delicias es una estructura funcional, muy utilizada en las granjas de gran envergadura ya que representa una agrupación dedicada a desempeñar sus tareas de forma

efectiva. La cual se basa en mantener los niveles de autoridad de la empresa (ver figuras).

Figura 1. **Departamento Administrativo de la finca avícola Las Delicias, Segrasa S.A.**



Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

Figura 2. **Departamento de Producción de la finca avícola Las Delicias, Segrasa S.A.**



Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

Figura 3. **Granjas de la finca avícola Las Delicias, Segrasa S.A.**



Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

1.4. Ubicación

La dirección del molino Segrasa S.A., es 20 avenida calle real carretera Canaán, aldea Las Tapias zona 18, en la ciudad capital.

Figura 4. **Plano de ubicación finca avícola Las Delicias, Segrasa S.A.**



Fuente: Google Maps. Consulta: 15 de enero de 2012.

En ruta hacia el Atlántico tomando como referencia la calle Martí (CA9) como punto A y siguiendo las indicaciones hasta el punto B donde se encuentra la granja avícola Las Delicias, Segrasa S. A. zona 18.

Figura 5. **Plano vista aérea del molino Segrasa S.A.**



Fuente: Google Maps. Consulta: 15 de enero de 2012.

Aquí se puede observar la vista de parte de la finca, donde se ubica el molino y el depósito.

La dirección del molino Segrasa S.A., es 20 avenida calle real carretera Canaán, aldea Las Tapias zona 18, dentro de la jurisdicción de la ciudad capital.

1.5. Generalidades del proceso de producción de concentrado avícola

La fabricación del alimento es muy variada, debido a que se elaboran para gallinas de diferentes edades, sin embargo el proceso para la elaboración es el

mismo. A continuación se detalla el proceso de producción de nutrimento de levante y postura para gallinas ponedoras.

1.5.1. Descripción del producto

El alimento completo, formulado y fortificado con aminoácidos, vitaminas y minerales con los cuales se asegura que las aves en etapa de levante y postura reciban una alimentación adecuada conforme a su edad, este se fabrica utilizando la combinación de diferentes productos los cuales llenaran los requerimientos de nutrición. Estos ingredientes se detallan en la tabla I, ordenados de acuerdo al tipo de alimento que corresponde.

Tabla I. **Ingredientes de cada tipo de alimento**

Impulsor	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Maíz	Maíz	Maíz	Maíz
Soya	Soya	Soya	Soya
Calcio	Calcio	Calcio	Calcio
Monodicalcio	Monodicalcio	Monodicalcio	Monodicalcio
Aceite de soya	Aceite de soya	Aceite de soya	Aceite de soya
Sal	Sal	Sal	Sal
Methionina	Methionina	Methionina	Secuestrante
Secuestrante	Secuestrante	Secuestrante	Postura
Fosfac	Fosfac	postura	

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

Como se puede observar hay columnas en las cuales se repiten los componentes, esto se debe a etapas en las cuales va a variar únicamente el porcentaje de componentes y no los ingredientes, de acuerdo a los requerimientos de nutrientes.

El alimento muchas veces va empacado en costales de 100 libras en cada saco, con su debida identificación al tipo de alimento que corresponde. Actualmente el alimento se carga directamente en los camiones de abastecimiento que los depositan mediante sistemas neumáticos en bandas transportadoras que distribuyen el alimento.

1.5.2. Descripción del proceso

A continuación se realiza la descripción del proceso de producción de alimento para aves de levante y postura, detallando las áreas donde se encuentra la materia prima o por las cuales tendrá que pasar para una mejor comprensión del proceso de fabricación.

1.5.2.1. Área de silos

Lo constituyen tres silos con capacidad de almacenar 48 000 quintales de maíz. El maíz (tipo americano US2), es vaciado hacia los silos, ingresando a estos por medio de elevadores, arrastrando de esta manera el maíz al interior de los silos, constituyéndose así en un inventario PSP (primero en entrar, primero en salir). A estos silos se les proporciona un mantenimiento de limpieza cada vez que uno se vacía.

El maíz es sacado por medio de un gusano, que se encuentra en la parte inferior del silo y lo conduce y descarga en una pila donde el maíz realiza una espera, para luego pasar al molino.

1.5.2.2. Bodegas de soya

Actualmente se cuenta con 3 bodegas de soya con capacidad de almacenar 18 000 quintales. En la parte inferior de la bodega de soya se encuentra un gusano, el cual transporta la soya hacia los elevadores, y estos la transportan hacia una tolva donde realiza una espera. Dicha espera se hace necesaria ya que el molino solo cuenta con una báscula electrónica para macros, entonces cuando es pesado el maíz, la soya espera en una tolva el turno para ser pesada.

1.5.2.3. Molino

En esta área es donde se muele el maíz que ha sido transportado de los silos hacia una pila de espera. El motivo por el cual el maíz tiene que entrar primero a una pila y no directamente del silo al molino, se debe a que el maíz es impulsado con velocidad regulada para ingresar gradualmente, evitando obstruir el paso del maíz hacia el molino ocasionándole fallas mecánicas, esta condición se hace necesaria para que el maíz caiga conforme a su propio peso. Después de haber sido molido es transportado hacia una tolva, donde espera a que la báscula electrónica termine de pesar la soya.

1.5.2.4. Área de pesado

En esta área se realiza el pesado de maíz y soya utilizando báscula electrónica, según requerimientos de cada fórmula. Cuando se está pesando el maíz, la soya realiza una espera y cuando se pesa soya, el maíz realiza una espera. Estos productos son dejados caer por gravedad de la tolva hacia la báscula y son sustraídos de ella por medio de un elevador que los transporta hacia una tolva de espera, para dejarlos caer hacia la mezcladora.

Cuando se está realizando esta actividad, al mismo tiempo el calcio se deja caer hacia el elevador que conduce la soya y maíz a la tolva. El calcio es transportado de la bodega de materia prima hacia el área de pesado por medio de una carreta de metal la cual tiene incluida una báscula mecánica, donde se realiza el peso del mismo.

1.5.2.5. Área de premezclado

Se le llama de premezclado, ya que en esta área se realiza el pesado de microcomponentes del alimento de levante y postura, ingredientes tales como: sal, methionina, fosfato, coxidostato, secuestrante, tylosina fosfac y vitaminas, que ayudarán a cubrir los requerimientos de nutrición del alimento. Todos son mezclados en una micromezcladora, hasta obtener una premezcla de componentes con una distribución homogénea. Luego son transportados al área de mezclado.

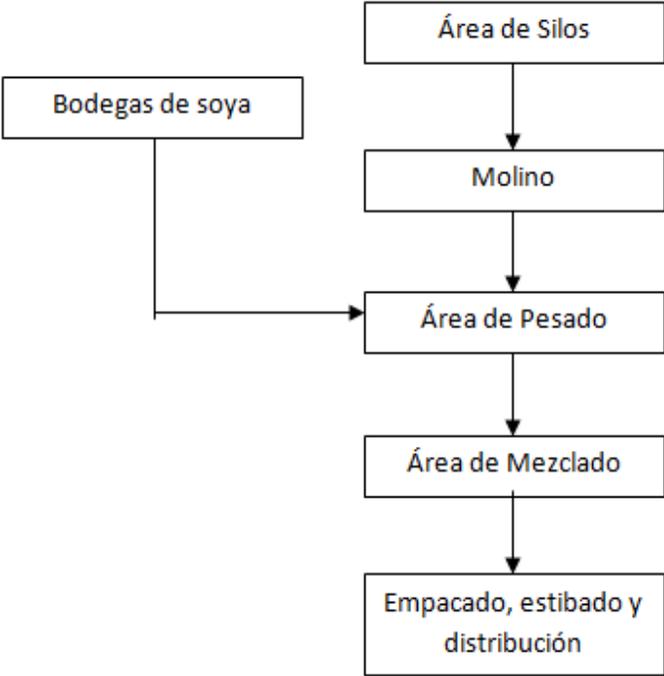
La constituye una mezcladora, en ella se depositan la soya, maíz, calcio, afrecho, el aceite de soya y la micro mezcla, todos los componentes son mezclados para ser distribuidos uniformemente en todo el alimento, cuando se termina el proceso de mezclado se tiene el nutrimento de levante o postura, luego es trasladado por medio de un elevador hacia a una tolva, donde espera ser pesado, empacado y distribuido.

1.5.2.6. Empacado, estibado y distribución

El concentrado es empacado y sellado en sacos de 100 libras. Luego de ser empacado el alimento es estibado en tarimas, listas para su despacho. Algo muy importante a ser tomado en cuenta es que el alimento no puede permanecer más de 15 días almacenado. Cuando se distribuye directamente se

procede a pesar el camión vacío y luego lleno, determinando el peso neto del concentrado; en este caso el concentrado no tiene período de almacenamiento.

Figura 6. **Flujograma del proceso**



Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diagnóstico de la situación actual

Actualmente la finca avícola Las Delicias cuenta dentro de sus instalaciones y al servicio del molino Segrasa S.A., con 3 bodegas de almacenamiento, las cuales varían en dimensión y distribución.

2.1.1. Definición del problema

Estas bodegas cuentan con un sistema de vaciado comprendido por un elevador de cangilones que directamente de los camiones de abastecimiento deposita la harina en las bodegas.

De igual forma las tres bodegas ya mencionadas cuentan con un sistema de extracción de harina utilizado para mover la haría hacia la fosa del elevador en el caso de las dos de menor capacidad y en el caso de la bodega de mayor capacidad un gusano inclinado se utiliza para depositar la harina en la tolva de premezclado para su posterior traslado hacia la mezcladora para la producción de concentrado.

Los sistemas mencionados anteriormente presentan deficiencias en su funcionamiento, enfocándose en los sistemas de vaciado y extracción, como se muestra en la figura 7, debido a su posición, altura y velocidad con que es depositada la harina, esta se aglomera en el costado opuesto al sistema de extracción y debido a la granulometría de la harina esta se compacta y es muy difícil su transporte, por lo cual es necesario que personal del molino ingrese a

las bodegas y tengan que apalear la harina para trasladarla hacia las rejillas de llenado del tornillo sin fin.

Este fallo del sistema representa poner en riesgo las vidas del personal debido a que se aspiran directamente las partículas suspendidas en el aire causando asfixia como consecuencia inmediata o problemas pulmonares a largo plazo; además de los costos económicos que implica el pago extra por este trabajo no contemplado.

Figura 7. **Interior bodega principal de harina de soya**



Fuente: finca avícola las Delicias. Segrasa S.A.

Figura 8. **Personal del molino realizando apaleo**



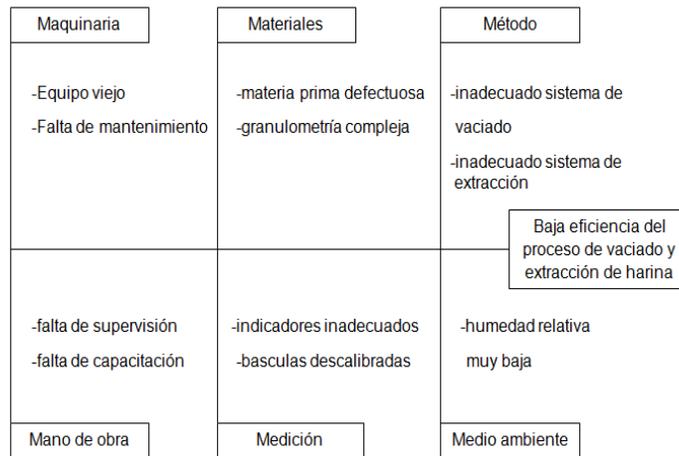
Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

2.1.2. Causa y efecto

El diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de espina de pescado, diagrama de causa-efecto, diagrama de Grandal o diagrama causal, se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pez, consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha. Es una de las diversas herramientas surgidas a lo largo del siglo XX en ámbitos de la industria.

Este diagrama causal es la representación gráfica de las relaciones múltiples de causa - efecto entre las diversas variables que intervienen en un proceso. En teoría general de sistemas, un diagrama causal es un tipo de diagrama que muestra gráficamente las entradas, el proceso, y las salidas o outputs de un sistema (causa-efecto), con su respectiva retroalimentación (*feedback*) para el subsistema de control.

Figura 9. **Árbol Causa y Efecto**



Fuente: elaboración propia.

2.1.3. Análisis FODA

Se utilizará como una técnica analítica, para identificar las fortalezas y debilidades de los recursos de la empresa y sus oportunidades y amenazas externas. Se enfocó en el mejoramiento del diseño de las bodegas y sus sistemas, esto debe estar orientado a ajustarse a los recursos y a la situación actual de la empresa. De manera que es esencial contar con una perspectiva clara de las capacidades y deficiencias de recursos con que cuenta el molino y de sus oportunidades de mercado y amenazas externas para el futuro bienestar de la empresa. La evaluación se realizó tomando en cuenta las siguientes características:

- Fortalezas y capacidades de la empresa: habilidades o destrezas importantes, activos físicos valiosos, activos humanos valiosos, activos organizacionales valiosos, activos intangibles valiosos, capacidad.

- Debilidades de los recursos de la empresa: deficiencia en las habilidades, una carencia en los activos físicos, humanos, organizacionales o intangibles.
- Oportunidades: al evaluar las oportunidades de la empresa se debe calificar los recursos existentes y que puedan ofrecer un potencial de crecimiento atractivo, sin tomar medidas agresivas para desarrollar o adquirir las capacidades de las cuales carece.
- Amenazas: la aparición de nueva tecnología más económica, el potencial de una mala adquisición, la introducción de productos nuevos y de bajo costo.

Tabla II. **Análisis FODA**

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Disposición al rediseño de los sistemas. • cuentan con amplias instalaciones. • Acceso libre a instalaciones. • Tienen capacidad para producir mayores volúmenes de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> • No hay interés por parte de los dueños hacia la mejora. • Los sistemas existentes están mal diseñados. • Presupuesto reducido. • No cuentan con plan de mantenimiento.
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • La adición de dispositivos e infraestructura. • Implementar nueva tecnología. • Oportunidad de aprovechar la capacidad de producción con que cuentan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios adversos en las tasas de cambio y en las políticas comerciales. • Cambio en las necesidades de requerimientos, debido a la calidad de los insumos.

Fuente: elaboración propia.

2.2. Plan estratégico

El plan estratégico es un documento en el que los responsables de una organización reflejan cual será la estrategia a seguir por su compañía en el medio plazo. Por ello, un plan estratégico se establece generalmente con una vigencia que oscila entre 1 y 5 años

2.2.1. Análisis de problemas que presenta la instalación

El sistema de vaciado de harina consta principalmente de una tubería de 3" de diámetro ubicada en la parte superior de cada bodega, específicamente atravesando el techo de las mismas. Esta tubería es proveniente del elevador de cangilones ubicado en la parte frontal de las bodegas pequeñas, dichas tuberías debido a la alta velocidad y arrastre de la harina tiene un desgaste alto a media altura de sección transversal causando agujeros y estos a su vez pérdida de materia prima.

2.2.1.1. Sistema de vaciado

La tubería de vaciado está instalada en el techo de las bodegas a una altura de 12 metros y una inclinación de 35 grados orientada en vista de planta hacia el extremo derecho de la bodega principal y centradas en las pequeñas, esto causa la acumulación durante el vaciado en un extremo de cada bodega por la ya mencionada inclinación de la tubería y velocidad del material. Esto ocasiona dependiendo de la cantidad a almacenar, problemas en cuanto a extraer la harina, ya que se compacta en montículos en un extremo totalmente opuesto a las rejillas del tornillo sin fin. Y en el caso contrario, cuando está a una capacidad del 60 por ciento por el propio peso de la harina, esta se compacta y obstruye su extracción.

2.2.1.2. Sistema de extracción

El sistema de extracción está ubicado en el suelo de las bodegas del lado opuesto a la tubería de vaciado. Este sistema cuenta con una extensión de $\frac{3}{4}$ de la longitud total de la bodega, básicamente es un tornillo sin fin acoplado a una chumacera en su tope y un motor eléctrico de 2 caballos de fuerza como fuerza motriz, ensamblado en una estructura metálica de sección rectangular que en su parte superior cuenta con compuertas manuales accionadas para el ingreso de la harina y proceder a su transporte.

Tiene el problema que al tener la bodega llena las compuertas debido al peso, compactación de la harina y al ser estas manuales, se atascan e impiden el ingreso de la harina. Cuando se logra la apertura de las compuertas el tornillo sin fin entra en funcionamiento pero a causa de la cantidad que ingresa por lo posición este no soporta la carga y le es imposible transportar la harina, esto causa el paro del sistema para que personal ingrese a las bodegas y por medio de apaleo liberen la carga y entre a funcionar de nuevo.

En el caso descrito en el inciso anterior cuando la capacidad de la bodega está entre 30 a 50 por ciento de su capacidad se tiene la formación de pequeños montículos opuestos a las rejillas de extracción debido a que el piso es totalmente plano y da lugar a la necesidad de que nuevamente ingrese personal y traslade la harina hacia las rejillas.

2.2.2. Análisis de requerimientos

A continuación se mencionan los requisitos que el sistema debe cumplir para un buen funcionamiento en los sistemas de vaciado y extracción. En dichos sistemas se espera su óptimo funcionamiento.

2.2.2.1. Sistema de vaciado

Como parte de los requerimientos necesarios para mejorar el desempeño del sistema de vaciado de harina de soya, se plantean los siguientes:

- Sustituir tubería de 3 pulgadas de diámetro por tubería de 6 pulgadas de diámetro
- Instalar extractores de partículas suspendidas
- Redireccionar la tubería de descarga

2.2.2.2. Sistema de extracción

Como parte de los requerimientos necesarios para mejorar el desempeño del sistema de extracción de harina de soya, se plantean los siguientes:

- Rediseñar la entrada a través de las rejillas de llenado.
- Modificar el suelo de las bodegas por medio de obra gris con diseño específico.
- Reubicar las rejillas de llenado.
- Montar los gusanos (tornillos sin fin) en nueva ubicación según diseño.
- Instalar nuevos motores eléctricos de mayor potencia y eficiencia para compensar carga de trabajo y consumo.

2.3. Descripción de equipo instalado

El equipo está distribuido en el área de producción de acuerdo a las necesidades de fabricación del alimento. A continuación se describe y enfatizan ciertos aspectos generales del equipo que se utiliza en el proceso de fabricación del concentrado avícola.

2.3.1. Conceptos generales

Los equipos instalados en la planta se describen de forma general a continuación, se hace mención a los cangilones, tornillo sin fin, elevadores y tuberías por mencionar algunos.

2.3.1.1. Elevador de cangilones

Es un mecanismo que se emplea para el acarreo o manejo de materiales a granel verticalmente como en el caso de granos, semillas, fertilizantes entre otros. Sería el equivalente vertical de la cinta transportadora. Los elevadores de cangilones son de 2 tipos:

- Cadena y cangilones, en el cual los cangilones están sujetos a una o dos cadenas;
- Banda y cangilones, en el cual están unidos a bandas (correas) de lona o de caucho. Cualquiera de los dos tipos puede ser vertical o inclinado y tener cangilones continuos o discontinuos. Los elevadores de cangilones se utilizan para elevar cualquier material a granel que no se adhiera al cangilón. Los elevadores de banda y cangilones se adaptan en particular para el manejo de materiales abrasivos que producirían desgaste excesivo en cadenas. La longitud de los elevadores está limitada por la resistencia de las cadenas o bandas. Pueden armarse en varias secciones hasta de 30 metros (100 pies) de longitud, aunque en promedio miden de 7,6 a 23 metros (25 a 75 pies).

Figura 10. **Elevador de cangilones utilizado para trasladar el concentrado**



Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

Tabla III. **Elevadores de cangilones continuos**

Tamaño del Cangilón, Pulg	Tamaño máximo de Terrones, pulgn		Capacidad Con material De 50 lb/pie ³ A 100 pie/min, Ton cortas/h
	Todo en Terrones	10% en terrones	
10 x 5 x 8	¾	2½	17
10 x 7 x 12	1	3	21
12 x 7 x 12	1	3	25
14 x 7 x 12	1	3	30
14 x 8 x 12	1¼	4	36
16 x 7 x 12	1½	4½	42
18 x 8 x 12	1½	4½	46

Fuente: Manual del ingeniero mecánico, pp. 120

Los elevadores de banda y cangilones son ventajosos para granos, cereales, hornadas para vidrio, arcilla, cisco de coque, arena y otros abrasivos, si la temperatura no es lo bastante alta para chamuscar la banda menor que 121 grados centígrados (250 grados Fahrenheit) para caucho natural.

2.3.1.2. Transportador de tornillo sin fin

Este equipo está diseñado para realizar el transporte de material mediante una espiral basado en el principio de Arquímedes. Tienen la posibilidad de trabajar en diferentes ángulos desde la horizontal hasta la vertical, siempre y cuando sea adaptado para tal fin.

Diseñados para transportar cualquier tipo de material o bien residuos orgánicos en el tratamiento de aguas, transporte de sólidos en infinidad de industrias y aplicaciones de toda índole, son equipos los cuales se diseñan según necesidades: tipo material a transportar, inclinación, caudal a transportar, velocidad de translación de los materiales, etc.

Según el uso que se quiera dar estos se fabricaran de diferentes formas y materiales, cambiando su geometría, tanto estructural como la espiral.

Tienen infinidad de combinaciones con lo que le da la capacidad de adaptarse a cualquier tipo de proceso, pudiendo combinar la posición de la tolva de carga, boca de salida, grupo de accionamiento, posición de trabajo etc.

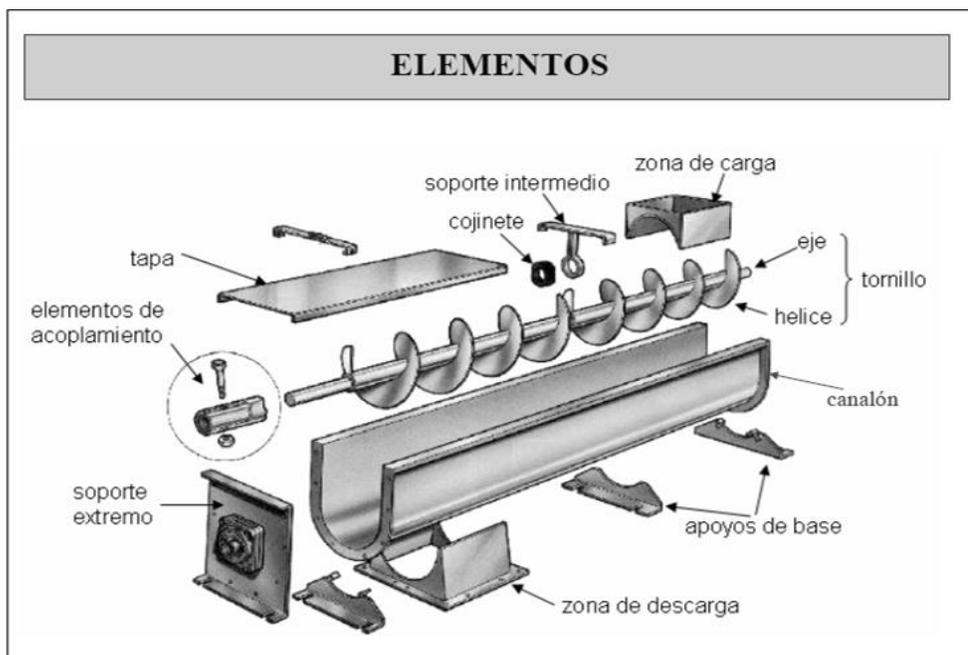
- Principio de funcionamiento

El transportador se pone funcionamiento a través del sistema motor que consta de un reductor y le suministra el movimiento al tronillo sin fin de alas

helicoidales el cual va montado en cojinetes y chumaceras, en dependencia de la longitud del mismo hasta 50 metros máxima tendrá cojinetes intermedios que funcionaran como puntos a apoyo para evitar flexiones o la distorsión de la espiral.

La carga se realizara por un extremo en la parte superior y la descarga se realizara por la parte inferior del otro extremo.

Figura 11. **Elementos de un trasportador de tornillo sin fin**



Fuente: Manual del ingeniero mecánico, pp. 89

El canalón del transportador de tornillo sin fin se suele fabricar de chapa de acero de 2 a 8 milímetros de espesor. El paso del tornillo es $t = (0,5 \div 1,0) D$, donde D es el diámetro del tornillo. Cuanto más ligero sea el material a transportar, tanto mayor se toma el paso. La velocidad de rotación del tornillo

depende de la naturaleza de la carga a transportar y del diámetro del tornillo y se adopta tanto mayor cuanto menor es el peso a granel, la abrasividad de las cargas y el diámetro del tornillo. Para los materiales pesados, la velocidad de rotación suele ser cerca de 50 revoluciones por minuto y para los ligeros, hasta 150 revoluciones por minuto.

El área de relleno del canalón del transportador es

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

Donde λ es el coeficiente de relleno de la sección del canalón tomando menor que la unidad, para evitar el amontonamiento de material cerca de los cojinetes intermedios.

Se toman los siguientes valores de λ para las distintas cargas:

Pesadas y abrasivas.....	0,125
Pesadas poco abrasivas.....	0,25
Ligeras poco abrasivas.....	0,32
Ligeras no abrasivas.....	0,4

2.3.1.3. Tubería galvanizada

El galvanizado o galvanización es el proceso electroquímico por el cual se puede cubrir un metal con otro. La función del galvanizado es proteger la superficie del metal sobre el cual se realiza el proceso.

El galvanizado más común consiste en depositar una capa de zinc (Zn) sobre hierro (Fe); ya que, al ser el zinc más oxidable, menos noble, que el hierro y generar un óxido estable, protege al hierro de la oxidación al exponerse al oxígeno del aire.

Para evitar la corrosión en general es fundamental evitar el contacto entre materiales disímiles, con distinto potencial de oxidación, que puedan provocar problemas de corrosión galvánica por el hecho de su combinación.

Comúnmente este tipo de tubería es fabricada en frío con lámina SAE-1008 pero puede variar según aplicaciones especiales, la cual se galvaniza en caliente por inmersión garantizando una capa promedio de 550 gramos por milímetro cuadrado.

- Aplicaciones

Se usa de modo general en tuberías para la conducción de agua cuya temperatura no sobrepase los 60 grados centígrados ya que entonces se invierte la polaridad del zinc respecto del acero del tubo y este se corroe en vez de estar protegido por el zinc.

También se utiliza para la conducción de fluidos, como, aceite, gas, aire comprimido, entre otros, en nuestro caso se utiliza para conducir granos y harinas desde alturas considerables por lo tanto el desgaste es considerable.

Figura 12. **Ramificación de tuberías del elevador de cangilones principal**



Fuente: finca avícola las Delicias. Segrasa S.A.

2.3.1.4. Motor eléctrico

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de campos magnéticos. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías.

Los motores eléctricos satisfacen una amplia gama de necesidades de servicio, desde arrancar, acelerar, mover, o frenar, hasta sostener y detener una carga. Estos motores se fabrican en potencias que varían desde una pequeña fracción de caballo hasta varios miles, y con una amplia variedad de velocidades, que pueden ser fijas, ajustables o variables.

En cuanto a los tipos de motores eléctricos genéricamente se distinguen motores monofásicos, que contienen un juego simple de bobinas en el estator, y polifásicos, que mantienen 2, 3 o más conjuntos de bobinas dispuestas en círculo.

Según la naturaleza de la corriente eléctrica transformada, los motores eléctricos se clasifican en motores de corriente continua, también denominada directa, motores de corriente alterna, que a su vez, se agrupan, según su sistema de funcionamiento, en motores de inducción, motores sincrónicos y motores de colector. Tanto unos como otros disponen de todos los elementos comunes a las máquinas rotativas electromagnéticas.

- Motores trifásicos

La sección del motor de inducción trifásico, tal como se muestra en la figura 13, se compone de un bastidor o estator fijo, un bobinado trifásico alimentado por una red eléctrica trifásica y un rotor giratorio. No hay ninguna conexión eléctrica entre el estator y el rotor. Las corrientes del rotor se inducen desde el estator a través del entrehierro. Tanto el estator como el rotor están fabricados de una lámina de núcleo altamente magnetizable que proporciona pérdidas por corrientes de Foucault e histéresis bajas.

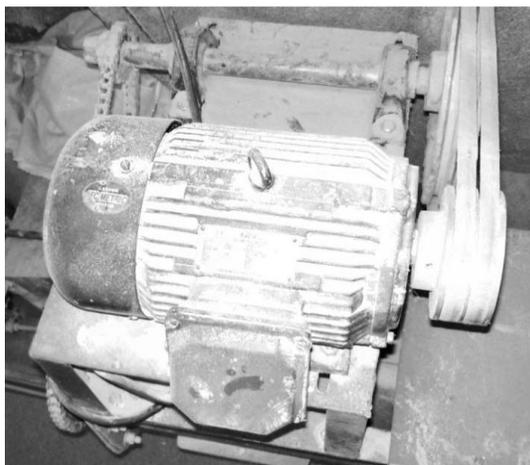
Figura 13. **Carcasa de un motor trifásico**



Fuente: http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/icg-wp000_-es-p.pdf consulta 2 de febrero de 2013.

El motor de inducción trifásico, también llamado motor asíncrono, es hoy día el motor eléctrico que más se utiliza en las aplicaciones industriales, sobre todo el motor con rotor de jaula de ardilla. En Guatemala se utiliza una frecuencia en el sistema de 60 Hertz.

Figura 14. **Motor trifásico utilizado para impulsar los tornillos sin fin**



Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

2.3.1.5. Molino de martillos

Este es un método efectivo para desarrollar una adecuada trituración y pulverización. Opera con una gran gama de martillos que reducen el material a un tamaño deseado. El tamaño final del producto depende del tamaño de las aberturas de las pantallas, el número, tamaño y tipo de los martillos, y la configuración de platos ajustables y la velocidad del rotor.

Los molinos de martillo usualmente consisten de una serie de barras de libre movimiento (martillos) adjuntos a pivotes los cuales están sujetos a barra rotatoria. Las botellas que son alimentadas al mecanismo son quebradas por los martillos y luego descargadas. Los pivotes ayudan a los martillos a transferir la energía de impacto hacia el material a reducir mientras se minimiza el desgaste en los martillos y se mantiene la velocidad en la barra, protegiendo los rulimanes de la barra principal.

Un molino tritura material que tiende a ser fácilmente reducido a pequeños pedazos, por medio de impactos contra un martillo rotatorio (el cual típicamente trabaja a 750 RPM y 1800 RPM). El material resultante es luego presionado contra un plato sólido y rugoso el cual reduce aún más el tamaño de los fragmentos. Finalmente este material es lanzado hacia una parrilla que filtra los pedazos más grandes para que inicien otro proceso de trituración hasta que alcancen el tamaño deseado. Durante todo este proceso el material es impactado por los martillos y por las paredes del molino. Esta secuencia se repite entre 750 y 1800 veces por minuto.

Un eje rotando a relativa velocidad con martillos movibles, impulsa el vidrio al otro lado de la cámara, y también contra el resto del vidrio. El vidrio continuamente recircula hasta obtener el tamaño apropiado para pasar a través

del sistema. Se pueden obtener fibras relativamente pequeñas de vidrio, sin embargo éstas disminuyen el tiempo de vida y el uso de los martillos.

Figura 15. **Elementos básicos de un molino de martillos**



Fuente: <http://www.optimaindustrial.cl/Motorreductores.html> consulta 12 de enero de 2013.

Figura 16. **Molino de martillos utilizado para la molienda del maíz**



Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

2.3.1.6. Bomba de engranajes

La bomba de engranajes más simple consta de dos engranajes rectos engranados entre sí y girando en sentidos opuestos dentro de una carcasa. Cualquier líquido que rellene el espacio existente entre los dientes del engranaje y la carcasa debe seguir junto con los dientes cuando gire el engranaje.

Existen varios tipos de bombas de engranajes. La bomba de engranajes más simple consta de dos engranajes rectos engranados entre sí y girando en sentidos opuestos dentro de una carcasa. Cualquier líquido que rellene el espacio existente entre los dientes del engranaje y la carcasa debe seguir junto con los dientes cuando gire el engranaje. Cuando los dientes del engranaje engranen con los dientes del otro engranaje, el espacio existente entre los dientes prácticamente desaparece, y el líquido atrapado sale despedido de la bomba.

A medida que el engranaje gira y los dientes se desenganchan, volverá a aparecer espacio en el lado de aspiración de la bomba, volviendo a admitir nuevas cantidades de líquido y transportándolo alrededor de la carcasa de la bomba. A medida que el líquido se aleja del lado de aspiración, se crea una presión más baja, que atrae más líquido a través de la línea de aspiración.

La existencia de un gran número de dientes en los engranajes garantiza que el medio que fluye desde la bomba sea homogéneo sin que se produzcan picos importantes de presión. Las bombas de engranajes con un número pequeño de dientes proporcionan un caudal menos homogéneo, ya que existen menos dientes para garantizarlo. Sin embargo, el caudal de la bomba es mayor,

ya que la existencia de espacios de mayor tamaño entre los dientes, estos permiten el bombeo de una mayor cantidad de fluido.

Figura 17. **Bomba de engranajes utilizada para inyectar el aceite de soya a la mezcladora**



Fuente: finca avícola las Delicias. Segrasa S.A.

2.3.1.7. Medidor de flujo volumétrico

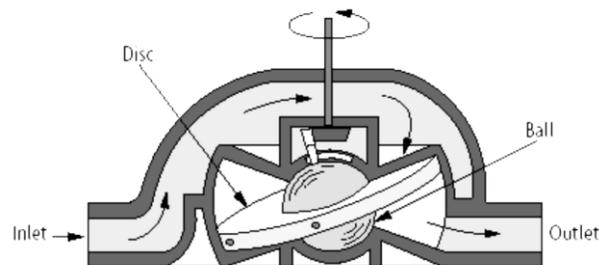
Es un instrumento destinado para la medición de caudal o gasto volumétrico de un fluido. Estos aparatos suelen colocarse en línea con la tubería que transporta el fluido. También suelen llamarse medidores de caudal, medidores de flujo o flujómetros.

- De disco oscilante

El instrumento dispone de una cámara circular con un disco plano móvil dotado de una ranura en la que está intercalada una placa fija. Esta placa separa la entrada de la salida e impide el giro del disco durante el paso del fluido. La cara baja del disco está siempre en contacto con la parte inferior de la cámara en el lado opuesto. De este modo la cámara está dividida en compartimentos separados de volumen conocido.

Cuando pasa el fluido, el disco toma un movimiento parecido al de un trompo caído de modo que cada punto de su circunferencia exterior sube y baja alternativamente estableciendo contacto con las paredes de la cámara desde su parte inferior. Este movimiento de balanceo se transmite mediante el eje del disco en un tren de engranajes. Empleado originalmente en aplicaciones domésticas para agua, se utiliza industrialmente en la medición de caudales de agua fría, agua caliente, aceites y líquidos alimenticios. La precisión es de 1 – 2 por ciento. El caudal máximo es de 600 litros por minuto y se fabrica para pequeños tamaños de tubería, hasta un diámetro de 2 pulgadas.

Figura 18. **Elementos básicos de un medidor de flujo volumétrico de disco oscilante**



Fuente: <http://www.instrutech.com.mx/Flujo.html> consulta 23 de febrero de 2013

Figura 19. **Medidor de flujo volumétrico de disco oscilante marca Neptune**



Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

2.3.1.8. Mezcladora

Dentro de los distintos procesos que intervienen en la producción de los alimentos balanceados para animales, sin duda el mezclado constituye uno de los procesos más relevantes. Combinar ingredientes con características únicas en una ración formulada que pueda aportar todos los requerimientos nutricionales a un animal, crea un valor agregado que no existe en los ingredientes de manera individual.

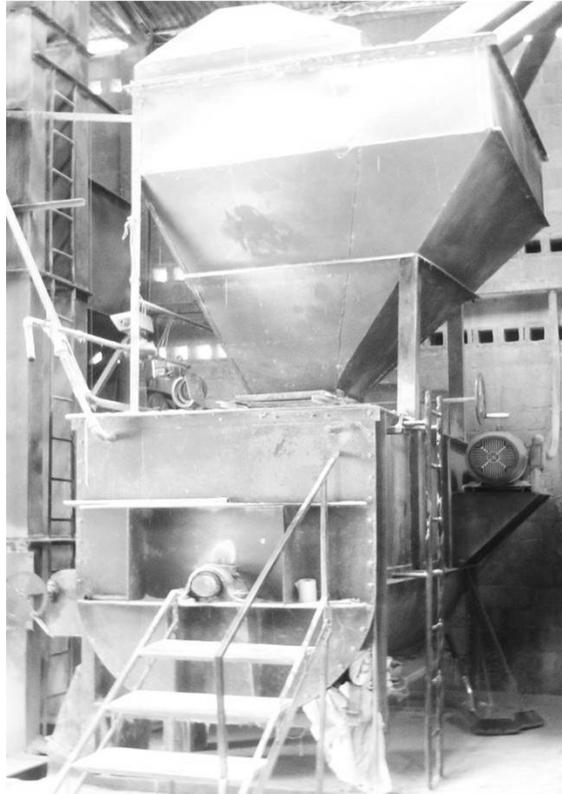
Conocer los fundamentos del proceso de mezclado y los tipos básicos de mezcladoras permite a un productor optimizar la fabricación y la formulación de la dieta animal.

- Tipos de mezcladora

Las mezcladoras verticales son usadas principalmente en operaciones de plantas de alimentos pequeñas o por integradores con menores necesidades de producción. Este tipo de mezcladoras incluyen uno o dos tornillos helicoidales elevadores, que pueden ser estacionarios o rotatorios, los cuales mueven hacia arriba los ingredientes realizando el proceso de mezclado. Las principales ventajas de las mezcladoras verticales son su relativamente bajo costo y su menor requerimiento de espacio. Las desventajas incluyen un mayor tiempo de mezclado, capacidad limitada de inclusión de ingredientes líquidos y mayores requerimientos de limpieza.

Las mezcladoras horizontales pueden ser de listones o de paletas. La mezcladora horizontal de doble listón es la mezcladora más utilizada actualmente en la industria de alimentos balanceados y la que ofrece el menor tiempo de mezclado, son especialmente útiles con ingredientes secos y de fácil movilidad. Su funcionamiento se basa en dos espirales de listones internos y dos espirales de listones externos en el lado opuesto de los internos, los cuales permiten transportar los ingredientes de un extremo a otro mientras lo revuelven.

Figura 20. **Mezcladora con capacidad para 50 quintales**



Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

Por su parte, las mezcladoras horizontales de paletas son útiles cuando se trata de mezclar ingredientes que requieren añadir una mayor proporción de líquidos o que son más difíciles de revolver. Este tipo de mezcladoras se pueden encontrar con distintas configuraciones, la más común incluye dos juegos de paletas, interno y externo, que mueven los ingredientes en direcciones opuestas realizando el proceso de mezclado. El uso de las mezcladoras de paletas se ha incrementado derivado de las mejoras realizadas a su eficiencia de mezclado.

2.4. Propuesta de nueva infraestructura

Se propone una nueva infraestructura para que pueda darse por solucionada todas las dificultades técnicas de producción, a continuación la descripción de lo que se esperaría.

2.4.1. Análisis de ubicación

Basándose en los criterios del proyecto, se pretende ayudar a la empresa a evaluar qué tan adecuado es un determinado equipo e identificar restricciones de los mismos, además de infraestructura y los indicadores económicos que esto representa.

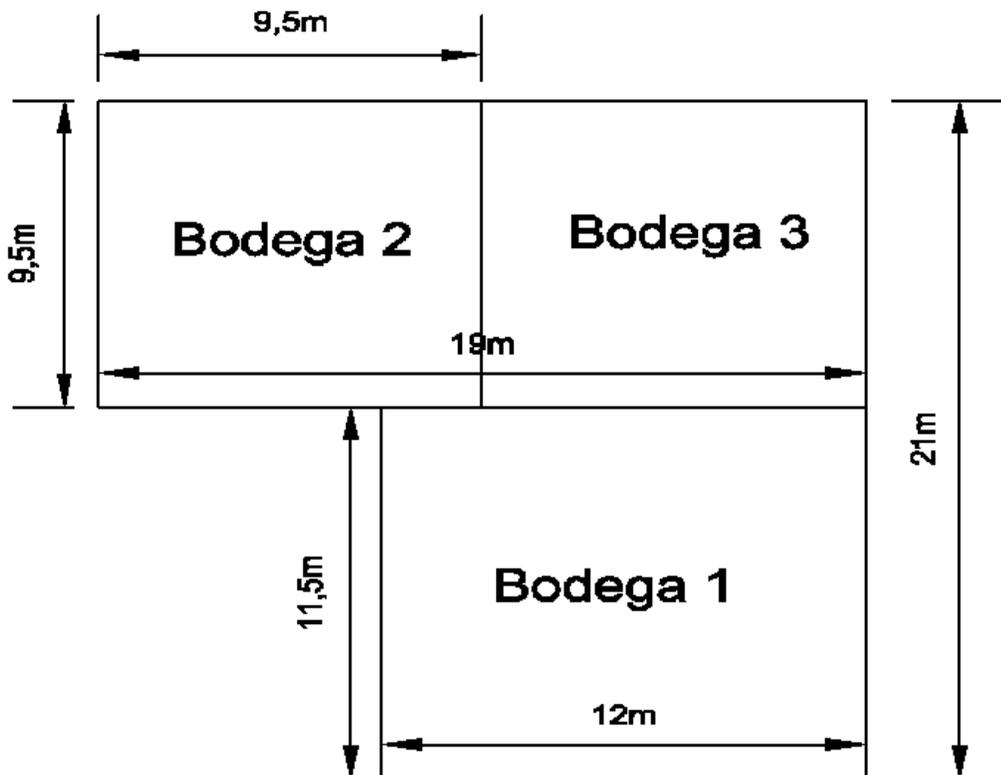
2.4.1.1. Bodegas

Actualmente se tienen tres bodegas en funcionamiento, alternando su uso de acuerdo a demanda de concentrado, se tiene una que es la de mayor capacidad y de construcción reciente, luego las otras dos son aproximadamente según información de la empresa, tienen una antigüedad de alrededor de 10 años en comparación, estas son de menor capacidad y en espacio compartido.

En la figura 21, se puede apreciar las dimensiones de las bodegas, según el plano, dichas bodegas respecto a la infraestructura tienen cimientos de concreto y paredes de block con repello liso en la parte interior en las bodegas de menor capacidad, en el caso de las bodegas de mayor capacidad, las paredes son de ladrillo con repello liso en el interior, techo de lámina con estructura metálica en ambas bodegas.

Debido al crecimiento de la granja y sus necesidades se optó por la construcción de la nueva bodega, sin pensar en su diseño sino en la necesidad de almacenar más producto, no fuer tomado en cuenta la repercusión en los demás equipos ya existentes. Por lo anterior se debe reevaluar las capacidades de las bodegas, su diseño y materiales utilizados así como su ubicación, evaluando todo esto se tiene que considerar el rediseño de las mismas y sus sistemas vegetales para así prolongar la vida útil de la materia prima y su manejo.

Figura 21. Plano en vista de planta de bodegas de harina



Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

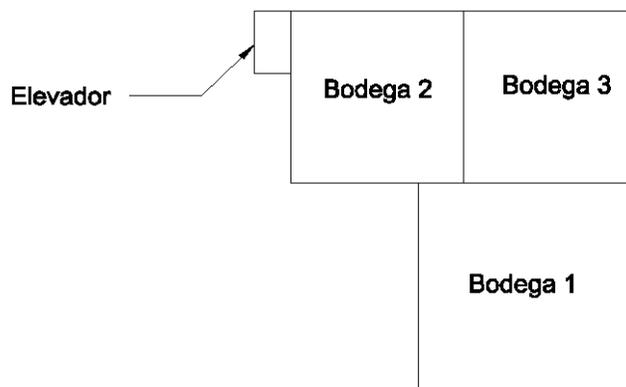
2.4.2. Equipo instalado

El equipo con el que se cuenta actualmente se describirá a continuación, además se menciona el trabajo y el desgaste al cual es sometido cuando se le da uso. Se espera poder mejorarlo.

2.4.2.1. Elevador de cangilones

Se cuenta con un elevador de cangilones encargado de trasladar la harina de las bodegas hacia la mezcladora, dicho elevador está ubicado a un costado de la galera principal del molino, este cuenta con una altura de 17 metros respecto al nivel de suelo de las bodegas, este elevador funciona con las dos bodegas de menor capacidad por lo cual no está capacitado a la demanda de la nueva bodega y debido a las horas de trabajo a las que es sometido, este equipo presenta fallos regulares tanto mecánicamente como en cuestión de desgaste propio y de sus accesorios, como lo son las tuberías de extracción y vaciado, aparte de los propios cangilones, rodamientos y fajas.

Figura 22. Referencia de ubicación del elevador de cangilones



Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

2.4.2.2. Tornillos sin fin

Este equipo es utilizado principalmente para extraer la harina de las bodegas, basándose en la utilidad del transportador de tornillo sin fin que tiene en el proceso, se puede ubicar un equipo en cada una de las bodegas, teniendo en cuenta las dimensiones de las bodegas, cada transportador está instalado en una fosa previamente construida donde se ubica el canalón, dentro de este va el tornillo sin fin anclado en cada uno de sus extremo a chumaceras y a la vez a su generador motriz que en este caso es un motor eléctrico que transmite la potencia por medio de fajas.

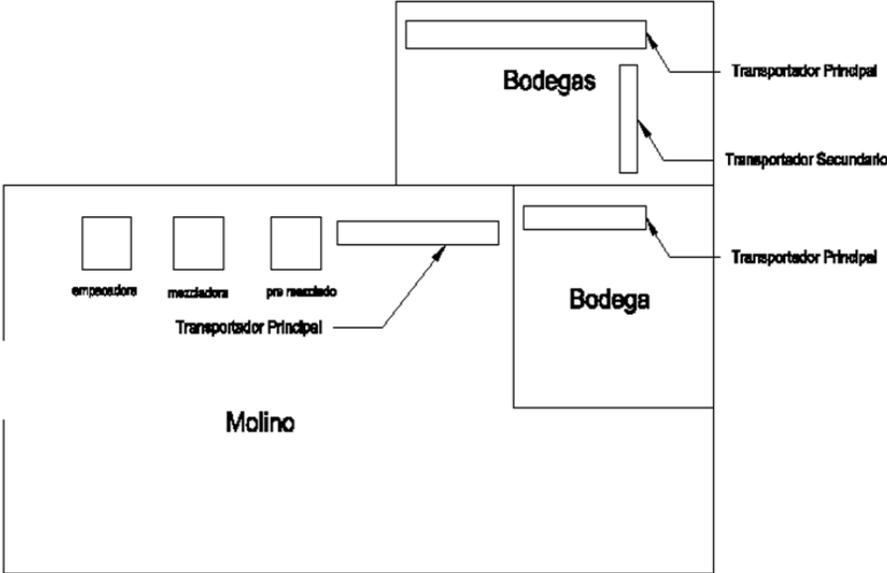
La parte expuesta del canalón está recubierta por planchas de acero espaciadas por rejillas por donde ingresa la materia prima a trasportar, estas rejillas se accionan manualmente por una palanca ubicada en la parte externa de la bodega.

Debido al crecimiento en cuanto a producción y al incremento de almacenaje de la harina, los sistemas existentes no tienen la capacidad de soportar la demanda, por lo que al momento de que la bodega se encuentra al 70 por ciento de su capacidad (máxima capacidad por seguridad) y debido a la granulometría de la harina que por su propio peso se apelmaza y atasca el sistema genera la necesidad de detener el proceso de acarreo y desatascar el mecanismo, esto a su vez hace que las bodegas no se utilicen a su máxima capacidad.

Al no utilizarse las bodegas a su máxima capacidad y por la ubicación opuesta a la tubería de vaciado, el sistema de extracción queda inhabilitado hasta que personal del molino ingresa a la bodega y manualmente por apaleado traslada la harina hacia las rejillas de los transportadores de tornillo sin fin. De

igual forma para la bodega de mayor capacidad se tiene un equipo instalado directamente en la salida del primer transportador, este cumple la función de llevar la harina de la bodega hacia una tolva de premezclado para su pronto traslado a la mezcladora. En la figura 23, se muestra en vista de planta la ubicación de los sistemas de extracción.

Figura 23. **Referencia de ubicación de los diversos transportadores de tornillo sin fin ubicados en el molino**



Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN

3.1. Ahorro energético

La energía es una necesidad básica para nuestra vida hoy en día. Existen dos tipos de fuentes de energía en el mundo, renovable y no renovable. Energía renovable: como la solar, hidráulica, eólica, geotérmica, entre otras, la ventaja de este tipo de energía es que son: limpias, sin residuos y inagotables.

Energía no renovable: estas son la que provienen del petróleo, carbón, gas natural y nuclear, este tipo de energía tiene las siguientes características: contaminan, generaran emisiones de gases de efecto invernadero y residuos, son limitadas y provocan dependencia exterior.

La energía eléctrica es del tipo no renovable y en su mayoría de casos es generada por petróleo, en algunos casos por carbón y muy limitadas veces dependiendo de los recursos de cada país se obtiene hidráulicamente.

El buen uso de la energía eléctrica le permite a su empresa ser cada vez más competitiva en una economía que tiende a la globalización. Por lo tanto, el ahorro de energía es una alternativa viable para reducir costos de operación y mejorar los niveles de competitividad dentro del mundo industrial.

3.1.1. Equipos instalados

Como parte del ahorro energético se ve la necesidad de hacer un análisis y contabilizar los equipos que se utilizan en el proceso de vaciado y extracción

de la harina, determinando sus características y tiempos de uso. A continuación se detallan los equipos alimentados por energía eléctrica en las bodegas de almacenamiento de harina de soya:

Tabla IV. **Motores eléctricos instalados en las bodegas de harina**

Motores eléctricos					
Cantidad	Marca	Caballaje	Temperatura Ambiente	Conexión	Horas de trabajo
3	LESSON	2 hp	40°C	230/460	5/diarias
2	WEG	2 hp	40°C	230/460	3/diarias
2	SIEMENS	3 hp	40°C	220/440	5/diarias

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

Tabla V. **Cantidad total de equipos**

Equipos	
Motores eléctricos Siemens	2
Motores eléctricos Lesson	3
Motores eléctricos Weg	2
Total	7

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

Todos los equipos utilizados son motores trifásicos de corriente alterna, para uso de 60 Hertz y con anclaje de cuatro estaciones. Su función es movilizar los transportadores de tornillo sin fin ubicados en interior de las bodegas de harina de soya.

3.1.2. Consumo energético

El aprovechamiento de la energía consumida por un motor eléctrico depende de su rendimiento, los fabricantes ofrecen una gama de potencias con rendimientos que van del 95 por ciento o superior, hasta un pobre 65 por ciento, hay que tener muy presente este hecho a la hora de escoger un motor. Resulta fácil amortizar un buen motor, principalmente cuando los caballajes y horas de funcionamiento son elevados. La robustez mecánica, un buen aislamiento y la resistencia al sobre calentamiento, son factores que suelen estar asociados a los motores de calidad y esto incrementa todavía más el ahorro por su bajo mantenimiento. La tabla, está calculada con un factor de potencia del 80 por ciento.

Tabla VI. **Factores de potencia representativos de motores trifásicos de inducción**

TABLA POTENCIAS NOMINALES MOTORES TRIFÁSICOS DE INDUCCIÓN
3000/1500 rpm. [Cos.φ 0,8]

KW	HP	220 V.	380 V.	660 V.
		I [A]	I [A]	I [A]
0,18	0,25	0,6	0,3	0,2
0,37	0,5	1,2	0,7	0,4
0,55	0,75	1,8	1	0,6
0,74	1	2,4	1,4	0,8
1,1	1,5	3,6	2,1	1,2
1,5	2	4,8	2,8	1,6
2,2	3	7,3	4,2	2,4
2,9	4	9,7	5,6	3,2
4	5,5	13,3	7,7	4,4
5,5	7,5	18,1	10,5	6
7,4	10	24,2	14	8,1
11	15	36,3	21	12,1
13,6	18,5	44,7	25,9	14,9
14,7	20	48,3	28	16,1
18,4	25	60,4	35	20,1
22,1	30	72,5	42	24,2
25	34	82,2	47,6	27,4
29,4	40	96,7	56	32,2
44,2	60	145	84	48,3
55,2	75	181,3	105	60,4
73,6	100	241,7	139,9	80,6
92	125	302,2	174,9	100,7
110,4	150	362,6	209,9	120,9
128,8	175	423	244,9	141
161,9	220	531,8	307,9	177,3
220,8	300	725,2	419,8	241,7

Fuente: <http://www.epro.es/resources/Datos+el%C3%A9ctricos+de+inter%C3%A9s.pdf> consulta

03 de marzo de 2013

Fórmulas básicas para calcular la potencia de motores trifásicos de inducción, caballos, factor de potencia y consumo en KW.

$$\text{HP} = \frac{\text{KW}}{0,736}$$
$$\text{Cos.}\varphi = \frac{\text{KW}}{\text{KVA}} \times 100$$
$$\text{KW} = \frac{1,73 \times I \times V \times \text{Cos.}\varphi}{1000}$$

Donde:

$$1 \text{ HP} = 736 \text{ W}$$

$$1 \text{ KW} = 1000 \text{ W}$$

$$\text{KVA} = [I \times V \times 1,73] / 1000$$

I = amperios nominales

V = voltaje nominal

3.1.2.1. Fórmulas para el ahorro de energía

Como se ha comentado, escoger un motor con un elevado factor de potencia supone un mejor aprovechamiento de la energía, pero no hay que sobredimensionarlo excesivamente, ya que a plena carga es cuando se obtienen los rendimientos más elevados, por este motivo hay que evitar hacerlos trabajar en vacío demasiado tiempo para no generar un exceso de energía reactiva. Si las características de la instalación obligan un funcionamiento prolongado de motores a baja carga, la solución es instalar equipos para compensar la energía reactiva producida, que serán rápidamente amortizados.

Para calcular el rendimiento de un motor eléctrico trifásico de inducción, en primer lugar hay que convertir su caballaje (HP) en kilo Watts y dividirlos este resultado por el consumo instantáneo en kilo Watts, luego se multiplica el resultado por 100 y se obtendrá el rendimiento en porcentaje.

Ejemplo:

Para obtener el rendimiento de un motor de 2 HP, multiplicaremos 2 x 0,736 y se divide el resultado por el consumo instantáneo puntual, suponiendo que este es de 1,7 kilo Watts, tendría un rendimiento del 86,5 por ciento.

$$\frac{2 \times 0.736}{1,7} \times 100 = 86,5\%$$

Para conocer el gasto eléctrico de un motor de inducción en función del tiempo, hay que multiplicar el consumo instantáneo en kilo Watts por 0,736, por el tiempo de funcionamiento en horas y dividir el resultado por el rendimiento.

Ejemplo:

Un motor de 2 caballos de fuerza, con un rendimiento estimado en un 86,5 por ciento, funcionando 10 horas ininterrumpidamente consume un total de 14,4 kilo Watts.

$$\frac{1,7 \times 0,736 \times 10}{0,865} = 14,4 \text{ kilo Watts hora}$$

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, se pasa a calcular el consumo de los motores eléctricos instalados en las bodegas de harina,

teniendo con esto una proyección de consumo mensual y anual del gasto promedio de energía eléctrica en relación a horas de trabajo a plena carga.

Las tarifas de distribución de energía eléctrica de EEGSA, vigentes para los meses de febrero a abril 2013 son las siguientes:

Tabla VII. **Tarifas de costo del Kwh para 2013**



COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA
 4ª avenida 15-70 zona 10, Edificio Paladium, nivel 12, Guatemala, C.A.
 Tel. PBX: (502) 2321-8000; Fax: (502) 2321-8002
 Sitio web: www.cnee.gob.gt; e-mail: cnee@cnee.gob.gt

TARIFA NO SOCIAL

Tarifa	Tarifa Trim. Anterior	Tarifa resultante actual	Variación Q/kWh	Variación %	Monto de Fondos MQ
EEGSA TNS	1.8291	1.8278	-0.0012	-0.07%	-45
DEOCSA TNS	1.8229	1.8114	-0.0115	-0.63%	22.8
DEORSA TNS	1.9830	1.9709	-0.0121	-0.61%	21.8

Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica

3.1.2.2. Consumos por equipo

A continuación se describe la metodología que se debe seguir para calcular el consumo y el monto de la factura por electricidad del servicio que te brinda el CNEE:

Se debe recordar que todo equipo posee una potencia eléctrica asociada, cuyas unidades son conocidas como Watts, dicho valor se encuentra indicado por el fabricante usualmente en la etiqueta de datos técnicos que viene pegada en el equipo

Potencia eléctrica (W) = Voltaje (V) X Corriente eléctrica (A)

Tabla VIII. **Consumos de equipos instalados en las bodegas de harina**

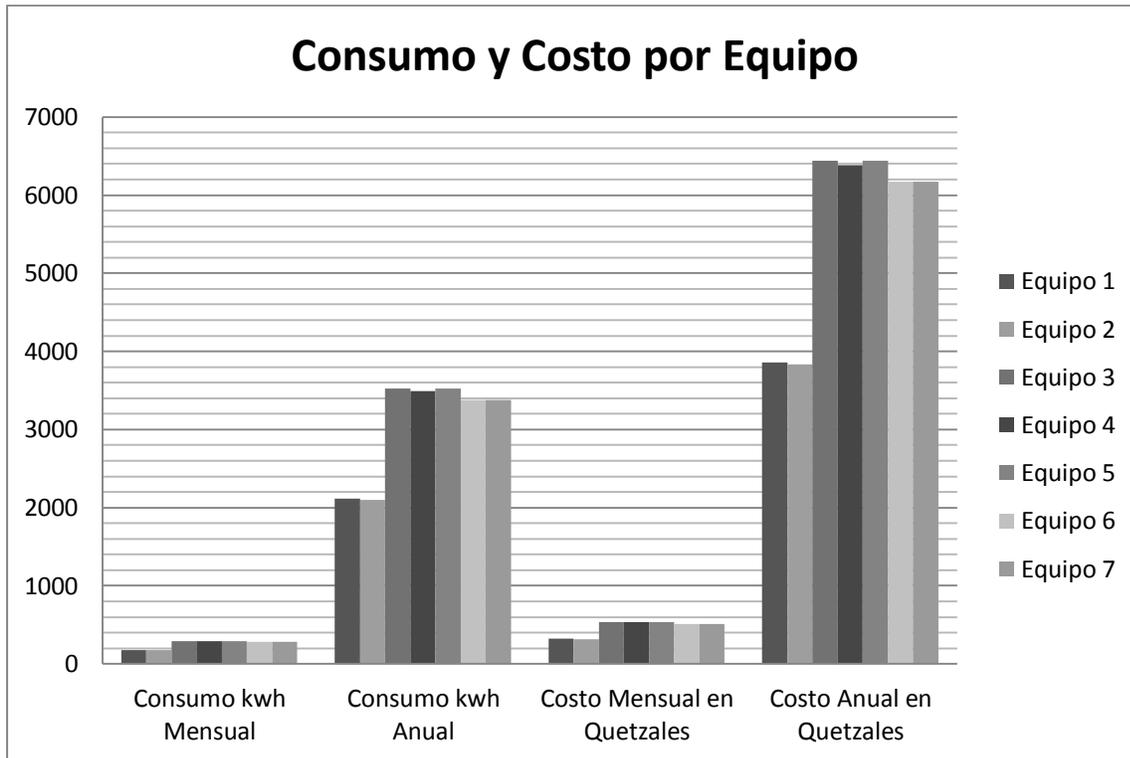
	Hp	Voltaje	Consumo Instantáneo en kw	Eficiencia en %	Consumo kwh	Consumo kwh Mensual	Consumo kwh Anual	Costo Mensual en Q	Costo Anual en Q
Equipo 1 Weg	2	230/460	2.31	63.7	8.00	176.00	2112.00	321.69	3860.31
Equipo 2 Weg	2	230/460	2.3	64	7.94	174.68	2096.16	319.28	3831.36
Equipo 3 Lesson	2	230/460	2.31	63.7	13.35	293.7	3524.4	536.82	6441.90
Equipo 4 Lesson	2	230/460	2.3	64	13.23	291.06	3492.72	532.00	6383.99
Equipo 5 Lesson	2	230/460	2.31	63.7	13.35	293.7	3524.4	536.82	6441.90
Equipo 6 Siemens	3	220/440	2.77	79.7	12.79	281.38	3376.56	514.31	6171.68
Equipo 7 Siemens	3	220/440	2.77	79.7	12.79	281.38	3376.56	514.31	6171.68
Total								Q3,275.23	Q39,302.82

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

3.1.2.3. Tendencia de costos y consumo

Se hace un análisis del consumo eléctrico por equipo, y se coloca una gráfica para visualizar los datos de forma ordenada. En ella se detalla cual es el equipo que más consume energía eléctrica.

Figura 24. **Gráfica de consumo y costo por equipo**



Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

3.1.3. Análisis de costos actuales

Se deben tomar en cuenta todos los factores que afectan la producción, pero para fines prácticos nos centraremos en los más relevantes, tanto de interés general como los que van ligados directamente con las bodegas de harina de soya, a lo cual se deben considerar varios tipos de costos de producción. De los cuales los más importantes son:

- Costos del horario regular: estos costos incluyen los salarios pagados a los empleados en horario regular más las aportaciones destinadas a diversas prestaciones, como seguro de salud, seguro social, fondos de jubilación y pagos por conceptos de vacaciones, días de feriado y otras ocasiones en las cuales los empleados no se presentan a trabajar. Un operario tiene un sueldo diario de Q 52,50. La operación que determina el ritmo de producción es el área de mezclado, en la cual hay dos operarios por lo que el costo por hora es de Q 11,63.
- Costos de horas extras: los salarios por concepto de horas extra representan típicamente en Guatemala, el 150 por ciento de los salarios en horario regular. Algunas empresas ofrecen el 200 por ciento por las horas extras de trabajo los domingos y días festivos. Teniendo un costo por hora extra de Q 17,53.
- Costos de la materia prima: estos incluyen aquellos que están asociados con el costo por hora de todos los materiales que se tendrán que utilizar en la producción, el cual es de Q 13 889,16 como lo muestra la tabla. Para calcular el costo se toma como base el ritmo de producción de la mezcladora que es de 4 *batch* por hora.

Tabla IX. **Costo de materia prima**

Ingredientes	Precio/lb	Lbs. Requeridas	Total
Maiz	Q0.54	2812.93	Q1,518.98
Soya	Q0.89	1188.2	Q1,057.50
Calcio	Q0.08	113.08	Q9.05
Monidicalcio	Q1.38	54.43	Q75.11
Aceite de soya	Q1.85	25	Q46.25
Afrecho	Q0.38	750	Q285.00
Sal	Q0.22	21.1	Q4.64
Melhionina	Q9.22	3.66	Q33.75
Secuestrante	Q2.10	12.5	Q26.25
Levante	Q7.28	0	Q0.00
Fosfac	Q89.00	1.75	Q155.75
Salinacox	Q17.35	2.5	Q43.38
Pre postura	Q13.54	16	Q216.64
TOTAL DEL BATCH			Q3,472.29
1 BACH = 50 qq.			
COSTO * HORA =			Q13,889.17

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

- **Costos de almacenaje:** este es un rubro que también es necesario tomar en cuenta en la realización de los planes de producción. Debido a que el almacenamiento de producto terminado requiere espacio y tiene que ser acarreado para entrar o salir del almacén. Los costos de almacenamiento pueden generarse cuando una empresa alquila espacio ya sea a corto o largo plazo. También se produce un costo de oportunidad a causa del almacenamiento, cuando una empresa podría haber usado productivamente ese espacio de almacén o el valor del producto para otros propósitos.

Para el cálculo de dicho rubro se tomó en cuenta que el molino maneja un aproximado de 8 000 quintales de concentrado, para lo cual se tienen en esa área dos trabajadores tienen un salario total de Q 2 250, 00 al mes por ambos. De tal manera que se tiene un costo de Q 3 137 por mes cada quintal.

Teniendo como resultado un costo por hora como se muestra a continuación:

Almacenaje:

$Q\ 3\ 137$ por mes cada quintal = $0,00435 * 200$ quintal por hora = $Q\ 0,87$ por hora.

24*30

- Costo de energía: este rubro es importante en cuanto a la realización de la producción total, con fines puntuales no se centra en el costo de energía eléctrica de las bodegas de harina de soya, estas como se describe anteriormente cuentan con siete equipos distribuidos entre las tres bodegas tanto en el sistema de extracción como en el de vaciado teniendo un costo por equipo en promedio de $Q\ 467,89$ al mes, según tarifa no beneficiada indicada por la comisión nacional de energía eléctrica (cnee) para consumo arriba de 100 kilo Watts hora de 1,8278 Quetzales por kilo Watts hora. Dado que los motores trabajan bajo condiciones no aptas y su capacidad es llevada a sus límites y se dan altas cifras de costo por producción.

3.1.4. Higiene y seguridad ocupacional

El entorno de cualquier empresa está compuesto por factores económicos, tecnológicos, legales y propios de la empresa como son el manejo adecuado de sus recursos materiales como humanos. La clave del éxito de la empresa es el uso eficiente y eficaz de estos recursos y el cuidado de los recursos humanos que son lo más importantes para lograrlo. Para maximizar

los resultados y cuidar la vida, salud e integridad física del recurso humano de la empresa, esta debe tener muy claro los conceptos de seguridad e higiene ocupacional y debe implementar normas que se aseguren que, tanto la gerencia como el personal en general desarrollen sus actividades cumpliendo los estándares que se relacionan a dichos conceptos.

La razón por la cual se deben establecer buenas medidas de seguridad e higiene tienen que ver con aspectos morales ya que un trabajador no debe correr el riesgo de una lesión o su muerte. El aspecto económico se debe tomar en cuenta porque la pobre realización de seguridad e higiene ocupacional tiene un impacto de pagos por incapacidades y tratamientos médicos. Las empresas pueden incurrir en costos legales, multas, producción pérdida y daños a la imagen de la misma si no se cuida el cumplimiento de los conceptos ya descritos.

De aquí nace la necesidad de implementar sistemas de seguridad e higiene ocupacional para prevenir daños para el trabajador como para el dueño de la empresa.

3.1.4.1. Justificación

La seguridad e higiene ocupacional están estrechamente relacionadas, pues ambas llevan como objetivo la protección de la vida y el bienestar de los trabajadores por medio del control y eliminación de riesgos en el entorno laboral.

La seguridad ocupacional, consta de diversos elementos, los cuales son básicamente todo aquel mobiliario, equipo y herramientas que le proporcionen en la empresa, así como las instalaciones y climatización de la misma.

También, está conformada por el desarrollo de procesos de capacitación para el empleado para que este, desarrolle sus actividades laborales dentro de un marco de seguridad tanto para sí mismo, como para los demás compañeros y la empresa misma.

La seguridad e higiene ocupacional, contemplan al hombre como la principal fuente de accidentes dentro de las empresas, puesto que, puede no protegerse adecuadamente al no utilizar el equipo de seguridad necesario para desarrollar sus actividades laborales, no conocer además correctamente la forma en que desarrollará dichas actividades. Además, se contemplan la maquinaria, equipos y accesorios que se utilizan para desarrollar ciertas actividades, pues pueden tener desperfectos mecánicos o estándares de calidad demasiado bajos. El medio ambiente, debido a mala iluminación, ruidos elevados y diversas circunstancias que se generan en torno a este elemento.

Por último pero no menos importante, los procedimientos, pues puede que no sean los más adecuados para el desarrollo de algunas actividades, o bien, la forma en que se ejecutan no sea la correcta.

Debe establecerse un plan de higiene y seguridad ocupacional, primero, porque esto le ayudará a cumplir disposiciones legales, convenios y políticas internas. Además, para poder desarrollar sus procesos de una manera más segura y efectiva, lo que le hará generar más utilidades lo cual, en consecuencia, la haga crecer más, y con este crecimiento, necesitará más personal, con el cual, necesitará desarrollar el mismo plan de higiene y seguridad pero en una forma más a escala.

3.1.4.2. Lineamientos básicos para un plan de seguridad e higiene ocupacional

Este plan de Higiene y Seguridad Ocupacional, debe incluir las variables a intervenir, así como también el objetivo de corrección, el alcance de la ejecución del plan, acciones correctivas a desarrollar y los responsables directos o indirectos de las acciones a desarrollar.

Entrando al tema de los accidentes de trabajo, estos serán aquellos en los que se genere una lesión corporal para un trabajador, siendo esta consecuencia del desarrollo de sus actividades laborales, realizadas a partir de una orden ajena o del trabajo que se le ha encomendado.

Una enfermedad profesional es la que se genera cuando, debido a su actividad laboral, el trabajador se encuentra expuesto a contraerla ya sea dentro o fuera de la empresa, cumpliendo su trabajo dentro del horario establecido, o ya sea en horas extraordinarias.

En los casos de accidentes laborales o enfermedades profesionales, se generan costos que la empresa debe cubrir, estos se clasifican en directos o indirectos.

Los costos directos son aquellos que se incurren por el pago de incapacidades a los empleados (los primeros tres días según la ley), indemnizaciones, asistencia médica para el empleado que sufrió el accidente, curaciones, etc. En los costos indirectos incluyen los daños a la maquinaria, pérdida de productos, materia prima y energía, horas-hombre no utilizadas, capacitaciones, adiestramiento, etc.

3.1.4.3. Conceptos generales

Seguridad ocupacional: cuando se menciona la palabra ocupacional se refiere al trabajo. La seguridad ocupacional son las medidas o procedimientos que se toman para diagnosticar y controlar los riesgos en un lugar de trabajo. Existen factores que pueden causar accidentes de trabajo.

Higiene ocupacional: es la ciencia y el arte dedicado a la prevención y control de los factores ambientales que surgen en el lugar de trabajo y que pueden ocasionar enfermedades, incapacidades e ineficiencia, por cada uno de los trabajadores de la empresa. La higiene se enfoca en el ambiente, por consiguiente se deben tomar en cuenta los riesgos físicos, químicos y biológicos. El propósito primordial de la higiene ocupacional es mantener un nivel alto de bienestar de salud, físico, y mental.

Accidentes de trabajo: el accidente del trabajo constituye la base del estudio de la Seguridad Industrial y lo enfoca desde el punto de vista preventivo, estudiando sus causas (por qué ocurren), sus fuentes (actividades comprometidas en el accidente), sus agentes (medios de trabajo participantes), su tipo (como se producen o se desarrollan los hechos), todo ello con el fin de desarrollar la prevención.

Enfermedad profesional: es una enfermedad adquirida en el puesto de trabajo en un trabajador por cuenta ajena y que la enfermedad esté tipificada como tal por la ley. Son ejemplos la neumoconiosis, lumbalgia, el síndrome del túnel carpiano, la exposición profesional a gérmenes patógenos, diversos tipos de cáncer, etc.

Costos directos de accidentes de trabajo: son los que más se ven y son fácilmente mensurables. Son aquellos derivados de las primas de seguridad de accidentes, gastos médicos, traslado de los heridos, rehabilitación, remedios y a veces indemnización.

Costos indirectos de accidentes de trabajo: no se ven fácilmente, son los que están ocultos, son los más difíciles de medir y por lo general se considera que son cuatro o cinco veces más que los costos directos. Ellos son los costos derivados por el tiempo perdido en atender al accidentado; el tiempo perdido de los compañeros de trabajo que suspenden su tarea por curiosidad o por prestar ayuda; el tiempo perdido por los jefes de área o supervisores en investigación del accidente y en la reparación de los daños efectuados a los equipos y herramientas; el tiempo perdido por ese equipo dañado; la pérdida de producción por el resto del día; el costo del entrenamiento de un nuevo operario; el menor rendimiento de la sección; las pérdidas ocasionadas por entregas retardadas.

3.1.4.4. Plan de seguridad e higiene ocupacional

El programa de seguridad está diseñado para prevenir riesgos de sufrir un accidente en el lugar del trabajo. Es necesario establecer actividades para diagnosticar las áreas de los trabajadores con el objetivo de tomar acciones necesarias. Los programas ayudan a mejorar la calidad de las áreas de trabajo.

- Elementos de un Plan de Seguridad e Higiene Ocupacional

Un plan de higiene y seguridad ocupacional necesita incluir políticas, principios y una guía que gobiernen las acciones de higiene y seguridad. Los trabajadores deben tener claro el compromiso de la empresa con la higiene y seguridad y deben incluir los siguientes elementos:

- La filosofía de higiene y seguridad de la empresa
- El compromiso de la gerencia para prevenir accidentes y enfermedades ocupacionales
- Los objetivos del plan de higiene y seguridad
- Los responsabilidades de los trabajadores y otros

Uno de los más importantes elementos del plan es tener un sistema que identifique y controle los riesgos de accidentes, lesiones y enfermedades. Este sistema debe estar diseñado de tal forma que los trabajadores puedan comunicar sus inquietudes de ciertos riesgos que ellos identifiquen. La implementación también de medidas que eliminen o controlen riesgos químicos, biológicos o ergonómicos son de unas de las acciones dentro del plan se necesitan incluir. Otras medidas que se deben implementar para revisar algunos riesgos son los siguientes:

- Efectuar exámenes médicos.
- Mantener un expediente médico de cada trabajador.
- Realizar exámenes médicos periódicos.
- Utilizar información de trabajadores, accidentes sucedidos y accidentes que casi sucedieron.

- Implementación de nuevo equipo o maquinaria y procesos de trabajo.
- Prevenir riesgos físicos (golpes, cortaduras, ruidos, temperaturas extremas).

En el caso de una emergencia la empresa debe tener procedimientos para manejar emergencias predecibles. Se inicia haciendo una lista de todas las posibles emergencias considerando la más grave consecuencia de cada emergencia. La tarea de la empresa será determinar la mejor respuesta a cada una de las emergencias (rescate, evacuación, incendios, terremotos) y hacer una lista de los recursos necesarios para responder a cada emergencia tales como un botiquín de primeros auxilios, medicinas y equipo de rescate. Luego, deberá implementar su plan de respuesta a la emergencia.

El plan necesita dejar claro quienes son los responsables de atender a las emergencias y sus responsabilidades, capacidades y entrenamiento para manejar estas. Las responsabilidades no solo se limitan a cuando sucede alguna tragedia. Los gerentes y supervisores tienen las siguientes responsabilidades:

- Comprender y asegurar el cumplimiento de las políticas de la higiene y seguridad.
- Inspeccionar las áreas de trabajo y corregir actos y condiciones inseguras.
- Dar instrucciones y entrenar a los trabajadores para que sigan los procedimientos adecuados.
- Asegurar que solo los trabajadores calificados operen la maquinaria.
- Proveer a los trabajadores el equipo necesario para su seguridad.

La empresa tiene la obligación de hacer inspecciones del lugar de trabajo y sus condiciones. Las inspecciones son unas de las herramientas más efectivas para identificar y corregir problemas antes de que estos ocurran. Las inspecciones necesitan llamar la atención y animar a Buenas Prácticas de Higiene y Seguridad. Existen dos tipos de inspecciones, informales, formales o planeadas.

Las inspecciones informales están orientadas a crear consciencia de los riesgos y controles de la higiene y seguridad mientras las personas realizan sus labores. Los trabajadores son usualmente los primeros en ver que las cosas suceden y necesitan reportar los riesgos. Existen 2 aspectos importantes para animar al trabajador y estos son comunicar la seriedad de las cosas que suceden y mantenerlo informado de status de plan de acción. Por ejemplo, cuando y como la acción va ser tomada y porque.

Las inspecciones formales o planeadas son una examinación del lugar de trabajo, un área específica, riesgo en particular, maquinaria, herramientas o procedimientos. Estas inspecciones ayudan a enfocar la atención en cambiar o solucionar problemas antes de que ocurran. Dependiendo del tipo de inspección la frecuencia de su ejecución pueden ser antes, durante, y después de uso de maquinaria, herramientas y procedimientos. Pueden ser efectuadas también diarias, semanales, trimestral y anualmente.

Para que un plan sobre higiene y seguridad tenga éxito, debe planificarse correctamente determinando las acciones que deben desarrollarse, los tiempos, los responsables de su puesta en marcha, debe controlarse y aplicar acciones correctivas ante los desvíos que se detecten y debe trabajarse permanentemente para mantener su nivel de cumplimiento.

3.2. Propuesta de mejora

Después de un análisis al problema que representa la mala ubicación de la tubería que viene del elevador de cangilones, se llegó a la determinación más inmediata de reubicar esta tubería con base a una mejor orientación dentro de las bodegas.

3.2.1. Plan de acción para las bodegas

Las bodegas también necesitan un plan de mejora, a continuación se presenta para los equipos y procesos que se realizan dentro de ellas, para que la producción sea la mejor.

3.2.1.1. Sistema de vaciado

Esta tubería será cambiada por nueva como parte de la mejora de este sistema debido al desgaste producido por el transporte del material y será re direccionado con la ayuda de accesorios a una posición centrada y a una altura reducida de la actual, evitando con esto la acumulación en sectores específicos de la bodega y reduciendo la pérdida de materia prima por medio de dispersión en el ambiente ya que estas partículas se quedan flotando en el aire y por falta de sistemas de ventilación, al abrir las compuertas de acceso estas son enviadas al exterior y el remanente es aspirado por el personal a cargo de las bodegas y el necesario a la hora de trasladar la harina teniendo contacto directo y carentes de equipo de seguridad industrial.

3.2.1.2. Sistema de extracción

De igual forma y en consecuencia de la mala ubicación de la tubería de vaciado como ya se hizo mención, la harina se aglomeraba en determinados sectores de la bodega. Pero esto es solo parte de la problemática de este sistema, el factor principal es el diseño propio de las bodegas y de vital importancia en la eficiente extracción del material en el suelo, este con anterioridad se describía como totalmente plano y en efecto está construido de esta manera.

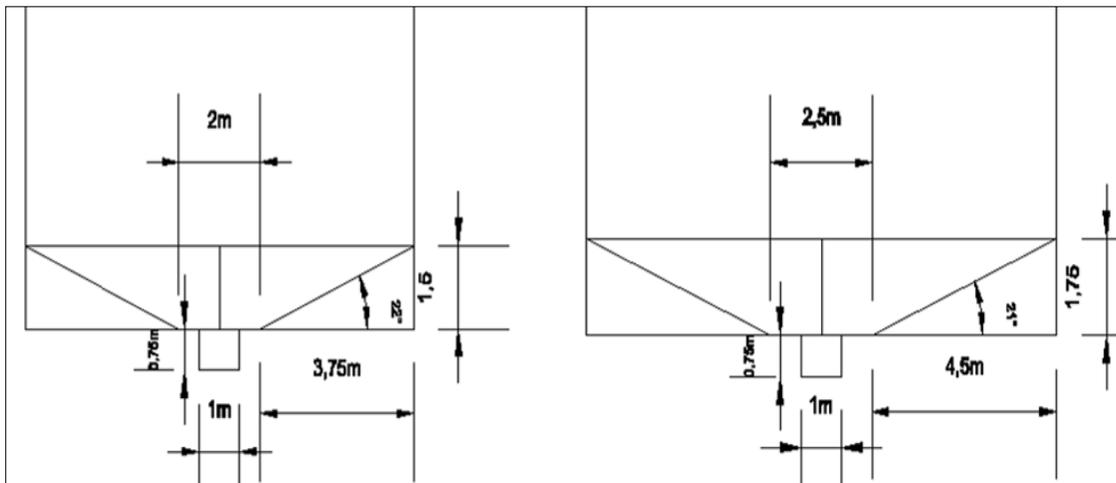
El objetivo principal es rediseñar este sector y para ello es necesario desmontar los transportadores de tornillo sin fin y proceder a construir sacrificando cierta cantidad de volumen de almacenamiento, el cual se toma como espacio muerto por cuestiones de altura de las bodegas, se va proceder a levantar muros inclinados en cada extremo, para esto se tomó en cuenta la distancia y elevación de cada muro en un 40 por ciento por cada metro de largo total de base como se muestra en la figura 25.

Logrando con esto encausar la harina directamente hacia los gusanos (tornillos sin fin) obteniendo así, un menor tiempo de vaciado, un mejor manejo de la materia prima en cuanto a tiempo de almacenaje y evitando con esto pérdida de material por descomposición, aglutinamiento, endurecimiento y contaminación, además de la reducción de personal necesario para vaciar la bodega y esto conlleva a la reducción de accidentes y puesta en riesgo de la salud de del personal, en la figura se muestran los perfiles para cada bodega.

Y por último se reubicara cada uno de los tornillos sin fin para su funcionamiento controlado y de acuerdo a su capacidad, evitando así los paros innecesarios por atascamiento, junto con la reubicación el cambio de los

motores eléctricos por unos de mayor potencia, evitando con esto el aumento de voltaje por calentamiento debido a exceder la capacidad de los mismos por tiempos prolongados.

Figura 25. **Perfiles de bodegas**



Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

Esto lleva a considerar instalar equipos de mayor capacidad de acuerdo a las necesidades de arraste de material y a la cantidad que se maneja en cuestión de tiempo para cada bachada, de esta manera se garantiza prolongar la vida útil tanto de las partes mecánicas como la del motor eléctrico. A continuación se calcularán las potencias necesarias para cada gusano (tornillo sin fin) pudiendo sugerir con esto el nuevo equipo.

Los datos recopilados y necesarios para este cálculo son los siguientes:

Diámetro del tornillo

$$\varnothing = 18 \text{ cm}$$

Densidad de la harina de soya

$$\rho = 650 \text{ Kg/m}^3$$

Longitud de los tornillos

$$L_1 = 10 \text{ m}$$

$$L_2 = 8 \text{ m}$$

Velocidad del tornillo

$$150 \text{ rpm}$$

Velocidad de entrega del motor eléctrico sugerido

$$1800 \text{ rpm}$$

Como primer paso se calculara el paso del gusano, teniendo en cuenta que la harina de soya según su granulometría no es tan fina y por lo tanto no es un material tan suelto no es necesario que necesitemos un paso demasiado grande.

Paso de un tornillo sin fin:

$$t = (0,5/1,0) D \quad \text{donde } D \text{ es el diámetro del tornillo}$$

Sustituyendo

$$t = (0,5/1,0) (0,18\text{m}) = 0,09 \text{ m}$$

Paso del tornillo

$$t = 0,09 \text{ m}$$

Luego se calcula el área de llenado óptimo para evitar atascamientos por material en los cojinetes, esto es importante para evitar paros innecesarios.

Área de llenado del canalón

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

donde λ es el coeficiente de relleno, donde se tiene:

Tabla X. **Valores de coeficiente de relleno**

Tipo de Carga	λ
Pesada y Abrasiva	0,125
Pesada Poco Abrasiva	0,25
Ligera poco Abrasiva	0,32
Ligera no Abrasiva	0,4

Fuente: libro transportadores y elevadores, pp. 227

Por lo tanto se toma el valor de $\lambda = 0,32$ por las características de la harina, entonces se tiene:

$$S = \frac{(0,32)\pi (0,18)^2}{4} = 0,008143 \text{ m}^2$$

Área de llenado

$$S = 0,008143$$

Se pasa a calcular la velocidad de desplazamiento del material:

$$V = \frac{t \cdot n}{60} \quad \text{donde } t \text{ es el paso y } n \text{ las revoluciones a las que gira}$$

Sustituyendo

$$V = \frac{(0,09)(150)}{60} = 0,23 \text{ m/s}$$

Velocidad de desplazamiento de material

$$V = 0,23 \text{ m/s}$$

Con todo lo calculado anteriormente se pasa a dar un valor relativo del caudal que se maneja, donde:

$$Q = 3600 S \cdot V \cdot \rho \cdot K \quad \text{donde se trabaja con la densidad del material } K \text{ es el coeficiente de disminución del flujo de material}$$

Tabla XI. **Coefficientes de disminución del flujo de material**

Inclinación del Canalón	0°	5°	10°	15°	20°
K	1	0.9	0.8	0.7	0.6

Fuente: libro transportadores y elevadores, pp. 256

Por lo que se tiene un $k=1$ debido a que el tornillo está totalmente horizontal.

$$Q = 3600 (0,008143)(0,23)(650)(1) = 4\,382,56 \text{ Kg/h}$$

Sabiendo que $1\text{kg}=2,2\text{ lb}$ y $1\text{qq}=100\text{ lb}$

$$Q = 4\,382,56\text{ Kg/h} = 96\text{ qq/h}$$

Flujo del Materia Transportado

$$Q = 96\text{ qq/h}$$

Por último se procede al cálculo de la potencia necesaria para accionar sin ningún problema el tornillo sin fin de forma eficiente

$$P_{\text{total}} = P_H + P_N + P_{St}$$

Donde P_H es la potencia necesaria para el desplazamiento horizontal del material, P_N es la potencia para el accionamiento del tornillo en vacío y P_{St} es potencia requerida para un tornillo inclinado.

Entonces se tiene

$$P_H = C_0 \frac{QL}{367}$$

donde L es la longitud total del tornillo y C_0 es el coeficiente de resistencia del material

Tabla XII. **Coefficientes de resistencia del material**

Material	C₀ empírico
Harina, serrín, productos granulosos	1,2
Turba, sosa, polvo de carbón	1,6
Antracita, carbón, sal de roca	2,5
Yeso, arcilla seca, tierra fina, cemento, cal, arena	4

Fuente: libro transportadores y elevadores, pp. 314

$$P_N = \frac{DL}{20} \quad \text{donde L es la longitud total del tornillo y D es el diámetro del tornillo}$$

Esta potencia es muy pequeña en comparación a la necesaria para desplazar el material.

$$P_{St} = \frac{QH}{367} \quad \text{donde H es la altura a la que se encuentra el tornillo sin fin}$$

Se procede a calcular la potencia total necesaria para el tornillo sin fin horizontal

$$P_{total} = C_0 \frac{QL}{367} + \frac{DL}{20} + \frac{QH}{367}$$

Para lo cual se toma el factor $C_0 = 1,2$ por ser harina con lo que se trabaja.

Sustituyendo

$$P_{total1} = 1,2 \frac{(96)(10)}{367} + \frac{(0.18)(10)}{20} + \frac{(125)(0)}{367}$$

$$P_{total2} = 1,2 \frac{(96)(8)}{367} + \frac{(0.18)(8)}{20} + \frac{(125)(0)}{367}$$

$$P_{total1} = 3,14 + 0,09 + 0 = 3,23 \text{ kw}$$

$$P_{total2} = 2,51 + 0,07 + 0 = 2,58 \text{ kw}$$

Según datos obtenidos se puede determinar que la mejor opción es instalar motores de 5 caballos de fuerza (3,73 kilo Watts) y 3,5 caballos de fuerza (2,65 kilo Watts) para cada gusano de las bodegas, teniendo un margen de seguridad puramente de potencia entregada por el motor de 0,5 kilo Watts y 1,15 kilo Watts respectivamente en los de 5 caballos de fuerza, logrando aumentarla con la relación de poleas y *sprockets* instalados.

3.2.1.3. Justificación

Las remodelaciones y reubicaciones mencionadas con anterioridad se proponen tomando como base infraestructura que se encuentra en el medio, actualmente muchas avícolas utilizan silos especialmente diseñados para almacenar granos y harinas. Como actualmente la empresa está en una fase de crecimiento y como parte de una solución rápida a la problemática que se ha venido presentado a los largo de los años y por falta de fondos suficientes para hacer una remodelación casi que total del molino, teniendo estas referencias se pude aplicar y adaptar a los equipos actualmente en uso, obteniendo así mejores resultados.

En cuanto a tiempos de vaciado, extracción, tiempo de espera entre bachada, utilización de personal en menor número y evitar con esto riesgos de accidente, además en conjunto lograr la reducción de costos de mantenimiento, sueldos y perdida de material.

En tanto a reubicación, recambios y construcción, por cuestiones de producción no puede haber un paro general por un tiempo prolongado, por lo tanto se hará de manera espaciada cada implementación y para que el proyecto se lleve a cabo de la mejor manera y dado que son tres bodegas con las que se cuenta en el período de remodelación de la bodega de mayor capacidad

(8 000qq) las otras dos quedaran en servicio a toda su capacidad (5 000qq c/u) con esto se prevén futuros paros innecesarios, siendo el tiempo estimado para cada bodega en promedio de 5 días de trabajo.

Además, en lo referente a mantenimiento y por la falta de un sistema o plan, se determinó la propuesta descrita, logrando con esto reducirlo a la limpieza semanal del canalón y gusano, así como el engrase de cojinetes, cadenas y sprockets en lo referente a piezas móviles; porque en cuestión de infraestructura de las bodegas el mantenimiento periódico es nulo.

3.2.2. Costos de inversión

El análisis de costos de la propuesta consistirá en una descripción general de los costos de equipos, materiales y mano de obra para cada implementación, además del tiempo estimado en realizarse. Se analizará el tiempo de recuperación de la inversión del proyecto de mejora en los sistemas de vaciado y extracción.

Como se dijo en la fase de investigación, el sistema de vaciado es el encargado de trasladar la materia prima desde su entrega hasta las bodegas de almacenamiento, para ello se utiliza un elevador de cangilones de capacidad media y su respectivo sistema de tuberías.

Así mismo el sistema de extracción es el encargado de trasladar la materia prima de las bodegas de almacenamiento hacia la tolva de premezcla para luego pasar a la mezcladora donde se realiza la producción del concentrado; teniendo para ello sistemas de gusano inclinados (transportadores de tornillo sin fin), en el orden antes mencionado.

3.2.2.1. Sistema de vaciado

La siguiente tabla muestra el costo de los materiales a utilizar para la reubicación de la tubería y cambio de las unidades en deterioro:

Tabla XIII. Costo de materiales sistema de vaciado

Descripción	Cantidad	Costo Unidad en Q	Costo Total en Q
Tubería 5"x18'	5	3,250	16,250
Flanges 5"	8	800	6,400
Codo a 45°	1	625	625
		Total	23,275

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

En la siguiente tabla se muestra el costo de mano de obra e instalación de las tuberías y accesorios descritos anteriormente:

Tabla XIV. Costo de mano de obra sistema de vaciado

Descripción	Cantidad	Costo en Q
Técnico Supervisor	1	800
Operarios	4	1,600
	Total	2,400

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

De debe tomar en cuenta un factor muy importante que son los imprevistos, el cual se tomara un rubro del 10 por ciento del total de los costos, como se indica a continuación:

Tabla XV. **Costos totales sistema de vaciado**

Detalle de Costos	Valor en Q
Costo de materiales para recambio y reubicación de tuberías	23,275
Costos de mano de obra	2,400
Imprevistos	2,567.50
Total	28,242.50

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

El tiempo estimado para el recambio y reubicación de tuberías es:

Tabla XVI. **Tiempo estimado de realización**

Procedimiento	Tiempo Estimado en Horas
Desinstalar Tuberías	24
Instalar Nuevas Tuberías y Accesorios	24
Total	48

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

3.2.2.2. Sistema de extracción

La siguiente tabla muestra el costo de los materiales a utilizar para la construcción del nuevo diseño del piso de las bodegas:

Tabla XVII. **Costo de materiales sistema de extracción**

Descripción	Cantidad	Costo por Unidad en Q	Costo Total en Q
Concreto	201m ³	1,000/m ³	201,380
Encofrado	6	1,500	9,000
		Total	210,380

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

En la siguiente tabla se muestra el costo de mano de obra y colocación de la obra gris:

Tabla XVIII. **Costo mano de obra sistema de extracción**

Descripción	Cantidad	Costo por Unidad en Q	Costo Total en Q
Manejo y Colocación	201m ³	80/m ³	16 080
Maestro de Obra	1	200/día	3 000
Albañiles	3	100/día	1 500
Ayudantes	3	75/día	1 125
		Total	21 705

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

Se está tomando costos para las 3 bodegas en conjunto teniendo un total de 201 metros cúbicos según medidas específicas para cada bodega en cuestión.

Además de los costos de implementación de la obra gris y encofrado, se debe tomar en cuenta un factor muy importante que son los imprevistos, el cual se tomara un rubro del 10 por ciento del total de los costos, como se indica a continuación:

Tabla XIX. **Costos totales sistema de extracción**

Detalle de Costos	Valor en Q
Costo de materiales para obra gris y encofrado	210 380
Costos de mano de obra	21 705
Imprevistos	23 208,50
Total	255 293,50

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

El tiempo estimado para el encofrado previo y construcción de obra gris para las tres bodegas es:

Tabla XX. **Tiempo estimado de realización**

Procedimiento	Tiempo Estimado en Horas
Encofrado	144
Construcción Obra Gris	216
Total	360

Fuente: finca avícola las Delicias. Segrasa S.A.

3.2.2.3. Equipos eléctricos

La siguiente tabla muestra el costo de los equipos eléctricos sugeridos a utilizar como cambio de las unidades en deterioro y poco eficientes actuales, esto con el propósito de una producción óptima:

Tabla XXI. **Costo de equipos**

Descripción	Cantidad	Costo Unidad en Q	Costo Total en Q
Motor Weg 5hp 1750 rpm	5	3 178,79	15 893,95
Motor Weg 3.5hp 1750 rpm	2	2 576,29	5 152,58
		Total	21 046,53

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

En la siguiente tabla se muestra el costo de mano de obra e instalación de los motores:

Tabla XXII. **Costo de mano de obra de equipos**

Descripción	Cantidad	Costo en Q
Técnico	1	1 200
Operarios	2	1 200
	Total	2 400

Fuente: finca Avícola las Delicias. Segrasa S.A.

Además de los costos de instalación, se debe tomar en cuenta un factor muy importante que son los imprevistos, el cual se tomara un rubro del 10 por ciento del total de los costos, como se indica a continuación:

Tabla XXIII. **Costos totales de equipos**

Detalle de Costos	Valor en Q
Costo de equipos	21 046,53
Costos de mano de obra	2 400
Imprevistos	2 344,65
Total	25 791,18

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

El tiempo estimado para la instalación de los equipos es:

Tabla XXIV. **Tiempo estimado de instalación**

Procedimiento	Tiempo estimado en horas
Desinstalar Equipos Viejos	7
Instalar Nuevos Equipos	7
Total	14

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

3.2.2.4. Costos totales en la implementación de las propuestas

A continuación se presenta el detalle los costos totales en la implementación de las propuestas, las cuales se espera sean tomadas en cuenta:

Tabla XXV. Costos totales de propuesta

Detalle	Cantidad	Valor en Q
Costo Sistema de Vaciado	1	28 242,50
Costo Sistema de Extracción	1	255 293,50
Costo Motores Eléctricos	1	25 791,18
	Total	309 327,18

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

Como se pudo analizar anteriormente los costos necesarios para implementar las propuestas descritas, tienen un monto de Q 309 327,18 el cual abarca materiales, mano de obra y equipo.

A continuación se presenta el detalle de costos en pérdidas actuales según el sistema general de las bodegas, tanto de materia prima por tiempos prolongados de almacenamiento, personal requerido a parte de los designados y consumos energéticos por altas cargas de trabajo a los equipos.

Tomando Q. 0,89 por libra de soya y una capacidad de 8 000, 5 000 y 5 000 quintales por cada bodega de almacenamiento y tomando el salario de un operario de Q 1 575 mensualmente y tomando la hora extra a Q17,53 se tiene:

Tabla XXVI. **Costo de pérdidas y operarios**

Detalle	Cantidad	Valor en Q
Perdida de materia prima por concepto de aglutinamiento, contaminación y vida útil	5% por cada bodega en un mes	80 100,00
Salario de operarios y encargado por vaciado de bodegas	4 operarios por mes	6 300,00
	Total	86 400,00

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

Con los datos anteriores de referencia, se puede hacer la comparación de gastos con la nueva propuesta que tiene el objetivo de reducir las pérdidas de material a un máximo de 2 por ciento por bodegas y el personal requerido para el vaciado de las bodegas a un número máximo de dos personas. En cuestión de energía eléctrica, sabiendo que los motores nuevos son de mayor capacidad por lo mismo el consumo es un tanto más elevado pero a la vez se protegen los equipos al no forzarlos y reduciendo su tiempo de uso diario y al tener mayor capacidad de arrastre de material se reduce el requerimiento de equipos, en cuanto a gusanos móviles que se utilizaban como ayuda junto con el personal, a parte de los gusanos fijos en cada bodega.

Por lo tanto los costos actuales en relación a la inversión de la propuesta y la recuperación se tendrían de la siguiente manera:

Tabla XXVII. **Costo de pérdidas, operarios y consumo actual**

Detalle	Cantidad	Valor en Q
Perdida de materia prima por concepto de aglutinamiento, contaminación y vida útil	5% por cada bodega en un mes	80 100,00
Salario de operarios y encargado por vaciado de bodegas	4 operarios por mes	6 300,00
Consumo de 7 motores eléctricos	Consumo por mes	3 275,23
	Total	89 675,23

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

Tabla XXVIII. **Costo de pérdidas, operarios y consumo según propuesta**

Detalle	Cantidad	Valor en Q
Perdida de materia prima por concepto de aglutinamiento, contaminación y vida útil	2% por cada bodega en un mes	32 040.00
Salario de operarios y encargado por vaciado de bodegas	2 operarios por mes	3 150.00
Consumo de 4 motores eléctricos	Consumo por mes	2 830.88
	Total	38 020.88

Fuente: finca avícola Las Delicias. Segrasa S.A.

Haciendo la comparación de costos negativos se tiene:

$$Q80\ 100,00 - Q32\ 040,00 = Q48\ 060,00$$

$$Q6\ 300,00 - Q3\ 150,00 = Q3\ 150,00$$

$$Q3\ 275,23 - Q2\ 830,88 = Q444,35$$

Por lo tanto se tiene un total de utilidades de Q 51 654,35 de costos negativos, de manera que para recuperar el monto de inversión de la propuesta que ronda los Q 309 327,18 se estima un tiempo de 6 meses.

4. FASE DE DOCENCIA

4.1. Capacitación del personal

La capacitación de los operarios, va enfocada a mejorar las habilidades del manejo del equipo, seguridad industrial y bases de mantenimiento; se deben de establecer un programa de capacitación para cada operario de acuerdo a su área. El plan de capacitación se conforma de los siguientes aspectos:

- Temas a desarrollar en la capacitación
- Fecha
- Cuántas personas participarán
- Persona quien la impartirá
- Lugar donde se efectuará la capacitación
- Recursos

En los recursos necesarios para realizar la capacitación se encuentran los recursos materiales y el recurso laboral, en los materiales se encuentran carteles, acetatos, cds, computadora, lapiceros, lápices, papel bond, cañonera, pizarrón, marcadores para pizarrón, almohadilla.

En los recursos laborales se encuentran los instructores que son las personas que impartirán las capacitaciones, en las obligaciones de los instructores están: tener el programa de la capacitación a la mano, elaborar material bibliográfico de apoyo, realizar las evaluaciones y seguimientos que crea convenientes (acordadas junto con el jefe de producción)

El jefe de producción tiene la responsabilidad de: seleccionar e invitar a los participantes, acondicionar el área donde se va a realizar la capacitación, realizar el préstamo o adquisición del equipo a utilizar, coordinar la disponibilidad de los materiales a ser utilizados, presupuestar los gastos, coordinar junto con los encargados de las capacitaciones las evaluaciones y seguimientos que se acuerden necesarios.

Los instructores pueden ser internos o externos, dada la situación actual del molino, en la que no se cuenta con personal altamente calificado como para que realice esta actividad, la mejor opción es la de instructores externos.

Además se pueden solicitar a las autoridades administrativas, el pago de cursos para capacitación de los técnicos en instituciones como Intecap, que cuenta con programas de capacitación especiales para empresas, de ser necesario.

4.1.1. Evaluación del plan de capacitación

La evaluación del plan de capacitación es un proceso continuo que empieza con satisfacer los objetivos de la capacitación, lo recomendable es analizar los programas de capacitación desde el comienzo, durante y al final. Existen varios métodos para evaluar la efectividad de los programas de capacitación, de los cuales se hacen aptos de utilizar: evaluación del desarrollo del evento de capacitación y la evaluación del aprendizaje en la capacitación.

Para la primera, al terminar el evento de capacitación se debe de evaluar de forma anónima el desarrollo de la misma, evaluando los siguientes aspectos: los objetivos, el contenido, los aspectos organizacionales, aspectos didácticos y presentación de la capacitación. Esta evaluación servirá para retroalimentar a

los instructores del programa de capacitación para evaluar y mejorar las capacitaciones futuras.

La evaluación del aprendizaje se debe de evaluar de forma continua, evaluando a los operarios antes de la capacitación para determinar el nivel de conocimiento y habilidades de cada participante, así el instructor conocerá donde debe hacer más énfasis en el tema de la capacitación. El instructor también podrá efectuar preguntas durante la capacitación sobre los temas más importantes y al final de la capacitación también puede aplicarle una prueba que puede ser similar a la del principio, esperando que estos resultados sean mejores que en la prueba al principio, mejorando así el conocimiento, actitud y habilidades de los operarios.

- Seguimiento

El objetivo a alcanzar con el plan de capacitación es optimizar en forma óptima la utilización de los equipos e instalaciones de cada área del molino, la manera de hacerlo es darle el adecuado seguimiento a las capacitaciones, las actividades de seguimiento son importantes ya que forman parte integral en el plan de capacitación.

El seguimiento en una capacitación se refiere al proceso realizado después de la capacitación el cual tiene como objetivo asegurar que se pongan en práctica correctamente los conocimientos y habilidades adquiridos en la capacitación, y no solo ponerlos en práctica, también detectar deficiencias que existan todavía y a su vez tomar medidas para solucionarlas.

Al realizar el seguimiento del plan de capacitación se tienen que tomar en cuenta factores como: los problemas o deficiencias que se pretendan resolver

con la capacitación, contar con el programa de la capacitación, y asegurar los conocimientos y habilidades a enseñar a los técnico.

En el seguimiento se debe de tratar de determinar si el personal capacitado tiene el apoyo suficiente y los recursos necesarios para aplicar sus nuevas habilidades y conocimientos, también se debe de proveer una capacitación adicional en el desarrollo del trabajo para fortalecer las habilidades aprendidas, y velar que el personal supere cualquier resistencia al cambio que impida aplicar las nuevas habilidades.

4.2. Evaluación del desempeño

Por ser el recurso humano el más importante de cuanto disponen las empresas para el cumplimiento de sus objetivos, debe dársele una mayor participación en la apreciación de su desempeño en el trabajo. La retroalimentación efectiva del desempeño es una herramienta motivacional y, a la vez, una fuente eficaz para el desarrollo del individuo y de la organización.

El sistema de evaluación del desempeño debe ser flexible y adaptable a los diferentes niveles organizacionales y circunstancias que caracterizan la situación del individuo y, al mismo tiempo, lo suficientemente simple para ser comprendido y aplicado por todos los usuarios.

El sistema de evaluación del desempeño se fundamenta en el convencimiento de que todo evaluado tiene interés y necesidad de conocer la forma en que el jefe inmediato evalúa su desempeño y su contribución a las operaciones organizacionales. El objetivo fundamental del sistema es evaluar la forma en que el evaluado desempeña las tareas asignadas, en procura de mayor productividad y calidad en su trabajo.

4.2.1. Nivel del desempeño

Con el fin de que el evaluador y el evaluado puedan interpretar adecuadamente los resultados e identificar las fortalezas y debilidades del desempeño demostrado durante el período evaluado, en el cuadro siguiente, se indican y definen los diferentes niveles del desempeño equiparados con las correspondientes categorías cualitativas.

Tabla XXIX. Niveles del desempeño

NIVEL	DEFINICION	CATEGORIA
1	Desempeño muy por debajo del esperado*	DEFICIENTE
2	Desempeño ligeramente por debajo del esperado	REGULAR
3	Desempeño conforme con el mínimo esperado	BUENO
4	Desempeño por encima del esperado	MUY BUENO
5	Desempeño Excepcional **	EXCELENTE

* El desempeño esperado será determinado por el jefe inmediato con fundamento en el potencial laboral del empleado, los recursos disponibles y la complejidad o dificultad de las tareas.

** Se refiere al desempeño que supera extraordinariamente al esperado.

- El proceso de evaluación

La evaluación del desempeño es un proceso a cargo, principalmente, del jefe inmediato. El superior del jefe inmediato solo participará, ya sea en la evaluación intermedia o en la evaluación final, cuando el empleado manifieste disconformidad en relación con lo actuado por el jefe inmediato.

El proceso de evaluación del desempeño está dividido en dos fases: evaluación intermedia y evaluación final; cada una de estas cubre un período de seis meses. Con fundamento en dichas evaluaciones se obtendrá la evaluación Anual, la que, más que una evaluación es el resumen cuantitativo y cualitativo de los resultados obtenidos en los dos períodos previos.

- Evaluación intermedia

La evaluación Intermedia del desempeño permitirá al empleado y a su jefe inmediato conocer en qué medida aquel ha logrado trasladar al desempeño cotidiano la capacitación o las otras opciones de mejoramiento proyectadas al final del ciclo anterior. También ha de servir para que el jefe inmediato haga las propuestas de capacitación u otras opciones de mejoramiento requeridas por el empleado, en procura de una reorientación y mejoría de su desempeño durante el segundo semestre del año.

Es necesario que los individuos que intervienen en este proceso: el empleado, su jefe inmediato y, en algunos casos, el superior del jefe inmediato, no pierdan de vista el carácter parcial de esta evaluación.

- Evaluación final

La segunda parte del proceso de evaluación del desempeño culmina con la evaluación final, que debe llevarse a cabo en la última quincena del mes de noviembre de cada año. Los resultados que aquí se determinen deben reflejar con fidelidad el desempeño alcanzado por el empleado durante el segundo semestre del año, a partir de las ideas orientadoras propuestas, para este segundo período, en la entrevista de la evaluación intermedia. Además, de esta evaluación deben derivarse, igual que en la evaluación Intermedia, propuestas

específicas y concretas de capacitación u otras opciones de mejoramiento requeridas por el empleado, con miras a la programación del trabajo para el ciclo siguiente.

- Evaluación anual

La evaluación anual del desempeño, más que una evaluación propiamente dicha, es una síntesis cuantitativa y cualitativa de los resultados obtenidos por el empleado en las dos evaluaciones previas, a saber: la intermedia y la final.

- Motivación laboral

La operación de los equipos e instalaciones del área del molino depende significativamente de la fuerza laboral de todos los operarios, es decir tanto los que manejan equipo hasta los cargadores. La productividad y calidad del desempeño de las actividades de un operario se ven afectadas en gran parte por su estado de ánimo. Un elevado estado de ánimo y la motivación son aspectos importantes para mejorar la productividad en el molino, para elevar estos aspectos se debe proporcionar un buen ambiente y seguridad al realizar el trabajo.

La motivación se puede llevar a la práctica con las siguientes acciones: procurar que el operario sienta que es parte de la institución, remunerar a la persona con un salario competitivo y realizar encuestas para evaluar el estado de ánimo del personal.

- **Importancia**

Toda institución pública o privada debe actualizarse con herramientas modernas que incentiven y motiven al personal de la institución. La administración debe buscar, adecuar e implementar los instrumentos, programas y documentos que se conviertan en una guía que servirá para la toma de decisiones referente a los empleados y su desempeño laboral.

El objetivo principal de un programa de motivación, es encaminar las actividades de cada empleado para obtener los resultados satisfactorios, así como cubrir las necesidades que el recurso humano manifieste, haciendo cada una de sus áreas productivas, este documento será de gran importancia, ya que orientará la metodología para que influya en el nivel de la motivación de los empleados logrando el clima organizacional adecuado para que determine la eficiencia y eficacia del personal y de la institución.

4.2.2. Programa de motivación

El programa de motivación que a continuación se presenta contiene una serie de aspectos que ayudarán en la aplicación adecuada de la estructura del programa de motivación que beneficiarán el desarrollo de las funciones que ejecuta el personal del departamento. Estos aspectos se desglosan a continuación.

- **Lineamientos del programa**
 - Indagar periódicamente si las necesidades psicológicas de los empleados del departamento están siendo satisfechas.

- Establecer y utilizar el programa motivacional en los empleados para lograr la autorrealización individual.
- La aplicación de incentivos económicos deben de ser tomados en cuenta para los empleados del área administrativa.
- Mejorar el clima organizacional para lograr que los empleados desempeñen eficientemente su labor y pongan en práctica lo aprendido.
- Las capacitaciones de temas de motivación, deberán ser para todos los empleados que laboren en el área administrativa.
- Crear un comité que se encargue de organizar y dirigir las actividades que contiene el programa de motivación.
- El programa motivacional propuesto será expuesto a modificaciones periódicas y de acuerdo a las necesidades dentro del área administrativa de la institución.

El comité encargado de organizar y dirigir las actividades del programa motivacional, debe estructurar los procedimientos que se deben desarrollar en el programa, los cuales están conformados por las siguientes actividades:

- Actividades grupales.
- Actividades de evaluación mutua.
- Actividades materiales.

- Actividades del programa motivacional
 - Actividades grupales

Estas deben promover la participación y desenvolvimiento de los empleados del área administrativa para que constituyan un beneficio en la motivación de la fuerza laboral.

Objetivo: fomentar vínculos de compañerismo y socialización entre los empleados.

- Eventos
 - Deportivos: investigando la preferencia deportiva del grupo de empleados, se puede determinar e implementar estos eventos, que fomentaran un comportamiento de equipo. Estos no deben de inferir con el horario de trabajo.
 - Celebraciones: preparar festejos en relación a fechas especiales en donde los empleados puedan celebrar días festivos en un ambiente de cordialidad con sus compañeros de trabajo, preparando la decoración, refrigerios y regalos que serán repartidos esos días.
 - Cumpleaños: organizar celebraciones o menciones especiales para los empleados que cumplen años en el mes, de la forma que se sientan incluidos, respetados e importantes para la institución.

- Lluvias de ideas. Fomentar la reunión entre los empleados para intercambiar ideas y conceptos a temas o problemas que conciernen al área con el fin de aprovechar la información que se viera en ese evento. Se realizara mediante reuniones de mesa redonda que se llevaran a cabo cada tres meses, procurando que todos los empleados participen en esta práctica para hacerles sentir que son tomados en cuenta.

- Actividades de evaluación mutua

Este procedimiento se debe efectuar para contrastar las ideas y conflictos que percibe cada uno de los empleados para disminuir las diferencias manifestadas entre el grupo.

Objetivo: solucionar los problemas de desacuerdo en el área de trabajo.

Puesta en práctica: será mediante los formatos de evaluaciones que se recopilara en recursos humanos. En una reunión general se determinan las notas con objetivo de mejora.

- Actividades materiales

Son las que implican establecer las necesidades materiales y de comodidad que tenga el empleado, por lo que se hace necesario que sean satisfechas a fin de proporcionarles el ambiente adecuado en el cual desarrollen sus actividades eficientemente.

Objetivo: proveer a los empleados de un área laboral adecuada para ejecutar sus funciones de forma oportuna.

- Acciones:
 - Mantenimiento y suministro: incluyen proporcionar el mobiliario y equipo adecuado, así como lo necesario a los empleados, al igual del mantenimiento constante y periódico, que facilite el desempeño eficiente del trabajo.
 - Espacio físico: los aspectos del espacio y distribución del área en el que desempeñará el recurso humano, para ser mejorados y estos que contribuyan a la productividad laboral.
 - Limpieza: se debe asegurar el orden e higiene del departamento, a fin de contribuir a la buena imagen y funcionamiento del hospital. Esto contribuye a mejorar la imagen de la institución, hacer más agradables los ambientes y beneficiar la salud del personal.

Estos son los lineamientos básicos para una capacitación y evaluación del personal del molino Segrasa S. A., para atender las necesidades tanto como empresa y del personal.

CONCLUSIONES

1. Teniendo un sistema de vaciado con tuberías en perfecto estado y reorientadas a donde corresponde la extracción, se puede evitar la pérdida de materia prima en el transporte desde su recibimiento.
2. Con una nueva infraestructura dentro de las bodegas de harina se logra mejorar el tiempo de extracción y esto a su vez prolonga la vida de los equipos minimizando los paros innecesarios provocados por el exceso de los límites de trabajo de los equipos
3. Al tener un correcto almacenamiento de la harina de manera centrada al gusano (tornillo sin fin) se mejora el vaciado de las bodegas, evitando aglomeración del material y evitando pérdidas del mismo que se refleja en costos elevados de materia prima.
4. Implementado la propuesta de mejora se podrá ver la reducción de costos en mano de obra requerida para este proceso y a su vez el resguardo de la seguridad del personal por las condiciones de alto riesgo a las que eran sometidos.
5. Se planteó como propuesta el cambio de motores eléctricos de mayor capacidad según el análisis requerido de arrastre de material debido a la demanda de producción y así la considerable reducción en los gastos de energía eléctrica al no utilizar equipos móviles de extracción (tornillos sin fin).

RECOMENDACIONES

1. Para que las empresas de mediana envergadura y en vías de crecimiento como lo es Segrasa S.A., sean más eficientes, es necesario mejorar sus técnicas de administración de producción, procesos y tecnología actual.
2. Incentivar a la empresa a la mejora continua incluyendo: remodelar, cambiar, sustituir y adquirir tanto equipo como instalaciones adecuadas y acorde a los procesos que se manejan, ya que los actuales son obsoletos y poco eficientes.
3. Se debe crear un sistema o plan de mantenimiento acoplado a las necesidades de la empresa, evitando así las correcciones no previstas y el paro de la producción por falta de repuestos.
4. Capacitar al personal operativo de los roles que tiene que llevar a cabo para una correcta operación de los equipos, al mismo tiempo concientizarlo sobre el ahorro energético.
5. Proveer al personal del molino con el equipo mínimo de seguridad según su papel a desempeñar dentro del mismo, logrando con esto un incentivo hacia el personal y tener mejores condiciones de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. AVALLONE, Eugene A.; BAUMEISTER, Theodore, *Manual del ingeniero mecánico* 9a. ed. Mexico: McGraw-Hill, 1997 180 p.
2. BELTRÁN PROVOSTE, Cristhian. *Medición de caudal*. [en línea]. Chile, Colegio Salesiano de Concepción, Escuela Industrial “San José” 2004, <http://infoplcn.net/files/documentacion/instrumentacion_deteccion/infoPLC_net_MEDICION_CAUDAL.pdf> [Consulta: 10 de enero de 2013].
3. Comisión Nacional de Energía Eléctrica, *Ajuste Tarifario Febrero-Abril 2013* [en línea], Guatemala, 2013 :<<http://www.cnee.gov.gt/xhtml/prensa/Boletin%20Ajuste%20Tarifario%20febrero-abril%202013.pdf>> [Consulta: 22 de enero de 2013].
4. MEDRANO, Roberto. *Mezcladoras y proceso de mezclado* [en línea]. Mexico, 2006 < <http://www.engormix.com/MA-balanceados/formulacion/articulos/mezcladoras-proceso-mezclado-t785/p0.htm>> [Consulta: 14 de enero de 2013].
5. MIRAVETE, Antonio; LARRODÉ, Emilio. *Transportadores y elevadores*, España: Reverte, 1996. 448 p.

6. PERRY, Robert H.; GREEN, Don W.; MALONEY, James O. *Manual del ingeniero químico*. 7a. ed. España: McGraw-Hill/Interamericana de España, 2011. 711 p.
7. Rockwell Automation. *Conceptos básicos sobre el uso de los motores de inducción trifásicos* [en línea]. Perú, 1996. [Consulta: 10 de enero de 2013].
8. TARRAGONA, Eduard. *Datos eléctricos de interés* [en línea]. España 1999 < <http://www.epron.es/resources/Datos+el%C3%A9ctricos+de+inter%C3%A9s.pdf> > [Consulta: 28 de enero de 2013].

APÉNDICES

Plano general del molino

