



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ESTUDIO DE LA DOSIFICACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS
AVICOLAS Y DE CERDOS PARA LA FABRICACIÓN DE
DISTINTAS HARINAS**

Beberly Jocabed Estrada Orantes

Asesorado por: Inga. Sigrid Alitza Calderón de De León

Guatemala, junio de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE LA DOSIFICACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS
AVÍCOLAS Y DE CERDOS PARA LA FABRICACIÓN DE
DISTINTAS HARINAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

BEVERLY JOCABED ESTRADA ORANTES

ASESORADO POR: INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de De León
EXAMINADOR	Jayme Humberto Batten Esquivel
EXAMINADOR	Ing. Edwin Danilo González Trejo
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ESTUDIO DE LA DOSIFICACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS AVÍCOLAS Y DE CERDOS PARA LA FABRICACIÓN DE DISTINTAS HARINAS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 19 de julio de 2006.

Beberly Jocabed Estrada Orantes

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por la vida que me da, por cumplir con una de mis metas y estar siempre a mi lado ayudándome, protegiéndome y guiando mi camino.
Mis padres	Alejandro de Jesús Estrada Solano y Emelina Orantes de Estrada, por apoyarme y fomentarme el deseo de superación.
Mis hermanos	Josué Juventino y Alma Janeth, por brindarme su amor y amistad sinceramente.
Mi cuñado	Arnulfo López Sierra, por las palabras de aliento, consejos y muestras de cariño.
Mis sobrinos	Ender David, Arnulfo Ismael y Beberly Amanda, por el amor manifestado.
A mis abuelitos	Juventino Estrada (+), Cristina Solano (+), Isabel Requena (+) y Buenaventura Orantes (+), por ser un ejemplo a seguir.
Mi familia en general	Por su cariño y apoyo.

Fábrica de Harinas

Por su paciencia, amabilidad y muestras de cariño de todos los que laboran en la planta y por darme la oportunidad de vivir esta experiencia.

Mi asesora

Inga. Sigríd Calderón, por su paciencia, amabilidad, profesionalidad, cariño, por compartir sus conocimientos y ser un instrumento para lograr esta meta.

A mis amigos

Por su apoyo, ayuda y cariño.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por brindarme los conocimientos necesarios para desarrollarme como profesional.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Mi Padre Celestial, quien ha estado a mi lado en todo momento de mi vida, darme la sabiduría y oportunidad de cumplir esta meta; gracias mi Dios.

Mis padres

Mis grandes amores, los cuales me han dado todo lo necesario para ser una persona de bien, por todos sus consejos, sin la ayuda de ustedes lo he logrado, papitos lindos los amo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA	1
1.1 Historia y antecedentes de la empresa	1
1.2 Ubicación	2
1.3 Estructura organizacional	4
2. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA EMPRESA	7
2.1 Análisis FODA de Fábrica de Harinas	7
2.2 Diagrama de Causa y Efecto de la empresa analizada	9
2.3 Descripción del proceso de elaboración de harinas	12
2.4 Flujograma de operaciones actual	18
2.5 Diagrama de recorrido actual	21
2.6 Balance de líneas actual	23
2.7 Estudio de ruido y ventilación actual	30
2.7.1 Determinación de niveles ruido en las áreas de trabajo	31
2.7.2 Medición de ventilación en las áreas de trabajo	32
2.8 Dosificación de la MP	34
2.8.1 Diagnóstico de la situación actual en la dosificación de	

la MP	34
2.8.2 Parámetros nutricionales de las harinas para la elaboración de alimentos avícolas y porcinos	34
2.8.3 Calcinado de huesos actual	36
2.9 Programa para el control de calidad en la harina actual	38
2.9.1 Programa de control de calidad durante el proceso	39
3. PROPUESTAS PARA EL ÁREA DE CALIDAD Y PRODUCCIÓN	41
3.1 Flujograma de operaciones	41
3.2 Diagrama de recorrido	44
3.3 Balance de líneas	46
3.4 Ruido y ventilación	48
3.7.3 Análisis de resultados y propuestas	51
3.8 Dosificación de la MP	57
3.8.1 Parámetros nutricionales de las harinas para la elaboración de alimentos avícolas y porcinos	57
3.8.2 Dosificación óptima por medio de programación lineal	59
3.8.3 Calcinado de huesos	62
3.9 Programa para el control de calidad en la harina	66
3.9.1 Programa de control de calidad durante el proceso	70
3.9.2 Aplicación del programa y el seguimiento de mejora continua	73
4. IMPLEMENTACIONES PARA EL ÁREA DE CALIDAD Y PRODUCCIÓN	77
4.1 Ruido y ventilación	77

4.2 Dosificación de la MP	79
4.2.1 Parámetros nutricionales de las harinas para la elaboración de alimentos avícolas y porcinos	80
4.2.2 Dosificación óptima de la harina	82
4.2.3 Calcinado de huesos	84
4.3 Programa para el control de calidad en la harina	84
4.3.1 Programa de control de calidad durante el proceso	85
4.3.2 Aplicación del programa y el seguimiento de mejora continua	92

5. DESCRIPCIÓN DEL APORTE AL MEDIO AMBIENTE Y COSTOS CON LA DOSIFICACIÓN DE LAS HARINAS

5.1 Medio ambiente	97
5.1.1 El aporte al ambiente, al procesar subproductos para convertirlos en alimento para animales	98
5.1.2 Control de la emanación de olores	101
5.1.3 Leyes ambientales en Guatemala relacionadas al Proceso	102
5.1.4 Manejo de desechos sólidos	107
5.2 Descripción de costos	108
5.2.1 Costos implicados en la dosificación de la MP	108
5.2.2 Costos relacionados a la protección del medio ambiente	110
5.2.3 Costos relacionados a la protección del personal	110

CONCLUSIONES	113
RECOMENDACIONES	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
BIBLIOGRAFÍAS	121

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de ubicación de Fabrica de Harinas	3
2.	Estructura organizacional	5
3.	Taller de mantenimiento	9
4.	Bancos de trabajo de mantenimiento	10
5.	Diagrama de Causa y Efecto	11
6.	Recepción de grasa y sangre de pollo	13
7.	Recepción de pluma y vísceras de pollo	13
8.	Área de hidrolizado	14
9.	Cocinadores	15
10.	Mezcladora	16
11.	Contaminantes de limpiadora	17
12.	Contaminantes de magneto	17
13.	Área de ensaque	18
14.	Diagrama de flujo actual	19
15.	Diagrama de recorrido actual	22
16.	Horno para calcinar hueso	36
17.	Diagrama de calcinado de huesos precocidos actual	37
18.	Fumigación	39
19.	Diagrama de flujo propuesto	42
20.	Diagrama de recorrido propuesto	45
21.	Hueso precocido acumulado	47
22.	Tapones auditivos tipo banda	52
23.	Prensa percoladora	58
24.	Horno con mayor capacidad	63

25.	Horno pequeño	64
26.	Hueso precocido	66
27.	Hoja de control de limpieza de transporte de MP	67
28.	Diagrama de muestreo	74
29.	Tapones auditivos re-usables	77
30.	Aeraspirato	78
31.	Ventilación adecuada	79
32.	Tolvas de separación de MP	81
33.	Horno para calcinar hueso	84
34.	Organigrama propuesto de Fábrica de Harinas	85
35.	Temperatura y humedad relativa a las cuales crecen los hongos más importantes en alimentos	91
36.	Hoja de control de recepción de MP	93
37.	Hoja de control de temperatura de PT	94
38.	Hoja de control de fumigación de furgones PT	95
39.	Hoja de control de roedores	95
40.	Canal sedimentador	100

TABLAS

I.	Tiempo cronometrado promedio	25
II.	Sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales	26
III.	Suplementos	28
IV.	Westinghouse	29
V.	Áreas de Fábrica de Harinas	31
VI.	Velocidad del viento	33
VII.	Análisis bromatológico harina mixta	35

VIII.	Análisis bromatológico harina especial	35
IX.	Nivel sonoro recomendable en áreas de trabajo	48
X.	Exposición al ruido permisible	49
XI.	Horas / decibeles	49
XII.	Decibeles / tiempo de exposición	50
XIII.	Renovación de aire en número de veces / hora	54
XIV.	Coeficiente de entrada de la ventana (C)	54
XV.	Corrientes de aire natural	55
XVI.	Análisis bromatológicos internacionales	57
XVII.	Requerimientos de las harinas de subproductos avícolas	59
XVIII.	Tabla de nutrientes proporcionados por las distintas harinas	60
XIX.	Análisis bromatológicos de harina de huesos	64
XX.	Análisis de calcinación de huesos precocidos	65
XXI.	Análisis de calcinación huesos crudos	65
XXII.	Comparativa de micotoxinas	73
XXIII.	Aeraspiratos	78
XXIV.	Promedios bromatológicos	80
XXV.	Dosificación de distintas MP	83
XXVI.	Escala de tamices estándar Tyler	89

LISTA DE SÍMBOLOS

qq	Quintales
hrs.	Horas
min.	Minutos
MP	Materia prima
PT	Producto Terminado
Lbs.	Libras
°C	Grados Celsius
m.	Metros
Km.	Kilómetros
m³	Metros cúbicos
dB	Decibeles
<	Menor que
>	Mayor que
%	Porcentaje
g	Gramos
Kg	Kilogramos
ppb	Partes por billón
Ø	Diámetro
DBO	Demanda de oxígeno biológico
D_i	Nivel de ruido ideal
MO	Mano de obra
DQO	Demanda química de oxígeno

GLOSARIO

Bromatología	Ciencia que trata de los alimentos.
Calcinar	Reducir a cal viva los minerales calcáreos, privándolos del ácido carbónico por el fuego.
Calidad	Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor.
DBO	Significa demanda bioquímica de oxígeno, y es la medida indirecta del contenido de materia orgánica en aguas residuales; que se determina por la cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la materia orgánica biodegradable durante un periodo de cinco días y una temperatura de veinte grados centígrados.
DQO	Significa demanda química de oxígeno, la cual es la medida indirecta del contenido de materia orgánica e inorgánica oxidable en aguas residuales; que se determina por la cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación de la materia orgánica e inorgánica oxidable.
Dosificación	Determinación de la dosis de un medicamento.
Grasa	Manteca, unto o sebo de un animal.
Harina	Polvo que resulta de la molienda de algo.

Higroscopicidad	Propiedad de algunas sustancias de absorber y exhalar la humedad, según el medio en que se encuentran.
Humedad	Cualidad de húmedo. Agua de que está impregnado un cuerpo o que, vaporizada, se mezcla con el aire.
Longitudinal	Perteneciente o relativo a la longitud. Hecho o colocado en el sentido o dirección de ella.
Micotoxinas	Metabolitos producidos por mohos presentes en gran parte de los alimentos, analizándose su presencia en niveles superiores a los tolerables, lo que representa una amenaza para la inocuidad de los alimentos y un riesgo importante en salud alimentaria, tanto para los animales como para el hombre.
OSHA	Significa Occupational Safety and Health Administration. Es un reglamento que fue aprobado por el Congreso de Estados Unidos, para asegurar lo más posible las condiciones de seguridad de todo hombre o mujer trabajador en la nación y para preservar los recursos humanos.
Peróxido	Oxido que tiene la mayor cantidad posible de oxígeno.
Peletizado	Proceso de compactación de harinas, dándoles una forma predeterminada al hacerla pasar por una abertura.

Perpendicular	Dicho de una línea o de un plano: Que forma ángulo recto con otra línea o con otro plano
Proteína	Sustancia constitutiva de las células y de las materias vegetales y animales. Es un biopolímero formado por una o varias cadenas de aminoácidos, fundamental en la constitución y funcionamiento de la materia viva, como las enzimas, las hormonas, los anticuerpos, etc.
Textura	Separación de partículas finas y gruesas en un producto.
Tolva	Depósito en forma de cono invertido abierto por debajo, en cuyo interior se vierten harinas, granos u otros cuerpos que caen poco a poco entre las piezas del mecanismo destinado a triturarlos, mezclarlos, limpiarlos, clasificarlos, etc.
Reverberar	Reflejarse en una superficie que no lo absorba.

RESUMEN

Al implementar un sistema de dosificación de las harinas, se exige que la calidad se aborde de una manera rigurosa y sistemática con el objetivo fundamental de la satisfacción del cliente. Esto logra un aumento en la productividad, las ventas y mejora el ambiente de trabajo, lo cual va a redundar en beneficio de accionistas y colaboradores involucrados en la organización.

La propuesta de este trabajo de graduación, permite garantizar la calidad de los productos, por medio del establecimiento de normas, políticas y procedimientos claramente definidos en una metodología basada en responsabilidades de los diferentes mandos gerenciales y medios de la organización, que se hace efectiva con la utilización de un manual de calidad.

Con la elaboración e implementación de un manual de dosificación de la harina se pretende establecer los procedimientos y principios que en la compañía repercuten en la calidad del producto, involucrando a todas las áreas de la empresa para asegurar un proceso continuo de mejora. Basado en programación lineal que se redactaron de una manera simple para que se pueda comprender.

También se tocan temas de gran importancia como qué aporte dan empresas como éstas al medio ambiente y leyes existentes en Guatemala sobre la protección al medio ambiente.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar un estudio de la dosificación de los subproductos avícolas y de cerdos para la fabricación de distintas harinas. Para que la empresa pueda optimizar la materia prima y aprovechar mejor la variedad de subproductos tanto avícolas como porcino con que cuenta la empresa.

ESPECÍFICOS

1. Analizar la situación actual del proceso y toda la actividad relacionada a la producción de harinas. Enfocado a la satisfacción del cliente, para evitar rechazos por incumplimiento de parámetros establecidos.
2. Identificar la o las operaciones críticas dentro del proceso de las harinas, que limiten a alcanzar una mejor eficiencia y eficacia en la entrega del producto terminado.
3. Investigar y realizar pruebas sobre la dosificación de subproductos, y establecer las distintas harinas con sus características nutricionales.
4. Establecer un plan de muestreo para monitorear la calidad de la harina, en donde se pueda documentar toda esta información como un respaldo de lo que se está produciendo.

5. Analizar los resultados de la situación actual, y dar una propuesta con base a lo observado y conceptos teóricos de la ingeniería industrial, con base en la parte nutricional y normas de alimentos.
6. Realizar un diagnóstico de la salud ocupacional, en relación a los contaminantes de: ruido, ventilación, iluminación, polvo, y todo lo relacionado al bienestar de los operarios.
7. Realizar una descripción de contaminantes al medio ambiente, consecuentes del procesamiento de subproducto animal, y presentar las recomendaciones pertinentes en caso necesario.

INTRODUCCIÓN

La Industria Avícola y Porcina guatemalteca son uno de los sectores más importantes dentro de la actividad agropecuaria del país. Esto originó que muy pronto estos productos formaron una parte integral de la dieta básica de los guatemaltecos. Además proveen la forma más económica de proteína animal para la población, a través de la carne de pollo, los huevos de gallina y carne de cerdo.

Asimismo como ha aumentado el consumo de estos productos también están aumentando la generación de desechos sólidos como las cáscaras de huevo o los huevos que no eclosionan, sangre de ave, grasa de ave, vísceras de aves no aptas para el consumo humano, pluma de ave, sangre de cerdo y hueso del cerdo. Los cuales son enviados a las plantas de “rendering” como se les conoce o manejo de los subproductos para transformación en harina animal que luego es reincorporada en la alimentación de las aves o de las mascotas. En otros casos, son enviados a los rellenos sanitarios sin aprovechar su uso alternativo y generan un gasto por el transporte al sitio de disposición final, sumado a la contaminación del medio ambiente.

Los dos principales grupos avícolas (Avícola Villalobos y Frisa) tienen plantas de aprovechamiento de subproductos (rendering), ambas transportan los sub-productos desde diferentes puntos a sus centros de procesamiento para este caso a Fábrica de Harinas ubicada en la carretera que conduce a Palín, Escuintla.

La diversificación de harinas de origen animal, es importante, ya que representa entre un 3 y 6% de un alimento balanceado para animales, eso hace

necesario la clasificación de dichos subproductos, en donde se pueda elaborar variados productos para poder presentar al cliente una mejor opción en cuanto a la formulación de los alimentos terminados.

Adicional a la dosificación, es importante analizar el proceso en relación a la eficiencia, seguridad, contaminación, que son básicos para entregar un producto terminado de alta calidad, por lo que se pretende incorporar un estudio del proceso, programa de muestreo de las harinas, y todo lo relacionado al mejoramiento como valor agregado a este documento, para el aprovechamiento de recursos, pero sobre todo a la conservación del medio ambiente.

De acuerdo con la variedad del subproducto, se pueden obtener varias harinas en relación a los requerimientos del cliente, tres de ellas son las más importantes: la harina de pluma, la cárnica y de sangre. En este caso se analizaron las cárnicas y la de pluma la cual se mezcla con sangre y otras materias primas para procesarla como una harina mixta. Estas dos son las que finalmente fueron estandarizadas con base a los resultados de laboratorio y aceptadas por el cliente.

1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

La empresa analizada y estudiada para elaboración del informe del trabajo de graduación es Fábrica de Harinas que pertenece a la corporación Avícola Villalobos, S.A. Esta planta tiene aproximadamente 35 años de funcionar y cuenta actualmente con 34 empleados.

1.1 Historia y antecedentes de la empresa

Se adquiere la Fábrica con un equipo de la década de los sesenta, con un cocinador y una caldera de 100 HP, la planta se encontraba en condiciones desfavorables y de poca tecnología, siendo su producción máxima de 1500 lb. /hr de harina, en su momento era una empresa con un proceso manual excepto por el cocinador, todo el producto se trasladaba en toneles sobre camiones con y sin cubierta. Posteriormente, se dio un paso grande, al implemento en fábrica un proceso de transporte más adecuado y fácil de trasladar por medio de graneleras, góndolas y camiones con tolva incorporada. Desde hace varios años, se han realizado varias modificaciones para manejar la fábrica de una forma mecánica y desde ese entonces se ha incrementado la producción a 9000 lb. /hr. de materia prima a la fecha.

En el transcurso de operaciones de la fábrica se han superado varias dificultades en cuanto al manejo del subproducto por las condiciones en que se trasladan por el hecho de que es un producto perecedero con una vida de anaquel de aproximadamente 24 horas, el cual después de este tiempo provoca olores fuertes, desagradables, emanación de plagas (moscas, larvas, etc.), y ya no es recomendable utilizarlo como materia prima para fabricar harinas. Todo esto es fácil que se salga de control y el cual es uno de los

retos que se ha logrado vencer y cambiar el concepto, hasta alcanzar ser una planta industrial, ya que en el pasado este proceso se conocía como un proceso sucio, desagradable y sin deseo de conocerlo. El desafío es llegar a ser una planta certificada por normas internacionales, para garantizar el cuidado del medio ambiente y estar preparado para un libre comercio.

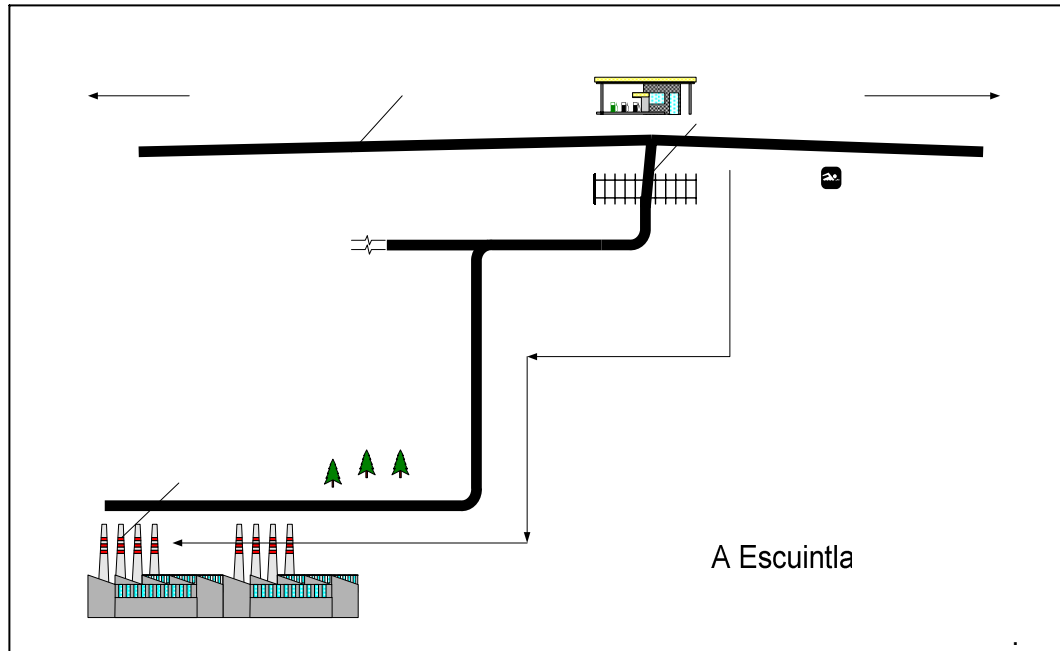
Fábrica de Harinas es una empresa procesadora de los subproductos del pollo y cerdo tales como: vísceras, plumas, recortes, traquea, menudos, sangre, grasa animal, entre otros y los desechos del cerdo excepto el pelo. Por el momento se procesan dos clases de harinas una para mascotas y otra para engorde del pollo.

Es una empresa que ha invertido mucho trabajo, para ser una planta recicladora de productos avícolas y porcinos, para evitar contaminar el medio ambiente como el de enterrar el producto, depositarlo en rellenos sanitarios y derramar los líquidos en los ríos, entre otros. Se ha vuelto una empresa rentable al producir harinas que se utilizan como un ingrediente del concentrado para alimentar a las aves.

1.2 Ubicación

La empresa esta ubicada en una zona industrial en el Km. 34.5 Carretera al Pacífico, Finca la Compañía, Colonia los Sauces, Palín, Escuintla (ver figura 1). A pesar de ser una zona industrial la Municipalidad de Palín ha autorizado colonias residenciales a los alrededores de la planta, por ese motivo han surgido pequeñas discusiones encontradas de las empresas existentes en el lugar, como los olores provenientes del proceso.

Figura 1. Mapa de ubicación de Fábrica de Harinas



Carretera
Asfaltada

Finca la Comp

En cuanto a la localización de la empresa cumple con los factores más importantes que deben tomarse en cuenta para una localización industrial los cuales son región y comunidad. La primera de las más importantes como se dijo anteriormente es que esta ubicada en una zona industrial, esta situada dentro del rango aceptable en cuanto a distancias de procedencia de la materia prima y el cliente del producto terminado, uno de los recursos más fuertes es el agua, la cual es abundante, el resto de recurso para producción, incluyendo la mano de obra son accesibles.

La fábrica esta ubicada en un punto estratégico, ya que se encuentra localizada a la orilla del río Michatoya, tiene sus ventajas y desventajas, una de las desventajas es por las inclemencias del clima por ejemplo las lluvias ricas de las tormentas Mitch y Stán, que han afectado las instalaciones y esto mismo ha provocado hacer trabajos de contingencia para estar preparados ante una situación similar.

Fábrica de Harinas

Árb: Árb
ol ol

Toledo

Las únicas dos plantas que existen en Guatemala están ubicadas en este mismo lugar, con la diferencia que ésta se llama planta de Subproductos. Los materiales, mercado, medios de transporte, combustibles, energía eléctrica y agua pertenecientes al factor región son aceptables porque todos son accesibles aunque se encuentren un poco retirados, pero los medios transportes están bien distribuidos. Por el factor comunidad como la mano de obra, actitud de la comunidad, condiciones y nivel de vida, bancos, hospitales y protección policíaca (aunque es bastante deficiente porque no existe seguridad que brinden a la comunidad y a sus pobladores, absorbiendo gastos de seguridad teniendo sus propios medios de protección, como guardias), están en un rango aceptable.

1.3 Estructura organizacional

La compañía Avícola Villalobos esta conformado por una serie de empresas que se organizan en forma vertical. Una de las cualidades de este tipo de empresas al cerrar los ciclos es que se obtiene el mayor aprovechamiento de los recursos y el aumento de calidad de cada producto como es el caso de Fábrica de Harinas, es donde finaliza el proceso de beneficio de pollo y a la vez a la mitad de dicho proceso inicia la elaboración de alimentos balanceados para aves, cerrando el ciclo de esta manera e iniciándolo, terminando como alimento para animales, crecimiento y engorde de pollo, posteriormente a plantas de beneficio luego retorno del subproducto. Y en Guatemala existen pocas empresas que cierran un ciclo como este.

El organigrama en la alta gerencia muestra el enlace que existe con las otras empresas del grupo, posteriormente se presenta la organización interna del personal de Fábrica la cual tiene una relación directa e indirecta con el personal de las otras plantas con la finalidad de compartir información.

2. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA EMPRESA

Esta es una de las empresas que brindan apoyo a los estudiantes en general, en donde permiten desarrollar conocimientos teóricos aplicados con el apoyo del personal de dicha empresa.

Aunque la empresa tiene poco personal, esta en una etapa de crecimiento y en un proceso de cambio, esto es una gran oportunidad, ya que con anterioridad se olvidaron de la planta y estaba en completo abandono y se están hablando de aproximadamente dos años, así que lentamente se esta levantando rediseñándola, incorporando equipo altamente eficiente fabricado dentro de la misma planta, adquiriéndolo en el mercado local e importado, para seguir mejorando el proceso.

En cuanto al clima laboral se observa que la mayoría de empleados carecen de iniciativa, hay que estar indicándoles las cosas para que las ejecuten, les gusta que les den ordenes y realizan sus labores de trabajo prácticamente por monotonía, por fines lucrativos y por ende no hacen sus actividades con calidad y eficientemente en la mayoría de veces, esto es resultado del descuido de la misma planta.

2.1 Análisis FODA de Fábrica de Harinas

Fortalezas:

- Es una de las dos empresas autorizadas en Guatemala para tratar los residuos del pollo y cerdo.
- Respaldo del personal administrativo y operativo.
- El cliente consumidor pertenece a la misma corporación.

- Brindan conocimientos sin egoísmo.

Oportunidades:

- Crecimiento en el mercado.
- Mejoramiento de procesos.
- Aprovechamiento de nuevas materias primas provenientes del pollo y cerdo.
- Incrementar la producción, vendiendo harinas a terceros y exportar.
- Elaboración de nuevas harinas para el mercado.

Debilidades:

- No se cuentan con el equipo necesario para realizar pruebas de dosificaciones.
- Existe muy poco personal para poder realizar diferentes pruebas.
- Personal totalmente acomodado en su área de trabajo.
- Por el tipo de producto, problemas con los extensos tiempos en el proceso.
- Falta de iniciativa de los trabajadores, se les tiene que ordenar que realicen las actividades.
- Prioridades a otros acontecimientos que se presentan en el camino.
- Se depende mucho de la producción de las plantas procesadoras.
- Poco presupuesto por surgir acontecimientos inesperados de la fábrica y ocupar ahí el capital.

Amenazas:

- Temor al cambio de las personas externas (clientes).
- El de establecer colonias dentro de una zona industrial y autorizado por la Municipalidad de Palín.

2.2 Diagrama de Causa y Efecto de la empresa analizada

De acuerdo al estudio que se pretende realizar en Fábrica de Harinas, en donde se tienen proyectos ambiciosos, en relación a la situación actual, se hace necesario utilizar una herramienta de análisis de las causas que han sido relevantes para llegar a obtener los resultados que se tienen actualmente. El diagrama de Ishikawa o Causa y Efecto es una herramienta que permite visualizar algunos errores o procedimientos no adecuados dentro de la empresa analizada.

Las causas son recopiladas en cuatro grandes factores que son: equipo, información, personal, y medios de trabajo. Como están señalizados en la figura 5, se puede observar que dentro de estos grupos de factores los que más se destacan son:

- Equipo: Esta el desorden dentro del departamento de mantenimiento y equipo insuficiente para recopilar información o herramientas que ayuden a facilitar un buen monitoreo (ver figuras).

Figura 3. **Taller de mantenimiento**



Fuente: **Instalaciones de Fábrica de Harinas**

Figura 4. **Bancos de trabajo de mantenimiento**

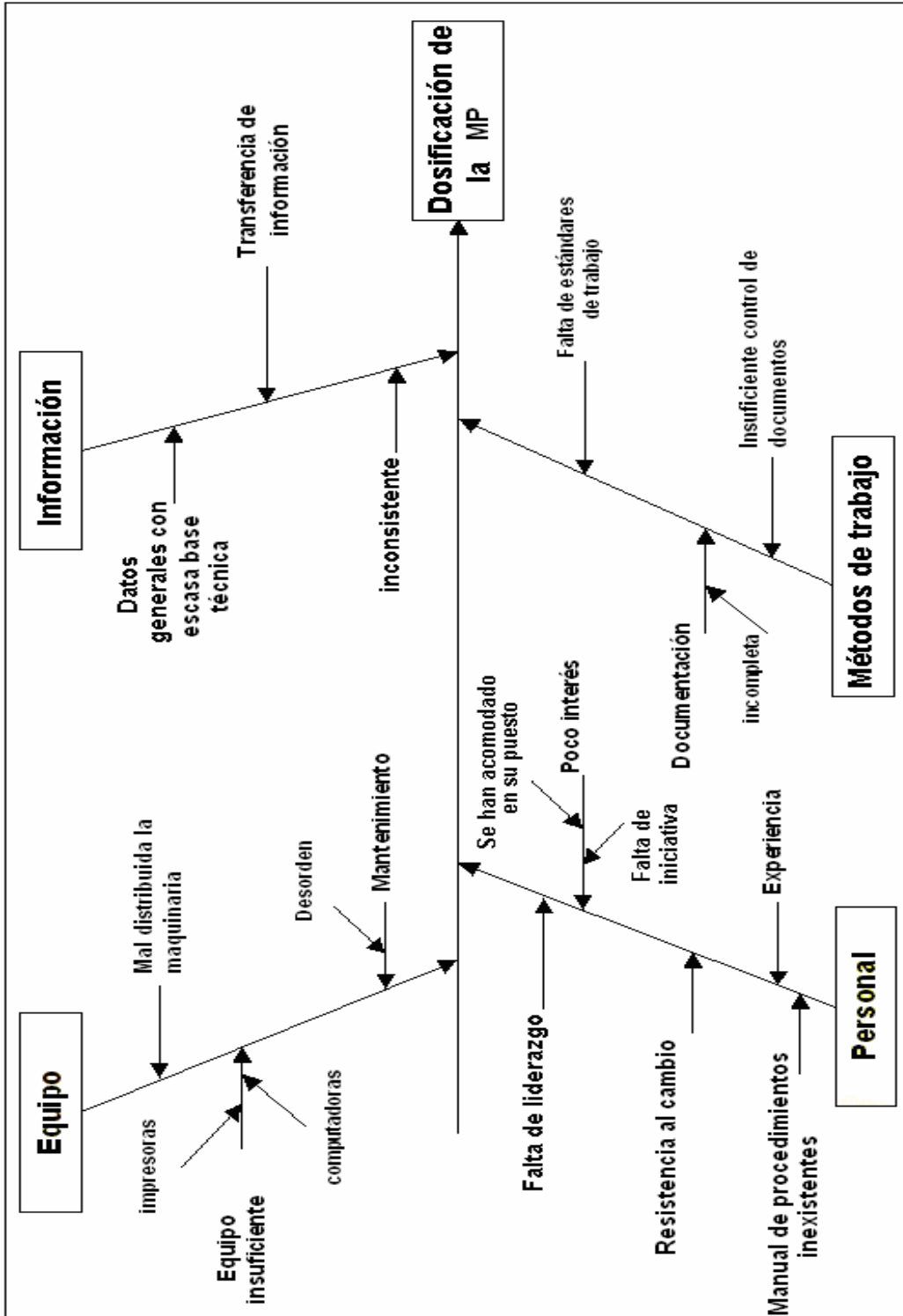


Fuente: **Instalaciones de Fábrica de Harinas**

- Información: Datos generales con escasa base técnica, transferencia de información que son por la escasez de este tipo de plantas y la información que se encuentra, por lo general es inconsistente.
- Personal: Existe muy poca experiencia, se tiene que formar dentro de la planta, falta de iniciativa, resistencia al cambio y acomodamiento.
- Métodos de trabajo: Incompletos, falta de estándares de trabajo e insuficiente control de la documentación.

Todo esto contribuye a no tener una línea eficiente de trabajo, personal calificado, todo tipo de monitoreos para verificar la calidad de la harina. Además por ser un proceso no explorado en Guatemala los métodos de trabajo se aprenden con la experiencia de otras personas que han aprendido al visitar plantas al extranjero. También es importante recalcar que la planta estuvo en completo abandono y hasta ahora, se esta levantando lentamente. A continuación se muestra el diagrama:

Figura 5. Diagrama de Causa y Efecto



El factor de mayor dificultad en la figura anterior, es la resistencia al cambio del personal, se sabe que es bastante difícil trabajar con personas, aún más complicado con algunas que tienen tantos años realizando el mismo método de trabajo y venir a cambiárselo resultara bastante difícil. Otro factor que es importante es la documentación, como no existe se tendrá que empezar a realizar y esto implica ofrecerle tiempo y dedicación.

2.3 Descripción del proceso de elaboración de harinas

El proceso se divide en cinco operaciones principales, desde la recepción de la materia prima, hasta el empaclado (ensaque) de la harina, para ser despachada al cliente. Las actividades son:

- Recepción de materia prima
 - Hidrolización de pluma
 - Cocción y deshidratación
 - Enfriamiento de la harina y limpieza
 - Molienda y ensacado
- *Recepción de MP:* proviene de las plantas procesadoras de pollo, plantas de incubación y rastro de cerdos, se encuentran localizadas en la ciudad Capital, Santa Lucia Cotzumalguapa y Patulul, son transportadas por medio de graneleras, góndolas o camiones con tolvas incorporadas, la materia prima es:
- Plumas de aves
 - Subproducto de incubación
 - Vísceras de Ave
 - Vísceras de Cerdo

- Sangre de Cerdo
- Sangre de Ave
- Huesos de Cerdo

La MP es descargada a una tolva que esta ubicada en el muelle de recepción, posteriormente, es enviada por medio de un transportador helicoidal hacia un hidrolizador, para continuar con el proceso.

Figura 6. Recepción de grasa y sangre de pollo



Fuente: **Instalaciones de Fábrica de Harinas**

Figura 7. Recepción de pluma y vísceras de pollo



Fuente: **Instalaciones de Fábrica de Harinas**

Los problemas que se pueden observar en esta área es la separación de la MP, únicamente una planta procesadora cuenta con la maquinaria necesaria para la separación (pluma y vísceras) mientras que la otra la están presupuestando. Además existe una tolva de recepción para ambas materias primas, en la fábrica tampoco se esta preparado para este cambio.

- *Hidrolizado de pluma:* esta operación es específicamente para la pluma (los subproductos cárnicos y otros, se trasladan directo a la operación de cocimiento), para desintegrar su composición natural, por medio de calor y presurizado, durante 18 a 25 minutos, posteriormente se pasa al proceso de cocimiento por diferencia de presión, hacia el cocinador.

Figura 8. **Área de hidrolizado**



Fuente: **Instalaciones de Fábrica de Harinas**

Una de las malas operaciones, es que en algunos casos se hidroliza otra materia prima, por el difícil manejo.

- *Cocción (cocimiento) y deshidratado:* esta operación es la más importante, ya que aquí es donde se transforma el subproducto crudo después de 60 a 90 minutos a una harina con exceso de humedad, posteriormente, se continua el proceso de deshidratado dentro del cocinador de 120 a 180 minutos en esta operación representa la mayor parte del costo de producción, ya que en estas dos operaciones (cocción y deshidratado) es donde se utiliza vapor, que es el rubro mas alto.

Figura 9. **Cocinadores**



Fuente: **Instalaciones de Fábrica de Harinas**

En el tiempo de cocción y deshidratado, se manejan rangos de tiempo debido a que algunas traen exceso de agua (desde plantas de procesamiento) y sobre todo el tiempo es distinto para cada dosificación de las distintas materias primas. El tiempo de cocimiento lo define la humedad de la harina y dentro del proceso se manejan rangos de 8-10%

- *Enfriado y limpieza de la harina:* es donde la harina se envía por medio de un transportador helicoidal a la mezcladora en donde se agita para enfriarla aproximadamente de 10 a 15 minutos con malta (que actúa

como un vehiculo de la grasa) para hacerla mas manejable, posteriormente se traslada a una limpiadora en donde se separan los contaminantes de la harina para luego enviarlo a ensaque. En esta operación tampoco es uniforme el tiempo ya que varia dependiendo de las características de la harina, en cuanto a humedad y grasa.

Figura 10. **Mezcladora**



Fuente: **Instalaciones de Fábrica de Harinas**

En la limpiadora se han encontrado varios contaminantes provenientes de los distintos proveedores (plantas procesadoras), observándose diferentes objetos como dedos de la peladora de pollo, plásticos, hule (guantes), bolsas plásticas, metales, tubos, basura de oficinas y cafeterías, útiles de limpieza (esponjas) entre otros (ver figura 11). El problema es cuando vienen objetos más pequeños que el mech, estos pequeños contaminantes se van en la harina y pueden ocasionar a la larga graves problemas al encontrarlo el pollo en el alimento.

Figura 11. **Contaminantes de limpiadora**



Fuente: **Fábrica de Harinas**

También en la mezcladora existe un magneto, el cual recolecta todo los metales ferrosos provenientes de plantas procesadoras, por ser la harina muy grasosa tiende a quedarse incrustada en el magneto hasta el punto de llenarse y tapar completamente el magneto impidiendo que el atrape con efectividad todos los metales.

Figura 12. **Contaminantes de magneto**



Fuente: **Fábrica de Harinas**

- *Ensaque:* es donde se ensaca las harinas en presentación de un quintal y se almacenan en furgones, lista para ser enviada a los clientes.

Figura 13. **Área de ensaque**



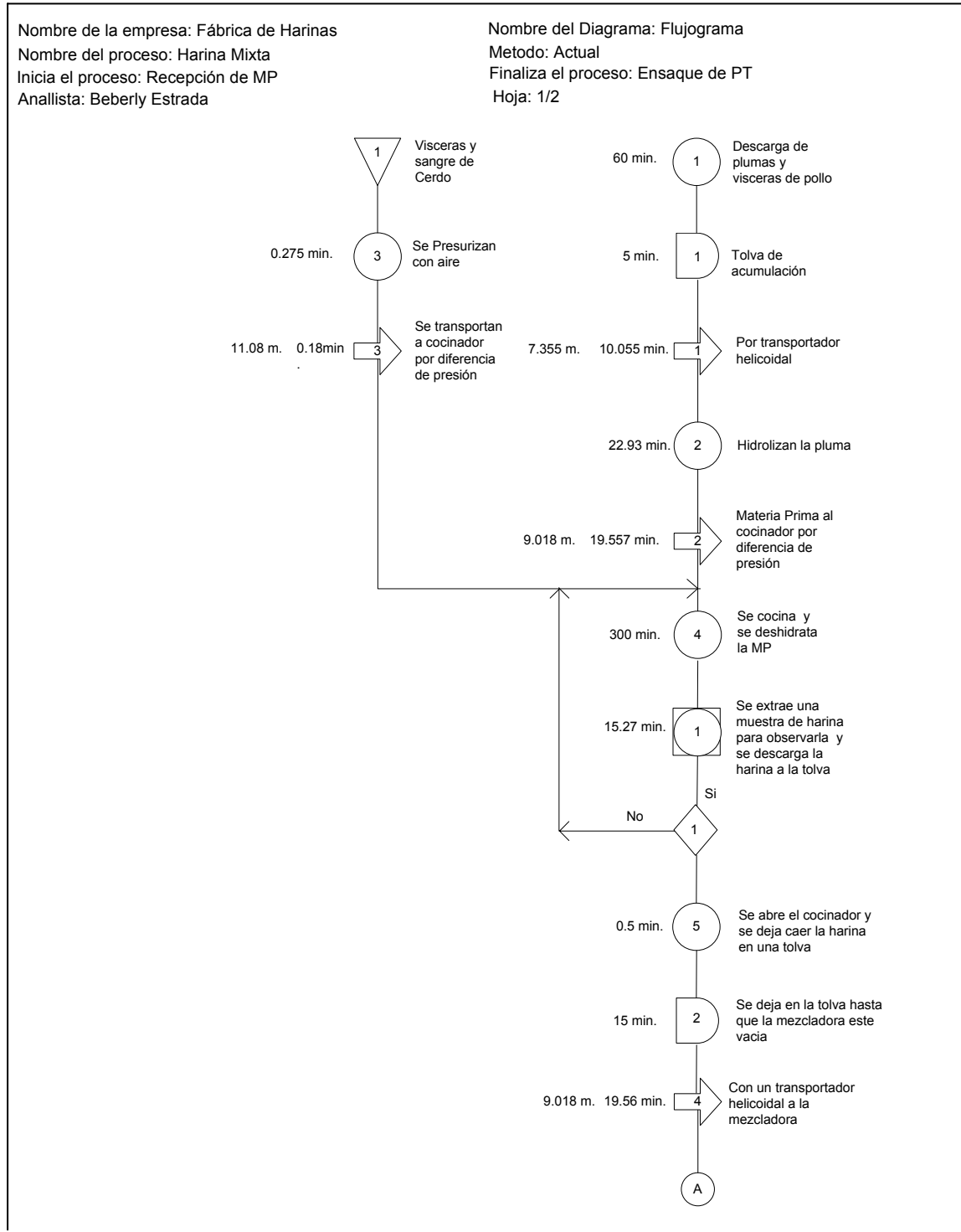
Fuente: **Instalaciones de Fábrica de Harinas**

No se cuenta con una báscula sino que llenan los sacos con una aproximación, se envían los sacos de harina al cliente donde él pesa los sacos por medio de una báscula camionera la cual regresa con un envío indicando el peso, confiando completamente en el tipo de medición realizado.

2.4 Flujograma de operaciones actual

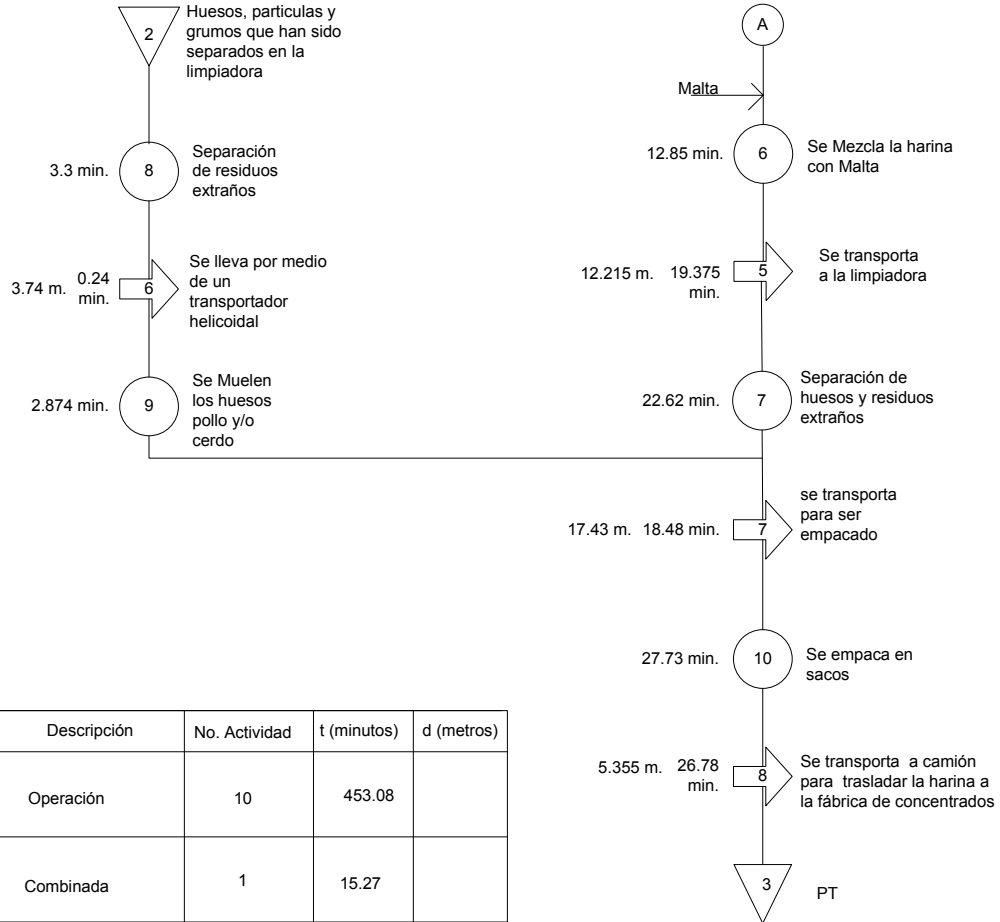
En su mayoría, las operaciones son semiautomáticas, es decir que casi ninguna operación es manual, este es un proceso en línea, en donde se maneja por medio de batch (7,500 a 9,000 libras de MP). Debido a que el manejo de la variedad de materia prima, es amplio y diverso, se presenta el diagrama de una harina, que es representativa y que se adecua para el análisis (Figura 14).

Figura 14. Flujograma del proceso actual



Nombre de la empresa: Fábrica de Harinas
 Nombre del proceso: Harina Mixta
 Inicia el proceso: Recepción de MP
 Anallista: Beberly Estrada

Nombre del Diagrama: Flujograma
 Metodo: Actual
 Finaliza el proceso: Ensaque de PT
 Hoja: 2/2



RESUMEN

Símbolo	Descripción	No. Actividad	t (minutos)	d (metros)
○	Operación	10	453.08	
◻	Combinada	1	15.27	
▽	Almacenamiento	3		
➔	Transporte	8	114.23	75.21
⊔	Demora	2	20	
◇	Decisión	1		
TOTAL		24	602.58	75.21

Fuente: Fábrica de Harinas

Para realizar el diagrama se tomaron cinco tiempos en cada actividad de trabajo por medio de un cronometro desde el inicio de cada actividad hasta su finalización, el que se coloca es el promedio de cada medición.

En el diagrama se puede observar lo siguiente; existe solamente una tolva de descarga no hay separación de pluma y vísceras, antes de ensaque no hay ninguna maquinaria u operación para capturar huesos pequeños y canutos de pluma, y sobre todo molienda de la harina para mejorar la calidad.

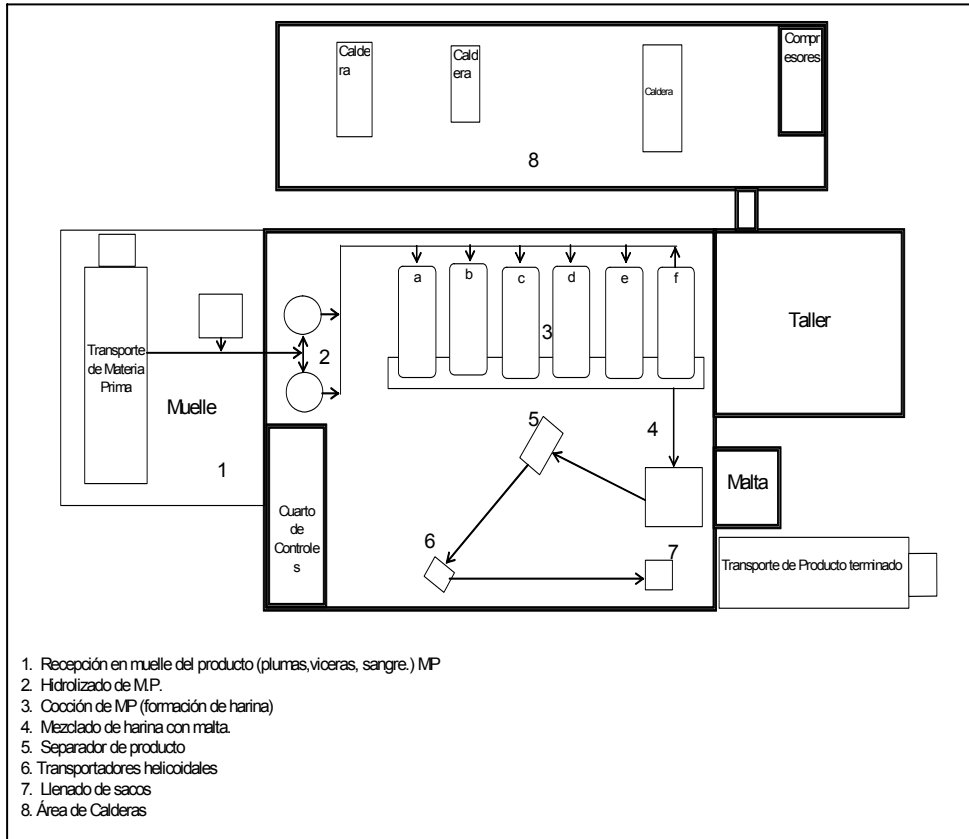
2.5 Diagrama de recorrido actual

El diagrama de recorrido actual físico, muestra la línea de trabajo desde la recepción hasta el ensaque. Por ser un proceso especial y único, utiliza maquinaria específica para manejar volúmenes grandes, podría considerarse como inamovible, debido a que la maquinaria es demasiado pesada y además depende mucho del diseño inicial, también al considerarse algún cambio, debe evaluarse si se paga su inversión.

Toda la maquinaria tiene una distribución definida con el propósito de que el operario se pueda movilizar fácilmente ha distintas áreas, por ejemplo, el operador de cocinadores además de ser responsable del cocimiento de la harina también es responsable de mezclar la harina y de operar la limpiadora.

Este diagrama muestra las áreas de producción las cuales son: Recepción del producto, hidrolizado de MP, cocción de MP, mezcladora, separador o limpiadora, ensaque, y área de calderas ya que el vapor es la energía más importante en el proceso.

Figura 15. Diagrama de recorrido actual



Como se puede observar todo esta distribuido en un espacio limitado; dentro de las restricciones durante el proceso se puede mencionar que, en el recorrido de las harinas dentro de los diferentes transportadores helicoidales se ve la necesidad de alargar la distancia para obtener un mejor enfriamiento y al hacerse esto puede bajar el tiempo de mezclado y el cuello de botella que se forma en determinado momento (porque no se puede descargar más harina ya que la mezcladora esta llena y es necesario esperar).

2.6 Balance de líneas actual

Existe una línea de producción semi automática, con poco personal para la operación, desde el punto de vista del volumen de producción. El manejo de subproducto crudo es un reto para este tipo de industria, por las condiciones tan variables de este, el manejo ha sido superado en un 80% (dato proporcionado por el Gerente de la Planta), es un logro importante. El proceso como línea de producción tiene deficiencias, existen cuellos de botella de hasta 3 hrs. (por malas dosificaciones de materias primas dentro de un cocinador atrasando la producción), por lo siguiente: en un cocinador le agregan un porcentaje mayor de vísceras y poca pluma alargan el tiempo de cocimiento de hasta 8 horas (según datos obtenidos de hojas de control y dosificaciones realizadas), mientras el promedio es de 5 horas (según datos obtenidos de hojas de control); adicional a esto el mantenimiento preventivo en todo el proceso, es una debilidad fuerte porque cuando ocurre un tapón en un cocinador (o cualquier falla) hay que esperar que se enfríe, que traigan las piezas, entre otros para poder arreglar la falla, que se lleva por lo regular de hasta un día (según historial de mantenimiento de la planta). Por lo que si es importante conocer cuales son las operaciones críticas, para llamar la atención sobre el impacto que se pueda alcanzar con la producción al evitar cuellos de botella.

Se ha observado que dentro de la planta debe existir un mantenimiento preventivo eficaz para disminuir paros y un mantenimiento de emergencia para minimizar el tiempo de reparación, pues el paro de una máquina para este tipo de proceso ocasionaría un cuello de botella que afecta a las operaciones posteriores y en algunos casos paraliza las siguientes operaciones.

Se puede decir que existe eficiencia baja de producción en las operaciones (cuando existen problemas de mantenimiento o montaje de nuevo

maquinaria), abastecimiento irregular de materiales al área de trabajo (ya que la planta tiene que realizar los pedidos en el momento que se van a necesitar por ejemplo algún repuesto como un eje de un cocinador, una tubería que hay que cambiar, entre otros), deficiente supervisión (se cuenta solamente con dos personas que supervisan toda la planta). Estos problemas ocasionan cuellos de botella en el proceso y afectan la producción esperada.

Para determinar cual es el aprovechamiento de los recursos, maquina y mano de obra durante el proceso se realiza un análisis de la situación actual de la distribución de operarios en las diferentes actividades para la producción de las harinas para luego realizar la propuesta. Para la realización de este análisis se tomó un Batch de materia prima de 8500 libras, en este caso fue para una harina mixta.

Jornada de trabajo:

Jornada (2 turnos): Diurna y mixta. La jornada diurna con hora de entrada 7:00 AM y salida a las 16:00 hrs. con una hora de almuerzo y 20 minutos de refacción. En la Jornada mixta, hora de entrada 16:00 hrs. y salida 23:00 hrs., con 30 minutos de cena, se trabajan días sábados.

Cuentan con una producción semanal de lunes a domingo (si hay demasiada acumulación de MP) con un promedio de 120 cocinadas de 38 qq cada una, es decir que se tiene una producción aproximada diaria de 760 qq.

Índice de Producción = (unidades a fabricar) / (tiempo disponible)

Índice de Producción = $760 / (7 \text{hrs.} * 60 \text{ min.} + 40 \text{ min.}) + (6 * 60 + 30) = 0.894 \text{ qq/min.}$

Tabla I. **Tiempo cronometrado promedio de las operaciones**

Definición de la operación	Tiempo (min.)	Número operadores de cada turno
Descarga de MP	5	1
Hidroliza la pluma ¹	22.93	
Cocimiento y deshidratado ²	300	1
Descarga del cocinador	5	
Se mezcla con malta	12.85	
Se Limpia (Separación de contaminantes)	22.62	2
Ensaque de la harina (es el 20 al 30% de MP)	27.73	
Separación de huesos con contaminantes	13.2	1
Molienda de hueso	11.5	
Calcinado	105	
∑ Total	525.83	5

Fuente: **Fábrica de Harinas**

¹Dos hidrolizadores.

²Seis cocinadores.

TJE = Tiempo efectivo diurno + turno mixto + horas extras

TJE = (9 – 1.33) hrs. + (7 – 0.5) hrs. + 4 hrs. = 18.17 hrs.

Cálculo del tiempo cronometrado por quintal

535.83 min. / batch en seis cocinadores

525.83 / 6 = 87.64 min / batch donde un batch = 38 quintales

$T_C = 87.64/38 = 2.31$ min. /quintal

Tiempo Normal = Tiempo cronometrado por Eficiencia → $(T_N) = T_C * FC$

$T_N = 2.31*0.9 = 2.08$ min. /quintal

Cálculo del tiempo estándar: por el método de sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales, para una mejor comprensión de lo que se está haciendo a continuación se muestra el método textualmente y seguidamente se muestra el que se realiza en la planta.

Tabla II. **Sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales**

1. Suplementos constantes		
	Hombres	Mujeres
Suplementos por necesidades personales	5	7
Suplementos base por fatiga	4	4

2. Suplementos variables		
	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4
B. Suplemento por postura anormal		
	Hombres	Mujeres
Ligeramente incomoda	0	1
Incómoda (inclinado)	2	3
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)		
Peso levantado por Kilogramo	Hombres	Mujeres
2.5	0	1
5	1	2
7.5	2	3
10	3	4
12.5	4	6
15	5	8
17.5	7	10
20	9	13
22.5	11	16
25	13	20 (máx.)
30	17	-
33.5	22	-

D. Mala iluminación		
	Hombres	Mujeres
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0
Bastante por debajo de la potencia	2	2
Absolutamente insuficiente	5	5
E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de – Suplemento		
Kata (milicalorias/cm ² /segundo)		
16	0	
14	0	
12	0	
10	3	
8	10	
6	21	
5	31	
4	45	
3	64	
2	100	
F. Concentración intensa		
	Hombres	Mujeres
Trabajos de cierta precisión	0	0
Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
G. Ruido		
	Hombres	Mujeres
Continuo	0	0
Intermitente y fuerte	2	2
Intermitente y muy fuerte	5	5
Estridente y fuerte	7	7
H. Tensión mental		
	Hombres	Mujeres
Proceso bastante complejo	1	1
Proceso complejo o atención dividida	4	4
Muy complejo	8	8

I. Monotonía	Hombres	Mujeres
Trabajos algo monótono	0	0
Trabajos bastante monótono	1	1
Trabajo muy monótono	4	4
J. Tedio	Hombres	Mujeres
Trabajo algo aburrido	0	0
Trabajo aburrido	2	1
Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: **Folleto del curso de Ingeniería de Métodos. Universidad del Valle**

Siguiendo la tabla anterior se aplica a la planta por medio de la observación obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla III. **Suplementos**

Suplemento (hombres)	Porcentaje (%)
1. Suplementos Constantes	
Por necesidades personales	5
Base por fatiga	4
2. Suplementos Variables	
A. Trabajan de pie	2
B. Suplemento de postura anormal	
Incomoda	2
C. Uso de la fuerza	
Por peso levantado (12.5 Kg)	4
D. Mala iluminación	
Ligeramente por debajo	0
E. Condiciones atmosféricas	
Milicalorías/cm ² /segundo (16)	0
F. Concentración intensa	

Continúa	
Trabajos de cierta precisión	0
G. Ruido	
Intermitente y fuerte	2
H. Tensión mental	
Proceso bastante complejo	1
I. Monotonía	
Trabajo algo monótono	0
Total	20

Fuente: **Fábrica de Harinas**

Tiempo Estándar $T_E = T_N (1 + \% \text{ suplementos}) = 2.08 (1 + 0.20) = 2.50 \text{ min. /quintal}$

Para calcular la eficiencia de los empleados actual se tomara un factor de calificación (FC), basándose en las tablas de Westinghouse analizando cuatro factores por medio de la observación del comportamiento del operario en un lapso tres meses los cuales son:

Tabla IV. **Westinghouse**

Factor	Calificación	Porcentaje
Habilidad	Buena	+0.03
Esfuerzo	Regular	-0.08
Condiciones	Regular	-0.03
Consistencia	Regular	-0.02
	Total	-0.1

Fuente: **Introducción al Estudio de Trabajo, segunda edición**

$$FC = 1 + (-0.1) = 0.9 = 90\%$$

TJE = Tiempo efectivo diurno + turno mixto + horas extras

$$TJE = (9 - 1.33) \text{ hrs.} + (7 - 0.5) \text{ hrs.} + 4 \text{ hrs.} = 18.17 \text{ hrs.}$$

R = pedido / tiempo de entrega

$$R = 760 \text{ qq} / 24 \text{ hrs.} = 31.67 \text{ qq/hr.}$$

No. personas = $(R * TE) / (TJE * E)$

$$\text{No. Personas} = (31.67 * 2.50) / (18.17 * 0.9) = 4.83 \text{ operarios} \approx 5 \text{ operarios}$$

En producción cuentan con 5 operarios según lo observado y la teoría confirma que esta balanceada su línea, esta bien distribuido el personal.

2.7 Estudio de ruido y ventilación actual

El ruido se considera altamente perjudicial para la salud, la contaminación por ruido, tiende a considerarse cómo un problema social creciente, es por ello que en Fabrica de Harinas es necesario medir el nivel de ruido en las distintas áreas de trabajo para conocer si los niveles a los que se esta expuesto el operador son adecuados y poderlos controlar.

Si hay personas, maquinaria o actividades en una habitación, el aire interior se deteriora debido a la liberación de olores y calor, la formación de vapor de agua, la producción de dióxido de carbono y de vapores tóxicos; si existen todos estos elementos debe proporcionarse ventilación para diluir estos contaminantes, sacar el aire viciado y dejar entrar aire fresco, por tal motivo es tan importante realizar un estudio de ventilación.

2.7.1 Determinación de niveles ruido en las áreas de trabajo

En la empresa actualmente no se utiliza protección auditiva, en donde es necesario realizar las mediciones correspondientes para asegurar si se encuentra en los rangos aceptables, aunque la cultura o conciencia del personal en cuanto a lo dañino de la contaminación del ruido es bastante baja y que las consecuencias son a largo plazo e irreversibles, esta parte es la mas larga y difícil, en relación al equipamiento de protección personal.

Se entrevistaron a varios operarios que han trabajado de 10-15 años en la empresa y comentaron que hasta ahora no han tenido ningún problema auditivo.

Como la fábrica es una planta semiautomatizada, cuenta con maquinaria relativamente pesada tales como: caldera de vapor de 800 HP, seis cocinadores con capacidad de 9000 libras con un motor de 75 HP con caja reductora, compresores de aire de tornillo, entre otros; esta maquinaria hace que se incremente el nivel de ruido dentro del área de producción y área de calderas, siendo estas más críticas.

Se efectuaron varias mediciones de ruido en diferentes ángulos en las distintas áreas de la planta por medio de un sonómetro, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla V. Áreas Fábrica de Harinas

Área	Nivel de ruido (db)	Total	Promedio
Muelle de recepción	82, 83, 89	254	85 db
Hidrolizadores	91, 91, 88	270	90 db
Cocinadores	95, 95, 95, 98, 95, 89, 90	657	94 db

Continúa

Mezclado y ensaque	93, 89, 82	264	88 db
Calderas	95, 97, 93, 90, 100, 85, 90	650	93 db
Talleres	70,72	142	71 db
Mezanine	90.5, 91.5	182	91 db
Oficina de Producción	81, 81.5	162.5	81 db
Oficina de admón.	68, 65, 65, 65	263	66 db
Bodega	58, 62, 68, 75	263	66 db
Cafetería	73, 67, 73, 74	287	72 db
Clínica	70, 75, 74	219	73 db
Comedor	64	64	64 db

Fuente: **Fábrica de Harinas**

Se encuentra actualmente en un rango de 72 a 94 decibeles como se había observado visualmente.

2.7.2 Medición de ventilación en las áreas de trabajo

La ventilación en cualquier tipo de planta industrial es uno de los factores más importantes, y sobre todo que sea adecuada para salvaguardar la salud de las personas que laboran en la empresa, sobre todo en este tipo de proceso debido a la emanación de gases y vapores después del deshidratado de la harina, que no es nocivo, pero es incomodo.

El aire que se respira debe poseer la calidad necesaria para no afectar la salud de los trabajadores, la calidad de aire se determinó por la concentración de agentes contaminantes tales como: polvo de la harina, humos, gases, vapores, disipadores de calor de motores y del proceso, cocinadores, mezcladora, calderas, entre otros.

Con el anemómetro se mide la velocidad del viento dentro de las diferentes áreas de la planta, obteniéndose un promedio de 0.5 km. /hr (ver tabla). Siendo estas velocidades muy variables por estar la planta ubicada en un lugar muy montañoso. Esto además resulta una desventaja para la planta ya que el viento se llevan los vapores para plantas procesadoras aledañas las cuales les afectan los olores, hasta el punto de llegar a quejarse el personal administrativo de una empresa o planta de proceso vecina a la fábrica.

Tabla VI. **Velocidad del viento**

Áreas	Velocidad del viento (Km. /hr.)	Volumen (m ³)
Producción	0.46	7213.98
Calderas	0.87	3628.20
Bodega	0.2	738.24
Talleres	0.1	3013.70
Oficina	0.1	333.13
Cafetería	0.1	385.76

Fuente: **Fábrica de Harinas**

Estas velocidades se miden aproximadamente en el mes de septiembre siendo los vientos disipados ya que los meses con mayor auge son de noviembre a principios de enero en esta área (Finca la Compañía, Palín).

La planta actualmente cuenta con varias ventanas con un área bastante amplia y suficiente para ventilarla y así disipar el calor que por el tipo de proceso se originan dentro de producción. Algo que se puede observar en el ambiente dentro del área de producción es demasiado polvo de harina que a la larga puede afectar la salud de los trabajadores.

2.8 Dosificación de la materia prima

Al hablar de dosificación se está hablando de la formulación de distintas materias primas para la realización de las harinas, especialmente la harina mixta ya que la harina especial se utiliza únicamente una materia prima.

2.8.1 Diagnóstico de la situación actual en la dosificación de la MP

Actualmente, la empresa cuenta con dos clases de harina: la mixta y la especial, en donde la mixta es una mezcla de pluma, sangre, vísceras, grasa y subproducto de incubación, con diferentes dosificaciones de la materia prima para pollo de engorde, para la harina especial es solamente subproducto cárnico de ave para proporcionar una nutrición completa y balanceada a la mascota y además el sabor atractivo, olor agradable y otras propiedades recomendables.

Se está trabajando en el proceso para realizar diferentes clases de harinas y así estandarizarlas y poder aprovechar de una mejor forma los componentes nutricionales de la variedad de MP, todo esto hace necesario la separación desde las plantas de beneficio.

2.8.2 Parámetros nutricionales de las harinas para la elaboración de alimentos avícolas y porcinos

Actualmente, en la planta como no cuenta con una separación de la MP el promedio bromatológico de las harinas se mantienen variables, a continuación se muestran dos tablas VII y VIII las cuales indican como está actualmente la planta en componentes nutricionales para las dos harinas.

Tabla VII. **Análisis bromatológico harina mixta**

	Prot. %	Gra.%	Hum.%	Cen.%	Ca. %	Fós. %
ENERO	45,00	30,48	7,21	8,82	2,84	1,06
FEBRERO	45,83	28,23	8,14	9,95	3,19	1,08
MARZO	46,74	32,06	8,32	9,45	3,16	1,12
ABRIL	47,05	32,41	6,59	9,82	3,37	1,12
MAYO	47,71	30,14	7,81	9,65	3,53	1,27
JUNIO	48,1	27,23	9,52	10,75	3,4	1,32
JULIO	50,06	25,9	8,35	11,45	3,78	1,11
AGOSTO	46,36	35,96	7,67	6,96	1,9	1,22
PROMEDIO	47,11	30,30	7,95	9,61	3,15	1,16

Fuente: **Archivo laboratorio de análisis bromatológico año 2006**

Como se puede observar en esta tabla la harina baja y sube en los resultados de los análisis bromatológicos no se mantiene constante, siendo una desventaja para los nutricionistas al realizar la formulación. La ventaja es que se mantiene arriba de 40% la proteína, siendo más inestables los demás componentes. La humedad únicamente determina si la harina esta muy seca, sin importar el contenido graso.

Tabla VIII. **Análisis bromatológico harina especial**

	Prot. %	Gra.%	Hum.%	Cen.%	Ca. %	Fós. %
ENERO	41,14	30,44	5,99	16,49	3,85	1,18
FEBRERO	45,49	33,12	7,26	7,48	2,77	0,88
MARZO	46,07	37,31	5,45	7,82	2,08	1,16
ABRIL	44,13	33,88	11,26	7,59	2,28	1,18
MAYO	46,73	33,56	8,34	6,75	2,65	1,65
JUNIO	50,78	29,30	8,52	7,81	2,54	1,21
JULIO	48,96	32,42	8,76	7,87	2,38	1,13
AGOSTO	46,36	35,96	7,67	6,96	1,9	1,22
PROMEDIO	46,21	33,25	7,91	8,60	2,56	1,20

Fuente: **Archivo laboratorio de análisis bromatológico año 2006**

A pesar que la harina especial se procesa únicamente un tipo de materia prima que son las vísceras de pollo, los resultados de los componentes nutricionales son muy variados ya que al hablar de víscera abarca lo que son

los pulmones, riñones, estomago, intestinos, cabezas, patas de pollo, entre otros y por ese motivo es bastante difícil formular igual siempre.

2.8.3 Calcinado de huesos actual

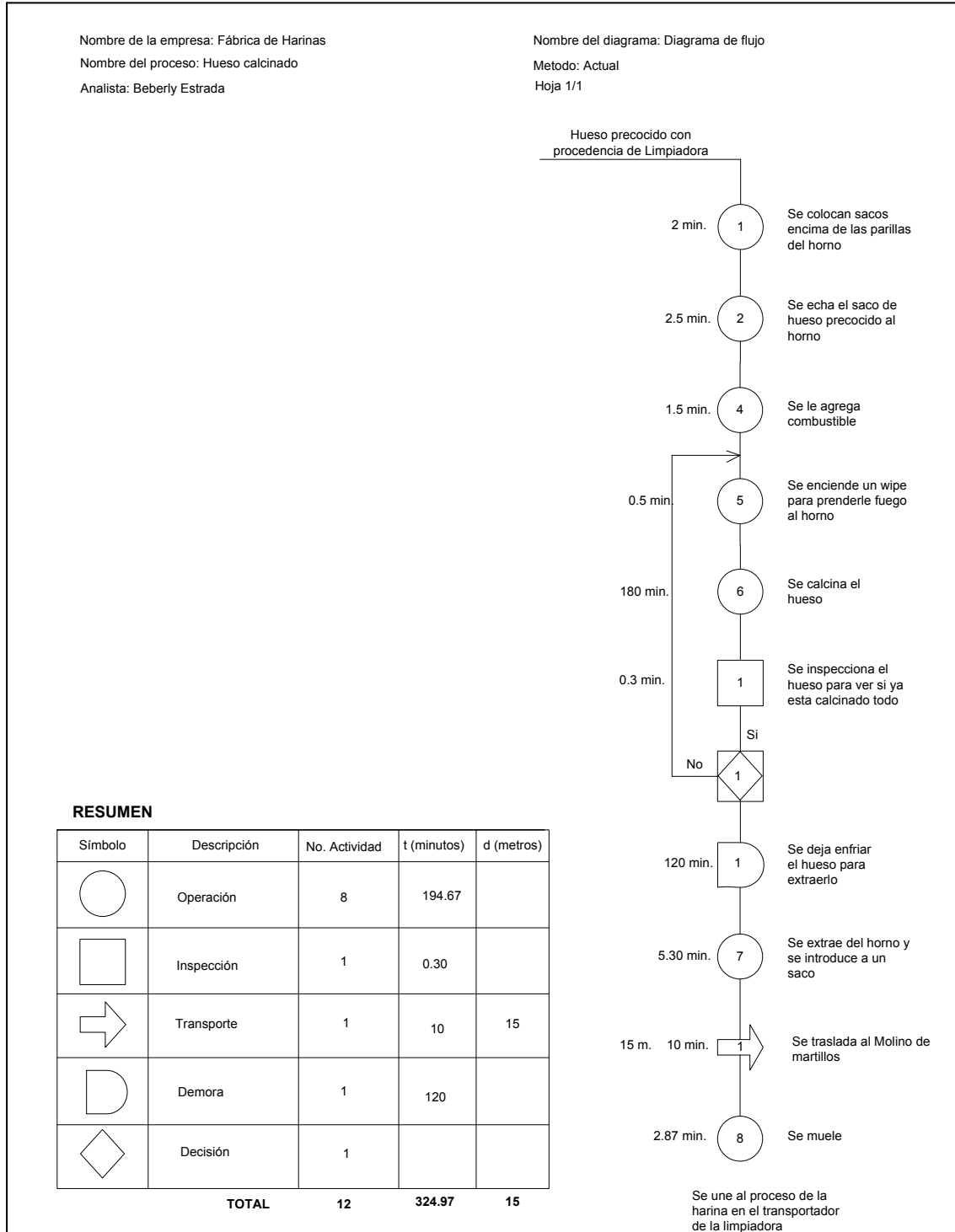
Para comprender como es el calcinado de hueso se indicara el proceso, este se realiza de una manera práctica y sencilla en un horno de aproximadamente 200 libras de capacidad (ver figura 16), el hueso que se calcina proviene de la limpiadora clasificándolo del hueso pequeño (hueso de pollo), se lleva en sacos hacia el horno, este utiliza diesel o aceite animal para la combustión. Se calcina aproximadamente durante 3 hrs., para luego ser trasladado nuevamente al molino para la molienda posteriormente se mezcla con la harina mixta al momento de ser transportado hacia ensaque (ver figura 17).

Figura 16. Horno para calcinar hueso



Fuente: Instalaciones de Fábrica de Harinas

Figura17. Diagrama de calcinado de huesos precocidos



Fuente: **Fábrica de Harinas**

En este diagrama se puede observar claramente que el proceso es fácil y rudimentario. El tiempo es muy extendido y además el operario debe de ir a ver el hueso periódicamente para que se calcine igual todo el hueso. El problema que se ha observado es el volumen del horno, es muy pequeño con una capacidad de 2 1/2 sacos (de unas 200 lb. aproximadamente). Actualmente están reconstruyendo otro horno con mayor capacidad, solo que con el inconveniente que el transporte del hueso será más complicado y tendrá que destinarse una persona específicamente responsable de la calcinación.

Para calcular los tiempos en las operaciones de la calcinación de huesos por medio de un cronometro digital se tomaron varios tiempos desde el inicio hasta el final de cada actividad, sacando promedios.

2.9 Programa para el control de calidad en la harina actual

No existe un programa de control de calidad. Pero si se controla que no lleve la harina contaminantes por medio de una limpiadora, además de evitar que se pasen contaminantes ayuda a darle un tamaño al grano para eso cuenta con un mech (malla) de aproximadamente 1.5X1.5 cms.

No hay monitoreos de ninguna clase ni en las especificaciones más importantes desde la MP, durante el proceso, ni el producto terminado.

Dentro de la planta por el tipo de MP y proceso existen plagas como roedores, moscas y escarabajos de la cama y pueden afectar la calidad del producto al no controlarlas, actualmente la planta tiene fumigaciones y colocación de cebos pero no se lleva un control de todo ello, tampoco existe un mapa de trampas para roedores.

En la figura 18 se puede observar las fumigaciones que se realizan cuando existe la necesidad de hacerlo por medio de una bomba manual.

Figura 18. Fumigación



Fuente: **Fábrica de Harinas**

2.9.1 Programa de control de calidad durante el proceso

Se cuenta con un programa de calidad de parte del cliente, en donde es necesario adecuarse a exigencias y requerimientos que ellos soliciten, pero por parte de la fábrica.

Durante el proceso actual no se lleva un estricto control de calidad, no existen monitores y/o inspectores que controlen la humedad necesaria, temperatura aceptable, contaminantes (huesos grandes, canutos de pluma, objetos extraños, etc.), los operarios son los encargados o responsables de verificar que la harina vaya adecuada pero no hay documentación que ampare dicha actividad.

3. PROPUESTAS PARA EL ÁREA DE CALIDAD Y PRODUCCIÓN DE HARINAS

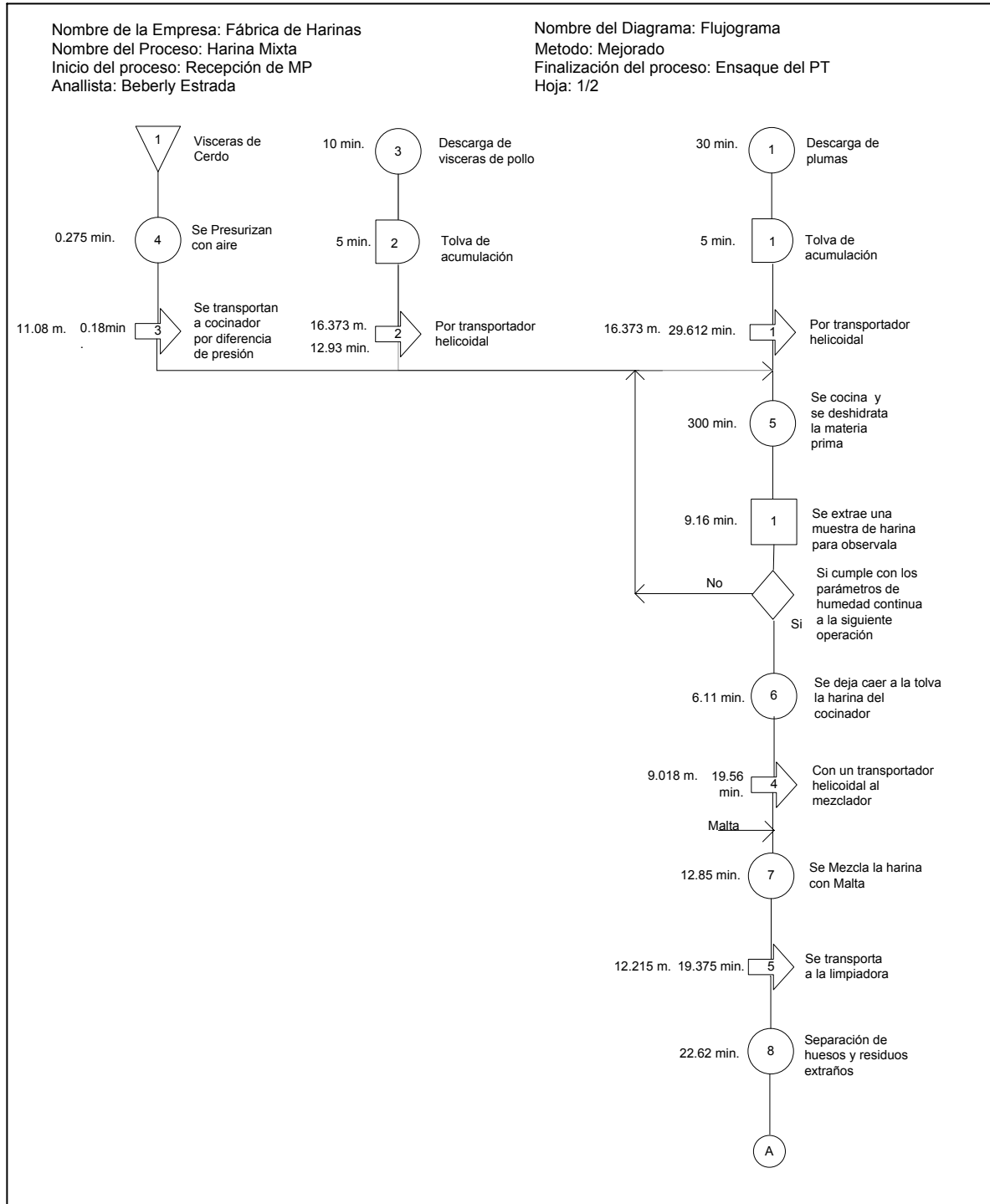
3.1 Flujograma de operaciones propuestas

Después de haber realizado el análisis correspondiente, como primer punto, se propone definir un proceso en el cual las distintas materias primas con excepción de la pluma, no pase por el proceso de hidrolizado, para esto puede utilizarse el medio de carga directa hacia los cocinadores, aprovechando que la inversión de un transportador ya fue realizada; como segunda propuesta, se solicita colocar tres tolvas de recepción de materia prima, para poder manejar por separado los distintos subproductos; pluma, vísceras y subproducto de incubación, estas tolvas son necesarias para el proyecto de la dosificación adecuada para la fabricación de las distintas harinas.

En el siguiente diagrama, se presentan las siguientes propuestas de mejora, para lo cual se enlistan a continuación:

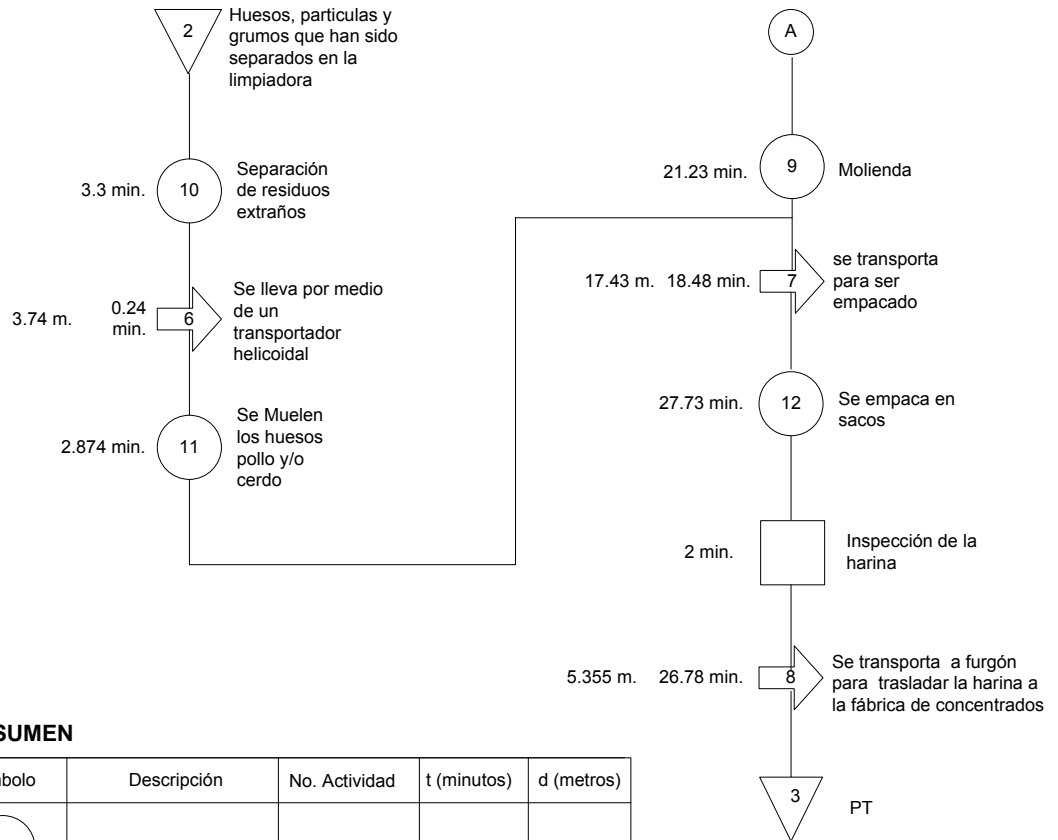
- a. Para que la harina tenga una mejor calidad es conveniente colocar un molino antes de ensaque para triturar los canutos de pluma y pequeños huesos que para la limpiadora es difícil capturarlos. También colocar la entrada del transportador del molino de hueso precocido antes de ensaque y no después de la limpiadora, para no volver a moler la harina.
- b. Colocación de un área de inspección de producto terminado, para llevar un mejor control de la temperatura a que se ensaca.

Figura 19. Flujograma propuesto



Nombre de la Empresa: Fábrica de Harinas
 Nombre del Proceso: Harina Mixta
 Inicio del proceso: Recepción de MP
 Anallista: Beberly Estrada

Nombre del Diagrama: Flujograma
 Metodo: Mejorado
 Finalización del proceso: Ensaque del PT
 Hoja: 2/2



RESUMEN

Símbolo	Descripción	No. Actividad	t (minutos)	d (metros)
○	Operación	12	436.99	
□	Inspección	2	11.16	
▽	Almacenamiento	3		
➔	Transporte	8	130.6	91.58
D	Demora	2	10	
TOTAL		26	578.75	91.58

Al beneficiarse con las dos funciones de los cocinadores (despresurización y cocimiento de la pluma) se puede enviar la materia prima por medio de cargas directas hacia los cocinadores y ahorrarse el tiempo de hidrolizado.

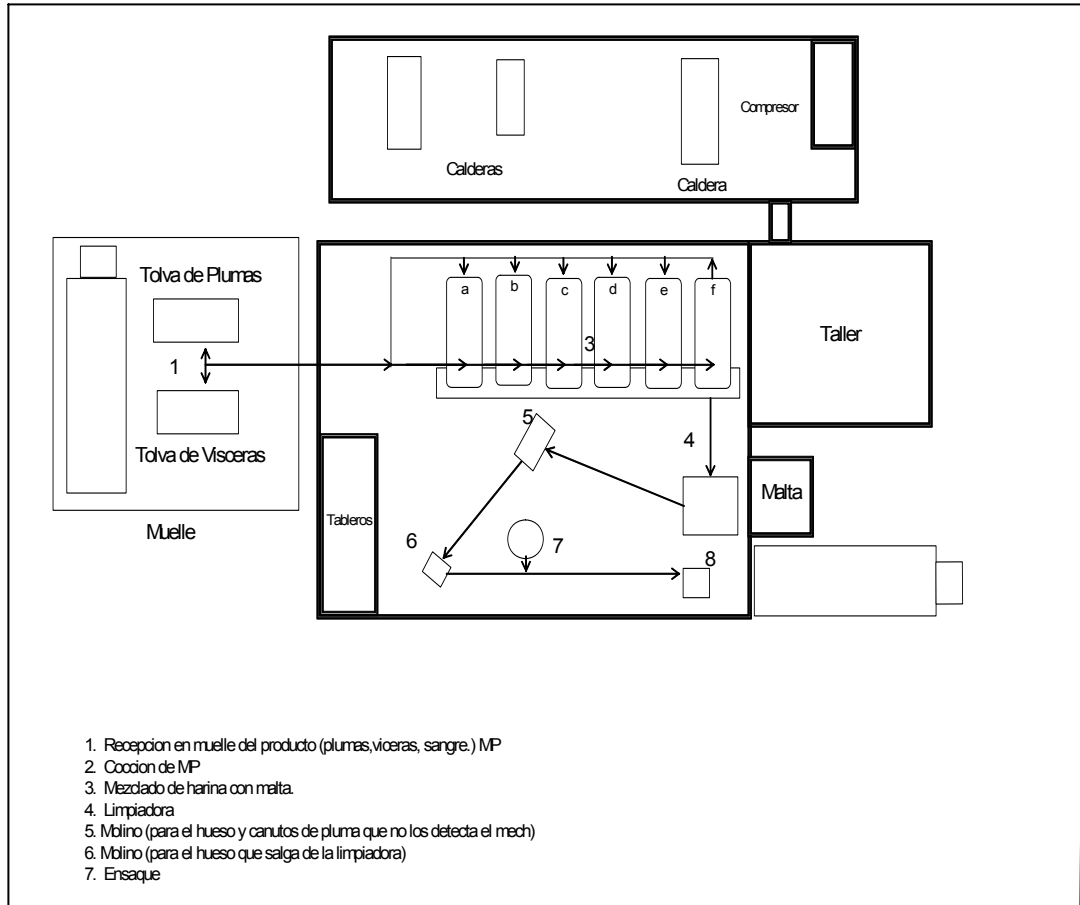
Además al colocar un molino antes de ensaque disminuye el riesgo de que la harina vaya con huesos grandes y así evitar problemas con el cliente, al realizar estos cambios existe un ahorro de un tiempo de 23.83 min. y se alarga la distancia a 16.37 m., y todo esto es para mejorar la calidad de la harina.

3.2 Diagrama de recorrido

La maquinaria que se utiliza en el proceso puede quedarse localizada en el mismo lugar, además el espacio es pequeño no se puede redistribuir la maquinaria, también el desmontaje y montaje sería de un costo elevado. En este diagrama se consideran dos tolvas de descarga de materia prima que cambian los flujos de carga, transportándola por un gusano llenando los cocinadores en la parte superior por medio de embudos, pero no descartando la posibilidad de cargar también los cocinadores por diferencia de presión dependiendo de la MP (vísceras de cerdo, sangre y grasa de pollo), y el recorrido de los transportadores se alarguen antes de ensacar para garantizar que las harinas mejoraran con respecto a la temperatura de despacho.

Se propone que el molino cambie de lugar colocando en área de ensaque para que cuando muelan no necesariamente este trabajando producción y además para que no tenga que pasar la harina nuevamente por molienda. El beneficio que se obtendrá es que disminuirán los sacos acumulados en el área de molienda de hueso precocido.

Figura 20. Diagrama de recorrido propuesto



En el futuro esta proyectado la extracción de aceite a las harinas cárnicas. Este en ningún momento cambiara el recorrido, sino que únicamente existirá una derivación a la salida de los cocinadores hacia otro proceso que estará a continuación, este posteriormente retornara al diagrama en la operación número 8 (ensaque) este estará ubicado en el área de taller a la par del área de malta que se muestra en el diagrama.

3.3 Balance de líneas

Ahora se realizaran los cálculos con seis operarios para que se distribuyan las tareas más equitativamente, además será útil para medir la eficiencia de trabajo, basándose en la tabla de los tiempos cronometrados con un batch de harina (aproximadamente 30 quintales). Los tiempos que se utilizan para los cálculos son según la tabla I capítulo dos pagina 24.

Con 6 operarios

Tiempo Asignado T.A. = Tiempo estándar / No. Operarios reales

T.A.1 = (5 +22.93) min. /unidad ÷ 2 operario = 13.965 min. / unidad

T.A.2 = (300+5+12.85) min. /unidad ÷ 1 operario = 317.85 min. / unidad

T.A.3 = (22.62 +27.73) min. /unidad ÷ 2 operario = 25.175 min. / unidad

T.A.4 = (13.2 +11.5+105) min. /unidad ÷ 1 operario = 129.7 min. / unidad

Se toma como referencia el segundo tiempo más largo porque si se toma el primer tiempo se estaría dando un dato erróneo ya que es el tiempo de cocimiento de la materia prima dentro de la maquinaria y no de la mano de obra o calidad del trabajo del operario, por lo cual el tiempo asignado es de 129.7 y ese va a ser el T.E.Asignado.

$$\text{Eficiencia} = \sum TE / (T.E.A.)(\sum \#Real)$$

$$\text{Eficiencia} = 525.83 / 129.7*6 = 0.6757 \approx 67.57\%$$

La eficiencia es aceptable acorde al sistema que se maneja en Guatemala que es de un 60% según experiencias de distintos ingenieros que han trabajado para varias industrias.

El operario de hidrolizado según lo observado se puede notar que necesita un auxiliar porque es bastante complicada la descarga de la MP, se necesita uno que este descargando la MP y otro que este cargando los cocinadores aunque no son todas las veces ya que mientras no haya descargas de harina en los cocinadores el operario de hidro puede estar descargando la pluma el solo, pero en estos momentos el otro operario puede mantener el área de muelle limpio y así no contaminar el producto fresco con el contaminado del suelo y así minimizar las plagas (moscas).

Es aconsejable también tener a una persona designada específicamente para las tareas de molienda y descarga de aceite ya que a veces existe tiempo muerto para la maquinaria por no haber una persona responsable de esas áreas, la desventaja sería la acumulación de hueso tanto precocido como crudo e implicaría la propagación de plagas.

Figura 21. **Hueso precocido acumulado**



Fuente: **Fábrica de Harinas**

Además del operario para molino y aceite es aconsejable también contar con una persona encargada específicamente en la limpieza del área de

producción para mantener un ambiente agradable para todos los operarios, además estaría también como comodín para cubrir cualquier emergencia.

3.4 Ruido y ventilación

- *Ruido*

Se observo en el capítulo anterior (página 24) que en diferentes puntos de la planta el rango se encuentra de 72 a 94 decibeles. Significa que el ruido esta alto ya que cualquier área según la tabla siguiente este arriba de 90 decibeles perjudica el aparato auditivo del hombre.

Tabla IX. **Nivel sonoro recomendable en áreas de trabajo**

Ambiente	DB
Sala de grabación	25
Sala de conciertos	30
Hospital	35
Sala de Conferencias	40
Sala de Clase	40
Oficinas	45
Bancos, almacenes	50
Restaurantes	50
Fábricas	50 – 80

Fuente: **Análisis sistemático de la producción I. Monografías.com**

Se propone que el empleado utilice un equipo de protección adecuado, ya que un zumbido llamado acúfeno, aparece comúnmente después de una exposición de un tiempo muy prolongado al ruido, y a menudo es permanente. Además algunas personas reaccionan con ansiedad e irritación al ruido fuerte, igualmente aumento del pulso y la presión, o acidez gástrica, también el ruido muy fuerte puede reducir la eficiencia para realizar tareas difíciles, al producir distracción.

Los límites permitidos por la OSHA (1970) de exposición al ruido se presentan en la tabla siguiente:

Tabla X. Exposiciones al ruido permisibles

Tiempo (horas)	Nivel del sonido(dB)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1	105
0.5	110
0.25 o menos	115

Fuente: Niebel, Benjamín y Andris Freivalds. **Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo. Pág. 237**

La OSHA usa el concepto de dosis de ruido, donde la exposición a cualquier nivel de sonido superior a 85 dB causa una dosis parcial en quien lo escucha. La exposición habitual al ruido por arriba de los 85 dB causará una pérdida gradual de audición y ruidos más intensos empeorarán el daño, según la página de Internet www.aulaabierta.org, Módulo 2 - 2°, Higiene Industrial, Tema No. 5, Capítulo 3 “Efectos del ruido”.

Cálculo del nivel del ruido de la empresa analizada:

Tabla XI. Horas/decibeles

Áreas	Muelle	Hidro	Cookers	Ensaque	Calderas	Taller
Horas	6.4	6.4	6.4	6.4	11	7.4
Decibeles	89	90	94	88	93	71

Fuente: Fábrica de Harinas

Según tabla establecida del ruido la cual es la siguiente:

Tabla XII. **Decibeles / tiempo de exposición**

90 dbs.	95 dbs.	100 dbs.	105 dbs.	110 dbs.	115 dbs.
8 hrs.	4 hrs.	2 hrs.	1 hrs.	0.5 hrs.	0.25 hrs.

Fuente: Torres, Sergio. **Ingeniería de plantas. Pág. 124**

Como no se encuentran la cantidad exacta de decibeles se interpolará así:

$$\begin{array}{rcl}
 90 & 8 & (90-94) / (90-95) = (8-X) / (8-4) \\
 94 & X & X = 4.8 \text{ horas} \\
 95 & 4 &
 \end{array}$$

Quedaron los valores no encontrados en la tabla ya establecida de la siguiente manera:

94 dbs.	93 dbs.
4.8 hrs.	5.6 hrs.

Los valores de 89, 88 y 71 db. Como no se encuentra en la tabla se asumen 0 horas.

D = Dosificación

$$D = C_1/T_1 + C_2/T_2 + \dots + C_n/T_n$$

$$D = 6.4/8 + 6.4/4.8 + 11/5.6 \approx 4.1 \text{ que se expone el empleado.}$$

$$D_I = T_1/ T_1 + T_2/ T_2 + \dots + T_n/ T_n$$

D_I = Nivel de Ruido Ideal al que debe estar expuesto el empleado en este tipo de proceso.

$$D_I = 8/8 + 4.8/4.8 + 5.6/5.6 = 3$$

$D_I = 3$ es el ruido máximo o ideal que puede resistir el oído del trabajador de Fábrica de Harinas actualmente.

- *Ventilación*

Se tienen 6 áreas de trabajo en Fábrica de Harinas, las cuales son: producción, calderas, bodega, taller, oficinas y cafetería. El personal por el tipo de proceso existe contacto indirecto con todas estas áreas y superficies calientes que existe en algunas de ellas, y sobretodo emanación de gases calientes provocados por la deshidratación de las harinas, los cuales son molestos y causan cansancio físico.

3.7.3 Análisis de resultados y propuestas

- *Ruido*

Según resultados el ruido esta alto porque excede 1.1 (4.1 nivel de ruido a que se expone el empleado – 3 nivel de ruido a que debe de estar expuesto para este proceso), por lo que se propone utilizar protección auditiva y los más aconsejables por el tipo de operaciones son los tapones con banda ya que sus protectores de espuma suave cierran la abertura del canal auditivo sin la necesidad de ser introducidos en el oído, pueden ser usados por debajo de la barbilla o por detrás de la cabeza y aseguran un mayor higiene, ya que por el tipo de proceso los operarios deben ser más cuidadosos al estar colocando y quitando los tapones, con el fin de no tocar los protectores de espuma con la mano para que no los contaminen y se puedan provocar una infección en el oído ver figura 22.

Figura 22. Tapones auditivos tipo banda



Fuente: <http://www.solacus.com>

Pero sobre todo se propone eliminar las fuentes de ruido más altos, como lo es el molino de harinas, la mezcladora y cocinadores. Para el molino el que más se adapta y se recomienda es utilizar tabiques dotados de material que sea aislante al ruido cómo: fibra de vidrio, duroport, entre otros; alrededor de la máquina en forma de cubículo lo suficientemente grande para que el operador que la maniobra tenga el espacio suficiente. La técnica de aislar las áreas o máquinas que producen demasiado ruido es una de las más usadas en la industria, pues es uno de los métodos más sencillos de aplicar y de los más económicos que existen. Para la demás maquinaria lo aconsejable es colocar espuma acústica, reduce el reverbero de las ondas sonoras provocadas por la máquina sin tener que estar en un cubículo cerrado, es sumamente efectiva para reducir el ruido, esta espuma se coloca muy cerca del punto que produce el ruido en la maquinaria fuente emisora del ruido, ya sea colocándola en una tabla cómo respaldo o simplemente pegada con algún adhesivo al punto emisor del ruido. La desventaja es que cuando se maneja este tipo de espumas acústicas se debe tener el cuidado con el manejo de la misma ya que da un picor en la piel, debido a su origen mineral.

- Ventilación

A continuación se muestra una tabla de cómo se encuentra actualmente la fábrica y como debería de estar su ventilación:

Área	Área ventilación recomendada	No. ventanas actual	Área de ventilación actual
Producción	156.00 m ²	9	27.00 m ²
Calderas	45.00 m ²	9	20.16 m ²
Bodega	37.00 m ²	2	3.00 m ²
Taller	304.00 m ²	2	3.00 m ²
Oficina	33.00 m ²	2	10.00 m ²
Cafetería	39.00 m ²	10	40.00 m ²

Cálculo de un área

Para conocer de donde se originan los cálculos anteriores se harán los del área de producción:

Las dimensiones del área de producción son de 39.2 m. de largo por 26.29 m. de ancho por 7 m. de alto. El viento pega en forma perpendicular a lo largo de la instalación, con una velocidad de 0.46 Km. /hr. (Según medición realizada página 25 tabla II).

Caudal de aire necesario (CA) = Volumen del aire que se desea renovar (V)*
#Renovaciones de aire por hora (No.R/hora)

Volumen = Largo*Alto*Ancho

Volumen = 39.2*26.29*7 = 7213.98 m³

Tabla XIII. **Renovación de aire en número de veces / hora**

Habitaciones ordinarias	1
Dormitorios	2
Hospitales, enfermedades comunes	3 a 4
Hospitales, enfermedades epidémicas	5 a 6
Talleres	3 a 4
Teatros	3 a 4

Fuente: Torres, Sergio. **Ingeniería de plantas. Pág. 95**

La renovación de aire es 4 porque se asume que el área de producción es como un taller en el cual hay que realizar trabajos específicos y se necesita buena ventilación.

$$CA = (7213.98 \text{ m}^3) * (4 \text{ rev/hr}) = 28855.9 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

$$\text{Flujo de aire (Q)} = [\text{Coeficiente de entrada de la ventana (C)} * \text{Velocidad del viento (V)}] * \text{Área del paso de la ventana (A)}$$

Tabla XIV. **Coeficiente de entrada de la ventana (C)**

C	Características
0.25 a 0.35	Cuando el viento sopla longitudinalmente a la ventana
0.30 a 0.50	Cuando el viento sopla perpendicularmente a la ventana

Fuente: Torres, Sergio. **Ingeniería de plantas. Pág. 97**

Como el aire al área producción sopla perpendicularmente el coeficiente C será el valor intermedio de 0.3 y 0.5.

$$Q = (C * V) * A$$

$$28855.9 \text{ m}^3/\text{hr.} = 0.4 * 0.46 \text{ Km./hr.} * 1000\text{m} * A$$

$$A = 156.8 \text{ m}^2$$

Se puede observar claramente que hay áreas a las cuales les hace falta ventanas para tener una ventilación adecuada pero a continuación se mencionan las propuestas por área:

- Producción: El techo es de dos aguas así que entra más flujo de aire por el techo, el número de ventanas es adecuado, además la ubicación de fábrica es favorable por estar localizada en un cañón, en donde el viento es fuerte, sobre todo en los meses de noviembre a febrero.
- Calderas: Por haber dos calderas hay transferencia de calor al ambiente, por lo que se recomienda abrir dos ventanas más con medidas de base de 2.5 por 1.4 de alto o evaluar la opción de abrir los dos portones que tiene esa área que permanecen siempre cerrados para que entre flujo de aire, al abrir solamente un portón específicamente el que se encuentra en el área mas caliente aumentaría el área de ventilación a $(18.05 \text{ m}^2 + 20.16 \text{ m}^2) 38.21 \text{ m}^2$ mejoraría la calidad de aire dentro del área y esto equivale a que el caudal de aire necesario crecería para que el operario trabaje mas cómodo y fresco.

Según la tabla siguiente se puede observar que no se esta en el rango adecuado porque calderas esta clasificado en trabajos sedentarios en ambientes calurosos debería estar como máximo 0.5 m/s y esta en 0.24 m/s.

Tabla XV. **Corrientes de Aire Natural**

Corrientes de Aire Naturales	<i>Valor Máximo</i>
Trabajos en ambientes no calurosos	0,25 m/s
Trabajos sedentarios en ambientes calurosos	0,50 m/s
Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos	0,75 m/s

Fuente: www.pimem.es/riscoslaborals/Normativa

- Bodega: Para que exista una ventilación adecuada la mejor manera de lograrlo es colocando ventanas de paletas de vidrio para que entre flujo de aire ya que no se cuenta con espacio para abrir nuevas ventanas. Actualmente se cuentan con 0.056 m/s y se clasifica como un trabajo sedentario en ambientes no calurosos debería de tener una ventilación de 0.25 m/s, le hace falta 0.19 m/s.
- Talleres: Actualmente tiene solamente dos ventanas pero tiene tres portones de considerable tamaño que se mantienen abiertos y eso equilibra el flujo de aire dentro del taller.
- Oficinas: Si cumple con el flujo de aire necesario porque hay varias ventanas con paletas y la puerta generalmente se mantiene abierta, pero si sería aconsejable que por ser dos oficinas (dos personas) que se mantuvieran siempre abiertas.
- Cafetería: Si cuenta con varias ventanas para cumplir con una renovación de aire adecuado, solamente la recomendación es que se mantengan abiertas y colocarles malla para evitar el ingreso de moscas.

3.8 Dosificación de la MP

La materia prima por ser muy variada y grasosa se requiere de cuidados al dosificarla por tal motivo es importante conocer que harinas se pueden realizar según experiencias de otros países y realizar pruebas en esta planta para mejorar los parámetros nutricionales del alimento.

3.8.1 Parámetros nutricionales de las harinas para la elaboración de alimentos avícolas y porcinos

En el campo de la elaboración de harinas de origen animal específicamente de subproductos avícolas y porcinos, la información que existe es muy general, ya que los requerimientos pueden ser distintos para cada país en relación a la MP disponible y la necesidad del cliente de la harina. Para tal caso, se presenta una tabla de unos parámetros, como referencia.

Se han investigado que existen varias plantas similares (específicamente en Brasil y Colombia) que realizan seis clases de harinas con subproductos avícolas y de cerdos obteniéndose buenos resultados nutricionales los cuales son:

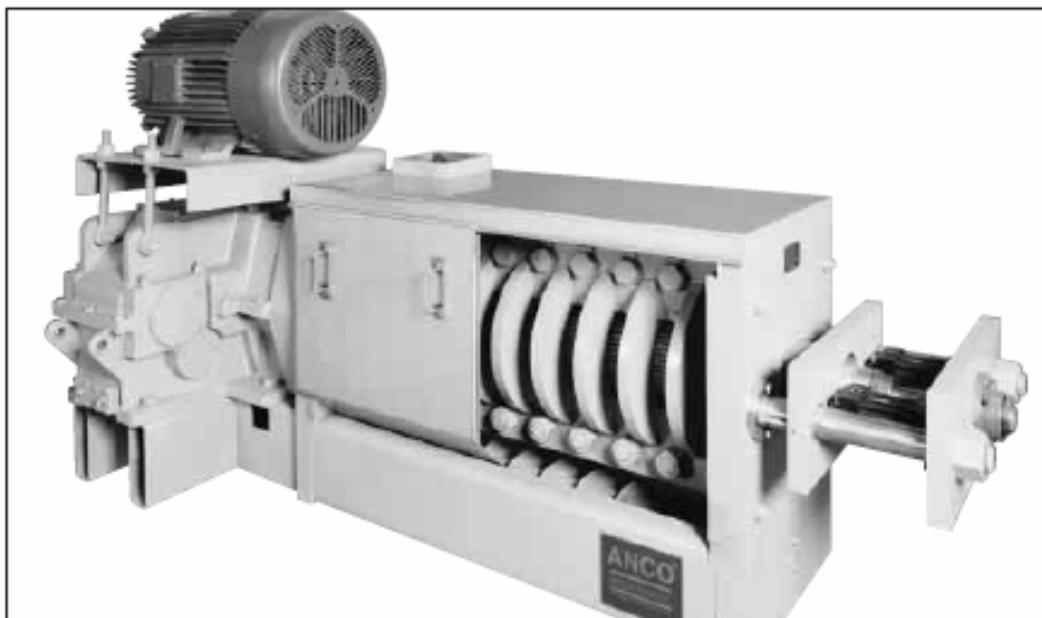
Tabla XVI. **Análisis bromatológicos internacionales**

Componente	Harina de Carne	Harina de Carne y Hueso	Harina de Huesos	Harina de Hígado	Harina de Sangre	Hidrolizado de Pluma de Aves
Materia Seca (%)	92-93	94-96	95-97	93	91-93	94
En base seca						
Proteínas (%)	57-65	51-54	6-13	72	84-90	85-93
Grasa (%)	8-11	10-12	3	16	0.18-2	2.6
Fibra (%)	2-3	2	2	1	1.1	0.6
Minerales						
Calcio (%)	6-8	10-11	25-31	0.5	0.3-0.5	0.2
Fósforo (%)	3-4	5	13-14	1	0.2-0.4	0.75-0.9

Fuente: **Industrialización de subproductos de origen animal. Editorial Acriba S.A. 1994, Pág 282-283**

Únicamente que en estas plantas cuentan con tecnología más avanzada y actualizada para realizar estas seis harinas y obtener estos resultados, para que la planta de Guatemala logre estos resultados es necesario que la empresa invierta en maquinaria como la prensa para poder exprimir bien la grasa de las harinas para ya no tener problemas con las vísceras o carne de ave.

Figura 23. **Prensa percoladora**



Fuente: www.ancoeaglin.com

El cliente de la fábrica tiene sus propios parámetros para formular productos para mascotas y aves. De acuerdo a la experiencia y la recopilación de información sobre parámetros nutricionales, se ha elaborado una tabla un tanto general, que permite centrar los resultados en la elaboración de las harinas, y sobre todo mantener la homogeneidad de dichos parámetros.

Tabla XVII. **Requerimientos de las harinas de subproductos avícolas**

Especificación	Valor Esperado Mixta (%)	Valor Esperado Especial (%)
Proteína	75.00	52.00
Grasa	5.00	30.00
Humedad	< 7.00	>10
Cenizas	1.50	2.50
Calcio	0.13	0.50
Fósforo	0.16	0.50
Fibra	0.5	1.50

Fuente: **Cliente**

En donde ellos presentan sus propios parámetros y requerimientos que le exigen a la planta como su proveedor que es. Pero para lograr esto la empresa necesita actualizarse.

3.8.2 Dosificación óptima por medio de programación lineal

La empresa desea conocer como cumplir con los elementos nutricionales realizando hasta el momento solamente dos clases de harinas la Mixta y la Especial, formulando las diferentes materias primas existentes. Para una propuesta más acertada en la dosificación óptima por medio de programación lineal se trabajara únicamente para la harina mixta ya que en la especial se utiliza solamente vísceras de pollo.

Para un mejor análisis se presentan datos bromatológicos de las harinas con datos de diferentes pruebas que se han realizado, para así conocer exactamente con cuanta proteína, calcio, fósforo y grasa se cuenta en la materia prima para una dosificación que cumpla con todos los requerimientos necesarios para el pollo.

Tabla XVIII. **Tabla de nutrientes proporcionados por las distintas harinas**

	Harina de pluma	Harina de Subproducto de Incubación	Harina de hueso	Harina de Sangre	Harina de vísceras
Proteína (%)	56.41	19.26	53.21	64.56	45.57
Grasa (%)	27.31	10.82	14.39	3.76	33.01
Ceniza (%)	3.84	62.24	24.32	3.46	9.44
Calcio (%)	0.98	22.24	8.5	0.96	2.68
Fósforo (%)	0.48	0.47	2.2	0.49	1.15

Fuente: **Laboratorio de análisis bromatológicos año 2006**

Identificación de las variables de decisión

X_1 = lb. Harina de pluma

X_2 = lb. Harina de subproducto de incubación

X_3 = lb. Harina de hueso

X_4 = lb. Harina de sangre

X_5 = lb. Harina de vísceras

Identificación de la función objetivo

Para poder identificar la función primero hay que establecer la facilidad de obtener la MP o con la cantidad que se puede contar para las cocinadas se dará una puntuación de 1-5, en donde 1 significa que se cuenta con muy poca MP para dosificarla dentro del cocinador y el 5 significa lo contrario que existe mayor cantidad.

$$Z = 5X_1 + 2X_2 + 3X_3 + X_4 + 5X_5$$

Identificación de las restricciones

Las cantidades de las variables de decisión son las cantidades de la tabla XV dividido dentro de cien (por ser un porcentaje). Las cantidades en los rangos aceptables es el valor esperado de la tabla XIV por 8500 lb. (capacidad del cocinador) dividido dentro de 100 (por multiplicarse con un porcentaje).

s.a. (sujeto a)

$$\begin{aligned} 0.5641X_1 + 0.1926X_2 + 0.5321X_3 + 0.6456X_4 + 0.4557X_5 &\leq 6375 \\ 0.2731X_1 + 0.1082X_2 + 0.1439X_3 + 0.0376X_4 + 0.3301X_5 &\geq 425.0 \\ 0.0384X_1 + 0.6224X_2 + 0.2432X_3 + 0.0346X_4 + 0.0944X_5 &\geq 127.5 \\ 0.0098X_1 + 0.2224X_2 + 0.0850X_3 + 0.0096X_4 + 0.0278X_5 &\geq 11.05 \\ 0.0048X_1 + 0.0047X_2 + 0.0220X_3 + 0.0049X_4 + 0.0115X_5 &\geq 13.60 \\ X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 &\geq 8500 \\ 0.5640X_1 + 0.1929X_2 + 0.5321X_3 + 0.6456X_4 + 0.4557X_5 &\leq 3400 \\ 0.2731X_1 + 0.1082X_2 + 0.1439X_3 + 0.0376X_4 + 0.3301X_5 &\geq 850 \\ 0.0384X_1 + 0.6224X_2 + 0.2432X_3 + 0.0346X_4 + 0.0944X_5 &\geq 425 \\ 0.0098X_1 + 0.2224X_2 + 0.0850X_3 + 0.0096X_4 + 0.0278X_5 &\geq 600 \\ 0.0048X_1 + 0.0047X_2 + 0.0220X_3 + 0.0049X_4 + 0.0115X_5 &\geq 85 \end{aligned}$$

En donde las cantidades de 3400, 850, 425, 600 y 85 se adjudica de que como lo aceptable esta demasiado alto y según los análisis bromatológicos no se puede cumplir con la demanda así que se toman los valores menores o mayores de cada una de las harinas y se multiplican por 8500 lb. de MP capacidad de un cocinador; así $0.40 \cdot 8500 = 3400$ lb., $0.10 \cdot 8500 = 850$ lb., $0.05 \cdot 8500 = 425$ lb., $0.0706 \cdot 8500 = 600$ lb. y $0.01 \cdot 8500 = 85$ lb.

La solución optima a este problema, obtenida con un paquete de software de programación lineal, es:

$X_1 = 1985.3080$ lb. de pluma

$X_2 = 0$ de harina de subproducto de incubación

$X_3 = 591.3511$ lb. de harina de hueso

$X_4 = 5923.3446$ lb. de harina de sangre

$X_5 = 0$ harina de vísceras

Es decir que se recomienda según análisis mezclar harina de pluma, hueso y sangre para cumplir con los niveles bromatológicos aceptables requeridos en la harina mixta.

Además para llegar a estandarizarse (bromatologicamente) se recomienda la separación de la MP: la pluma y vísceras de ave en tolvas diferentes para lograr la dosificación para las dos clases de harinas que actualmente se elaboran. Mezclar la sangre de cerdo con la sangre de pollo para facilitar la dosificación y aprovechar el tanque que ocupa la sangre de cerdo en otra parte. No agregar a las harinas grasa de trampas de ave para disminuir el porcentaje de grasa.

Con la harina especial no va cumplir o acercar con los requerimientos pedidos por el cliente hasta que exista una separación del 100% y esto depende de los proveedores (plantas de procesamiento), pero esto implica altos costos para ellos y rediseñar de descarga de pluma y vísceras.

3.8.3 Calcinado de huesos

Realizar un horno con capacidad de 1000 lb. de hueso para así aprovechar mejor los recursos tales como: combustible, mano de obra y tiempo (mayor rapidez). El hueso sin calcinar no debe utilizarse en la alimentación de los animales, ya que se presta a la propagación de enfermedades (fuente FAO).

Figura 24. **Horno con mayor capacidad**



Fuente: **Instalación de Fábrica de Harinas**

Existen otras formas de calcinar huesos crudos, pero pocos que se adecuen al proceso como lo es el siguiente:

- *Harina de huesos tratada al vapor:* los huesos se hierven a presión del vapor para extraer la carne y grasa sobrantes dentro de un cocinador. Cuando se cuecen a presión del vapor, los huesos se tornan más quebradizos y se muelen más fácilmente para obtener harina. La harina que provenga de estos huesos precocidos no debe tener olor desagradable.

Las harinas de huesos se utilizan como fuente de fósforo y de calcio en la alimentación de los animales. Para una mejor comprensión de que puede proporcionar la harina de hueso según la forma de procesarla se muestra la siguiente tabla:

Tabla XIX. **Análisis bromatológicos de harina de huesos**

	Proteína (%)	Fibra (%)	Calcio (%)	Fósforo (%)	Cenizas (%)
Harina de huesos cruda	36	3	22	10	49
Harina de Huesos al vapor	10	2	32	15	78
Harina de huesos calcinada	0.0	0.0	34	16	99

Fuente: **Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Ganadería (FAO)**

Se puede observar que a pesar de que el hueso calcinado no proporciona demasiada proteína si tiene el mayor porcentaje de calcio y fósforo, el cual es el que interesa para dosificarlo en la harina mixta junto a otras materias primas, entonces se recomienda que se siga calcinando el hueso pero en cantidades mucho mayores.

Se realizaron varias pruebas con la calcinación de hueso precocido en un horno pequeño de aproximadamente 60 lb. de capacidad (ver figura), se utiliza como combustible aceite de origen animal a puerta abierta, se realizan con varios y diferentes pesos.

Figura 25. **Horno pequeño**



En esta figura se puede observar claramente el tamaño del horno donde se calcina el hueso en la planta analizada y de como queda el hueso después de calcinado.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la prueba en este horno pequeño con hueso precocido.

Tabla XX. Análisis de calcinación de huesos precocidos

No. Muestra	Peso hueso crudo lb.	Peso hueso calcinado lb.	Perdida lb.	Hueso quemado	Hueso Aprovechado
1	49,2	22,2	27	55%	45%
2	62,6	23,8	38,8	62%	38%
3	53,2	21,5	31,7	60%	40%
4	57,8	23,6	34,2	59%	41%
Promedio	55,70	22,78	32,93	59%	41%

Al quemarse el hueso precocido pierde un promedio de 59% de su constitución física y se aprovecha el 41% del hueso (harina).

Para realizar comparaciones también se hicieron varias pruebas con hueso crudo sin cocimiento sino directamente del rastro de cerdos pasa por el horno de mayor capacidad, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla XXI. Análisis de calcinación de huesos crudos

No. Muestra	Peso hueso crudo lb.	Peso hueso calcinado lb.	Perdida lb.	Hueso no aprovechado	Hueso aprovechado
1	500	106.7	393.3	78.66%	21.34%
2	500	87.8	412.2	82.44%	17.56%
Promedio	500	97.25	402.75	80.55%	19.45%

Estas pruebas se realizan en un horno con capacidad de 1000 libras, como se puede observar se aprovecha mas el hueso precocido que el calcinado

y además sale un porcentaje de casi cero de cenizas en el hueso precocido, mientras que en el crudo salen casi un 5% (de 500 libras de hueso precocido surgen 21.2 libras de cenizas). También se realiza una prueba en este horno con hueso precocido (ver figura)

Figura 26. **Hueso precocido**



Hueso calcinado (aprovechado)	185.6 lb.	45%
Hueso no aprovechado	+ <u>226.4 lb.</u>	55%
Hueso precocido	412.0 lb	

Se observar que al aumentar los volúmenes de hueso precocido se obtienen mayores beneficios aprovechando mejor el hueso.

3.9 Programa para el control de calidad en la harina

En un programa de control de calidad, es necesario tener definidas las actividades de cada operación y los requerimientos mínimos de control de calidad aprobados por altos dirigentes y el responsable de dicha actividad; bajo estas condiciones, se elaboro un manual en el cual se contempla cada una de dichas actividades, así como el procedimiento para la ejecución.

El programa cuenta con tres actividades principales:

- Buenas prácticas de manufactura BPM
 - Control del proceso de la harina
 - Enlace proveedores y clientes
- Buenas prácticas de manufactura

- *Unidad de transporte de MP:*

Programa de limpieza diaria de graneleras, chequear y/o monitorear una vez a la semana la limpieza de los transportes. Verificar que no tengan fugas que provoquen derrames en calles y carreteras, observar si tiene un buen mantenimiento y limpieza. Se propone una hoja de control diaria de la limpieza de graneleras y góndolas la cual se revisara diario, semanal y después mensual (ver figura).

Figura 27. Hoja de control de limpieza de transporte de MP

CONTROL DE EGRESO DE GRANELERAS						
AVICOLA VILLALOBOS S.A. FABRICA DE HARINAS CONTROL DE CALIDAD						
Fecha	Hora Salida	No. Granelera	Limpia	Destino	Piloto	Firma

Esta hoja cuenta con la fecha en la que egresa la granelera o góndola, la hora de salida, el número de transporte para un mejor control, colocar un cheque si esta limpia o una equis si esta sucia, el destino, el nombre del piloto que y su firma. Este control lo llevara el personal de garita, revisara el transporte antes de salir, responsabilizándose que no vaya a salir sucia.

- *Muelle de recepción:*

Inspección de MP al ingreso del muelle, controlar que no agreguen demasiada agua al descargar la MP, limpieza del muelle, identificar puntos de riesgos de accidentes como objetos punzo cortantes, cables con voltaje y piso resbaloso en el lugar de más tránsito. Para realizar este control se propone realizar una auditoria semanal, quincenal y hasta de un mes. Presentarla al Supervisor de Producción y Mantenimiento para realizar mejoras.

- *Área de hidrolizado y blow tank:*

Limpieza de puntos críticos de riesgos de accidentes y concienciar el uso de equipo de protección adecuada como lo son guantes para abrir y cerrar válvulas, botas y mascarillas cuando exista exceso de vapor. Verificar tanques para subproductos de cerdo, la limpieza, pintura, fugas y señalizados de acuerdo a su contenido. Limpieza de hidrolizadores.

- *Área de cocinadores:*

Orden y limpieza externa e interna, también es importante evaluar puntos críticos de posibles accidentes en esta área y verificar que no existan derrames.

- *Mezclado, limpiado y ensaque:*

Limpieza profunda una vez por semana y todos los días de la semana mantener limpias y ordenadas estas áreas, los transportadores se encuentren pintados para evitar que el oxido este expuesto a la harina y limpios, pintura general de

las áreas, identificar puntos críticos de posibles accidentes (tolvas que no estén expuestas, cables con voltaje en los lugares de más tránsito), medios que contaminen la harina (grasa, aceite, agua, entre otros), control de limpieza de magnetos, derrames de harina en el piso y evitar que esa harina la coloquen nuevamente en el proceso sino que le den un tratamiento diferente (compostera).

- *Área de molido de huesos:*

Se encuentre limpia, la clasificación de contaminantes en su respectivo lugar, que la persona responsable tenga el equipo de protección adecuada como lo son guantes. Que el magneto del molino se revise cada cierto tiempo verificando que este limpio.

- *Área de malta:*

Mantenerla en un lugar seco, evitar contaminantes como el polvo, tierra, sólidos y agua; verificar que la rotación de malta se realice para evitar usar solamente la malta que recién ingresa. Monitorear al operador responsable de esta área a la hora que se introduzca a ella para que no ingrese con las botas o zapatos con tierra o mojados.

- *Transporte de harina:*

Limpieza de furgones que transportan producto terminado, que se encuentren pintados, que las condiciones físicas como las puertas estén bien seguras, revisar que no existan filtraciones de agua o polvo para no dañar la harina.

- *Manejo de sacos:*

Que estén ordenados en la bodega los que no están en uso y los que están en uso que estén ordenados en el lugar destinado para ensaque y no en el piso, evitar utilizar sacos para otra actividad que no sea embolsar harina.

- *Iluminación del área:*

Tener un programa de mantenimiento y limpieza de lámparas.

- *Fumigación para plagas:*

Se realizara tres veces a la semana lunes, miércoles y viernes. La fumigación se efectuará en todas las áreas de contaminación tomando las precauciones pertinentes tanto para la persona responsable de esta actividad como para el operario dentro de su área de trabajo.

- *Recepción de sangre y grasa:*

Uso adecuado de tanques y bombas de la grasa y sangre, la manguera de recepción este en perfectas condiciones evitando derrames de los líquidos mencionados (revisar empaques), área de descarga despejada y limpia, área de descarga y desagüe limpio. Además verificar que los tanques se encuentren pintados y libres de cualquier suciedad.

3.9.1 Programa de control de calidad durante el proceso

- *Materia prima*

Esto es al momento de recepción, debe cumplir con los requerimientos establecidos por la empresa en este caso es Fábrica de Harinas a las plantas de beneficio (sus proveedores) para que el proceso empiece con calidad. Presentárselos a ellos y llegar a un acuerdo de cómo se aceptara las diferentes materias primas. Las condiciones serian las siguientes:

- a. Vísceras: separada de la demás MP, sin contaminantes (bolsa plástica, hule, metales, entre otros), ni en estado de descomposición.

- b. Pluma: que no contenga demasiada agua, separada de la demás MP y sin contaminantes.
- c. Grasa: con un porcentaje mínimo de agua por lo menos un 30%, sin contaminantes y que este fresca en relación a los días de estadía dentro de las trampas en cada planta de beneficio (rango de 3 a 5 días).
- d. Sangre: con un porcentaje máximo de agua de 20% y sin contaminantes.
- e. Subproducto de Incubación: sin contaminantes, ni en estado de descomposición y sin plagas.
- f. Hueso de cerdo: fresco, con un porcentaje mínimo de carne, depositado en el lugar indicado.

- *Harinas*

También la empresa debe de presentar las especificaciones necesarias para satisfacer las necesidades del cliente y llegar a un acuerdo de los parámetros. Y establecer que va a ser la empresa (Fábrica de Harinas) para lograrlo.

- a. Parámetros de humedad:

Mantenerse entre 8-10%, controlando por lo menos el 70% de las cocinadas, y obteniendo muestras en el área de ensaque.

- b. Parámetros de proteína:

Monitorear antes de mezclar la malta, es decir en la caída del cocinador a la tolva de descarga y esto se logra mediante un control de dosificación de materia prima adecuado.

c. Parámetros de grasa:

Mediante el control de la dosificación de grasa de trampas y productos cárnicos (vísceras o menudos).

d. Parámetros de calcio:

Mediante la dosificación del subproducto de incubación y huesos.

e. Parámetros de ceniza:

Se determina mediante el tiempo de que dura la harina dentro de un cocinador y dosificación de la grasa y mediante la calcinada adecuada del hueso.

f. Parámetros de peróxidos:

Estos deben ser menor o igual a 4 para alimento para animales, se aplica 500 g de antioxidante en harinas mixtas y 1 Kg. de antioxidante para harinas especiales por cocinada; para que los resultados sean favorables y disminuya el porcentaje de oxidación a las mismas.

g. Parámetros de Fósforo:

Mediante la dosificación del subproducto de incubación y huesos.

h. Parámetros de micotoxinas:

Este puede ser retroalimentado por los análisis del laboratorio para determinar las fuentes de ingreso de micotoxinas. A continuación se muestran los valores permitidos para que sea una harina de calidad.

Tabla XXII. **Comparativa de micotoxinas**

Características	Valor Promedio	Valor Permitido
Micotoxinas		
Histaminas	ND	
Aflatoxinas	3.46 ppb	<15.0 ppb
T2	44.21 ppb	<100.0 ppb
Zeralenona	840,54	<200.0 ppb
Ocratoxina	21.54 ppb	<10.0 ppb
Fumonisina	0.22 ppm	<2.0 ppm
Vomitoxina (DON)	0.29 ppm	<1.0 ppm

Fuente: **Archivos de Análisis de Laboratorio 2006**

3.9.2 Aplicación del programa y el seguimiento de mejora continua

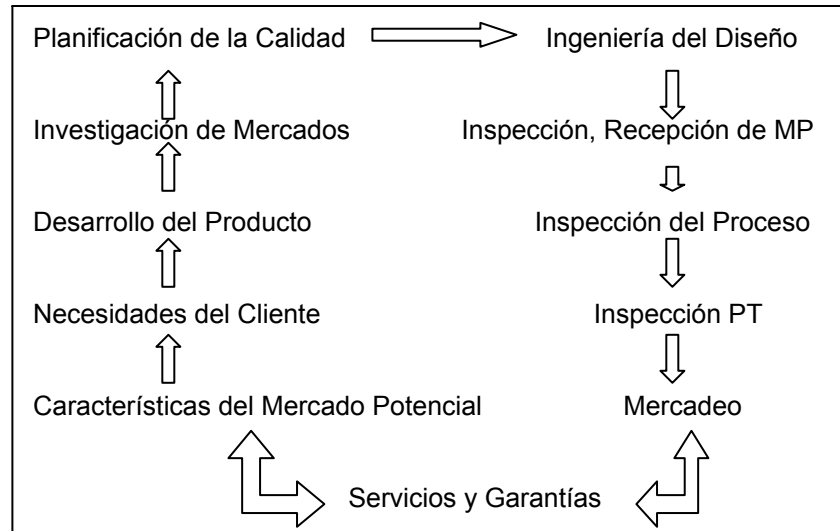
Existen varios programas de mejora continua que pueden ser utilizados en la fábrica pero la propuesta es la siguiente:

- *Muestreo de Aceptación por Atributos*

El plan de muestreo por atributos consiste en inspeccionar muestras aleatorias de n unidades tomadas de lotes de tamaño N , y observar el número de artículos disconformes o defectuosos d en las muestras. Si el número de artículos defectuosos d es menor que o igual a c , se aceptara el lote, si el número de dichos artículos defectuosos d es mayor que c se rechazara el lote.

Para tener más o menos una idea de cómo hay que empezar para realizar un buen muestreo de todos los lotes de producción se debe de llevar un buen control de calidad según el siguiente diagrama:

Figura 28. Diagrama de muestreo



Es decir consiste en examinar una unidad de producto, en este caso harina mixta y especial sus características (temperatura, % contaminantes, humedad) y clasificarla como “conforme” o “no conforme”.

La acción a tomar después de esto se decide contando el número de no conformes encontradas.

Principales funciones de un programa de calidad:

- a) Organización del programa de calidad, definición, actividad, instrucciones y procedimientos.
- b) Establecimientos de programas de muestreo
- c) Manuales de mantenimiento de equipos de medición y pruebas.
- d) Manuales de instrucción para la inspección del producto terminado.
- e) Recolección de datos e informes de costos de no calidad.

- Inspección por muestreo: esta herramienta se utilizara para el aseguramiento de la calidad que permite determinar el grado de

adecuación de la harina. el principal objetivo en utilizar la inspección es para comprobar que la harina mixta y especial cumpla con las especificaciones requeridas, determinar variaciones en el proceso, comprobar la precisión de los instrumentos de medida, etc.

- Elementos de la Inspección

- a. Interpretación de requisitos: buscar monitores o inspectores capacitándolos para que ellos conozcan que es o que no es aceptable.

- b. Muestreo: se basara en la tabla de números aleatorios para muestreos.

Fuente: Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 2859-0, Pág. 36

En donde se utiliza de la siguiente manera: conociendo el número exacto de cocinadas que se van a tener durante el mes se busca aleatoriamente en la tabla por ejemplo: son 110 cocinadas durante una semana, vamos a muestrear un 60% de las cocinadas durante la semana, entonces necesitamos inspeccionar 66 cocinadas, pero para conocer exactamente que cocinada vamos a inspeccionar utilizamos las tablas así: vamos a utilizar los primeros 3 dígitos de la primera columna hacia abajo, después la segunda columna de arriba hacia abajo y así sucesivamente, obteniendo lo siguiente:

11,103,43,36,66,105,73,75,6,65,86,101,103,60,95,37,108,26,103,21,46,24,34,6,
13,56,110,105,92,77,52,13,2,67,91,78,73,34,109,1,33,37,56,57,65,14,51,70,51,
96,44,61,63,104,83,10,70,19,13,94,90,21,18,81,47,75.

- a. Observación: pruebas de inspección visual.

- b. Comparación: comparar la observación contra los requisitos.

- c. Toma de decisiones: que tanto fue lo que se cumplió.

- d. Anotación de la información.

- Inspección en recepción: verificación de las muestras y lotes suministrados para dar al comprador una idea del NAC de la producción, así mismo evita que los productos no conformes entren a la línea de producción y afecten la capacidad del proceso y la calidad de la harina.

- Inspección en el proceso: control que permite evitar la producción de partes o subproductos de baja calidad y consiste en:
 - a. Inspección del primer elemento: se realiza para detectar los defectos sistemáticos.
 - b. Inspección de patrullaje: se hace en las maquinas verificando la harina mas recientemente procesada, se inspecciona sobre la última unidad producida.

- Inspección final: se realiza para evitar que salgan harinas no conformes de la fábrica hacia el cliente, con el fin de darle mayor seguridad al cliente.

Existen diferentes tipos de muestreo los cuales son simple, doble y múltiple pero la que más se adecua al proceso es la simple ya que se toman muestras aleatorias de las cocinadas para analizar sus características para determinar el destino de todas las cocinadas (lote) con base en la información contenida en la muestra.

Además los resultados serían bastante favorables porque se llevaría un mejor control del producto terminado para cumplir con los requerimientos del cliente y satisfacción de la empresa por estar procesando un producto de calidad.

4. IMPLEMENTACIONES PARA EL ÁREA DE CALIDAD Y PRODUCCIÓN

4.1 Ruido y ventilación

El ruido y la ventilación son parte del diseño del entorno de un área de trabajo con el fin de que el empleado se sienta en un ambiente agradable para que su trabajo sea efectivo.

- Ruido

En cuanto a las áreas encontradas que están fuera de rango, se implemento el uso obligatorio de tapones de oído lavables (ver Figura 29) de 25 decibeles, se dio charlas de seguridad e higiene personal, y se colocaron avisos en lugares visibles sobre el uso obligatorio de tapones de cada área, posteriormente se continua con inspecciones sorpresas programadas para dar seguimiento.

Figura 29. Tapones auditivos re-usables



Fuente: <http://www.solacus.com>

- Ventilación

Colocación de AERASPIRATOS el cual es un extractor estático que aprovecha el aire exterior para ventilar el interior de las plantas.

Figura 30. Aeraspirato



Fuente: <http://www.ventilacion.com/habitat.html>

¿Cómo funciona?

El AERASPIRATOS funciona por el Principio de Venturi aprovechando el viento exterior que, al pasar a través de sus toberas, provoca una depresión que aspira el aire interior de la planta y, por lo tanto, realizando una renovación constante. A continuación se muestra una tabla general de características de esta herramienta:

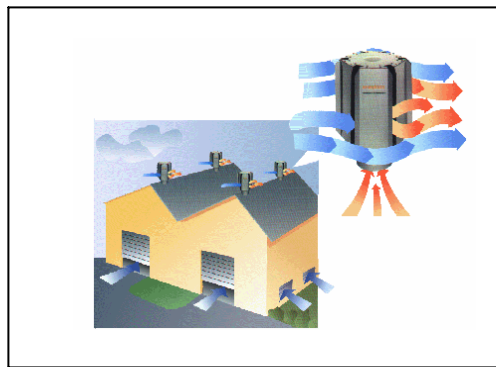
Tabla XXIII. Aeraspiratos

Modelo	Altura	Aspiración (m ³ hora)	*Ø cuello interior (mm.)	Peso en Kg. aprox.
0	320	60	124	3,2
I	420	100	156	6
II	520	180	208	9
III	740	390	312	21
IV	960	650	410	36
V	1.300	1.200	550	70
VI	1.430	1.500	626	85
VIII	2.000	3.000	840	200
X	4.500	4.500	1.080	320

Fuente: <http://aeraspiratos.org>

En donde el más adecuado y el que se adapta mejor es el modelo 0 por ser el de menor altura y de poca aspiración ya que por ser el producto harina puede aspirarla y disminuir el tiempo de vida de la maquinaria o herramienta, tapándolo o aumentar las periodos de mantenimiento. A continuación se muestra en la figura 31 la forma de trabajar del aeraspirato dentro de una industria, en donde se puede observar que existe cambio de aire dentro de la bodega constantemente para crear un ambiente mucho más agradable para los operarios.

Figura 31. **Ventilación adecuada**



Fuente: <http://www.aeraspiratos.org>

Se distribuirían en el área de producción colocando por lo menos tres sobre el techo para mejorar el nivel de calidad del aire y así disipar la temperatura de la maquinaria.

4.2 Dosificación de la MP

Con el fin de obtener experiencia en este campo se permite realizar distintas dosificaciones con materias primas para observar como se comportan los parámetros nutricionales.

4.2.1 Parámetros nutricionales de las harinas para la elaboración de alimentos avícolas y porcinos

Se monitorean las cocinadas de mayo a septiembre del 2006, obteniéndose varios valores dependiendo de las dosificaciones de las distintas materias primas. A continuación se presentan algunos de los resultados obtenidos de la harina mixta con diferentes ingredientes (MP) enviados a analizar al laboratorio bromatológico.

Fecha	Cocinada	Contenido	Prot. %	Gra. %	Hum. %	Cen. %	Ca. %	P %
19/06/2006	261	Pluma, subproducto de Incubación, vísceras de cerdo, hueso de cerdo	48,36	21,85	8,18	16,48	6,36	0,69
20/06/2006	285	Pluma, subproducto de Incubación, menudos, sangre y grasa	46,83	32,34	6,07	9,65	3,20	1,12
22/06/2006	312	Pluma, vísceras de cerdo, sangre	53,40	28,00	9,37	6,20	1,67	1,12
23/06/2006	326	Pluma, sangre, menudos	43,33	35,51	7,32	9,68	1,98	1,26

El laboratorio es de la misma corporación obteniendo los siguientes promedios de todas las muestras a analizar:

Tabla XXIV. **Promedios bromatológicos**

	Harina Mixta	Harina Especial
Proteína (%)	48.10	45.17
Grasa (%)	29.35	33.26
Humedad (%)	8.21	7.60
Cenizas (%)	10.25	9.17
Calcio (%)	3.42	2.59
Fósforo (%)	1.17	1.16
<u>Micotoxinas</u>		
Aflatoxinas	3.46 ppb	2.2 ppb
T2	44.21 ppb	47.5 ppb

Continúa

Zeralenona	840.54	152.4
Ocratoxina	21.54 ppb	13.8 ppb
Fumonisina	0.22 ppm	<0.222 ppm
Vomitoxina (DON)	0.29 ppm	<0.2 ppm

Fuente: **Archivos de análisis bromatológicos 2006**

Según requerimientos del cliente se esta por debajo de rangos (proteínas) y por arriba (calcio, grasa, fósforo y cenizas), pero es por la complicación de la separación de la MP que no es inmediato sino se llevan meses para poder lograrlo. Pero dentro de la fábrica se decidió modificar la tolva de descarga separándola para que en un compartimiento se descargue la pluma y en el otro las vísceras.

Figura 32. **Tolva de separación de MP**



Fuente: **Instalaciones de Fábrica de Harinas**

4.2.2 Dosificación óptima de la harina

Se monitorean la dosificación de distintas materias primas para la elaboración de harina mixta y según estos análisis (ver tabla XXII) la más rica en proteínas es la harina de sangre, solo que por el contenido de agua (por naturaleza) es necesario tener una operación de coagulación antes de cocimiento pero aun así se lleva 9 horas de cocimiento y todavía tiene una humedad altísima de 35% según prueba realizada.

Una combinación muy interesante es la de plumas y vísceras de cerdo solo que esta MP es muy escasa. La harina que tiene menor porcentaje de grasa es la mezcla de pluma y subproducto de incubación pero también es muy escasa. Pero una dosificación que cubre un mayor porcentaje los requerimientos del cliente son las mezclas de: pluma, sangre y vísceras de cerdo; pluma, sangre y subproducto de incubación; pluma, vísceras de pollo y sangre; pluma, vísceras de pollo, hueso de cerdo, sangre y subproducto de incubación, así que se aconseja que las realicen constantemente.

Las dosificaciones de las distintas materias primas es complicada ya que depende de la existencia de ellas, en algún momento puede existir un buen volumen de pluma pero hay también el mismo volumen de vísceras, entonces hay que ver como se dosifica de manera tal que no se realice una cocinada con mucha víscera por el contenido de grasa, también se tiene que observar si hay demasiada grasa, sangre y vísceras de cerdo, de manera que se vaya dosificando equitativamente para que no se omita y no se deje almacenada una materia prima y entre en un proceso de descomposición.

Tabla XXV. Dosificaciones de distintas MP

Fecha	Producto	Pluma	Visceras de Ave	Visceras de Cerdo	Sangre	Subprod. Incubac.	Grasa	Hueso de Cerdo	Higado de Cerdo	Patas de ave	Procedencia	Prot. %	Gra. %	Hum. %	Can. %	Ca. %	P %
08/07/2006	H. Aves mixta S/malta										Guate	53,62	28,34	8,93	7,90	1,83	1,04
24/06/2006	H. Aves mixta S/malta										Guate y Sur	59,00	21,37	12,27	7,10	1,31	0,92
28/06/2006	H. Aves mixta S/malta										Sur	48,58	36,50	7,55	5,22	1,44	0,98
29/06/2006	H. Aves mixta S/malta										Sur	39,39	33,20	6,05	20,15	5,60	0,90
03/07/2006	H. Aves Prueba										Sur	32,61	46,54	4,00	5,16	1,43	0,75
03/07/2006	H. Aves Prueba										Sur	32,61	46,54	4,00	5,16	1,43	0,75
04/07/2006	H. Aves mixta S/malta										Sur	51,43	23,53	9,93	12,56	4,15	1,24
06/07/2006	H. Aves mixta S/malta										Sur	42,52	21,21	13,72	16,01	4,34	1,57
14/07/2006	H. Aves mixta S/malta										Sur	54,49	24,76	9,33	7,80	3,22	1,35
20/07/2006	H. Aves mixta (prueba)										Sur	31,29	18,05	17,76	6,24	1,60	0,99
19/06/2006	H. Aves mixta S/malta										Guate	48,36	21,95	8,18	16,48	6,36	0,89
22/06/2006	H. Aves mixta S/malta										Sur	53,40	28,00	9,37	6,20	1,67	1,12
12/07/2006	H. Aves mixta S/malta										Sur	49,02	29,67	6,26	9,08	3,20	1,46
20/07/2006	H. Aves mixta S/malta										Guate	47,27	24,30	9,00	14,24	5,80	0,82
21/07/2006	H. Aves mixta S/malta										Guate	60,18	20,93	11,05	4,56	1,04	0,75
27/06/2006	H. Aves mixta S/malta										Sur	55,59	29,24	8,52	5,16	1,36	0,97
17/07/2006	H. Aves mixta S/malta										Guate	59,31	23,46	8,69	5,57	1,93	0,97
19/07/2006	H. Aves mixta S/malta										Guate	48,68	28,04	8,54	12,41	4,61	1,15
06/07/2006	H. Aves mixta S/malta										Guate	53,40	28,82	7,87	7,35	2,26	1,15
13/07/2006	H. Aves mixta S/malta										Sur	40,05	37,81	2,52	13,79	4,22	1,38
28/06/2006	H. Aves mixta S/malta										Guate	56,02	21,84	11,41	6,98	1,84	0,91
30/06/2006	H. Aves mixta S/malta										Guate	57,56	22,89	10,66	4,97	1,40	0,90
20/06/2006	H. Aves mixta S/malta										Guate y Sur	46,83	32,34	6,07	9,66	3,20	1,12
23/06/2006	H. Aves mixta S/malta										Guate	43,33	35,51	7,32	9,68	1,98	1,26
03/07/2006	H. Aves mixta S/malta										Guate	52,08	30,78	5,83	5,43	1,46	0,90
11/07/2006	H. Aves mixta S/malta										Guate	33,70	20,87	6,12	30,17	10,60	0,98
07/07/2006	H. Aves mixta S/malta										Guate	55,15	20,07	9,06	13,42	4,30	0,80

4.2.3 Calcinado de huesos

Según resultados del capítulo anterior (pág. 63 y 64) es conveniente seguir calcinando hueso precocido pero tendrá sus desventajas ya que serán mayores los costos por el vapor utilizado, MO, diesel y electricidad, mientras que en el crudo se va a utilizar solamente MO, electricidad y diesel pero en menores cantidades. Entonces se decide utilizar e implementar únicamente el horno de mayor capacidad pero con hueso crudo y el pequeño solamente para realizar pruebas.

Figura 33. Horno para calcinar hueso



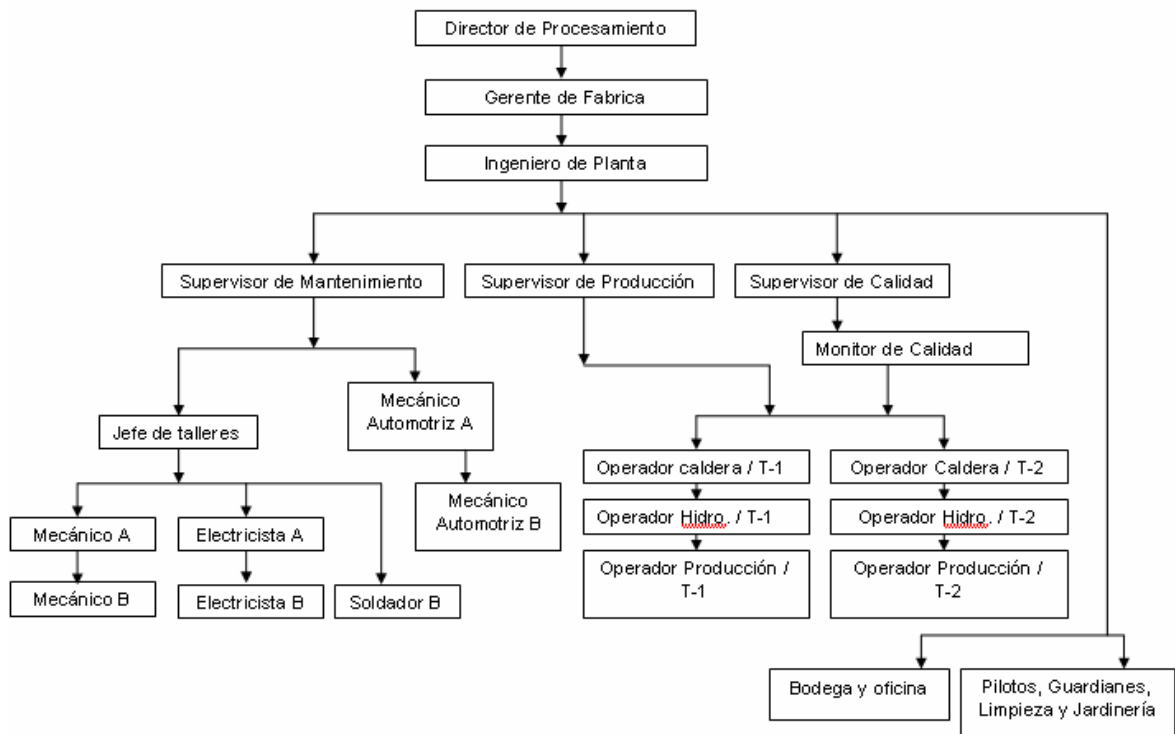
4.3 Programa para el control de calidad en la harina

Para que el cliente se sienta satisfecho con el producto entregado se implementaran varias hojas de control en varias áreas del proceso.

4.3.1 Programa de control de calidad durante el proceso

Los responsables de que el proceso opere dentro de las especificaciones preestablecidas y produciendo los alimentos también dentro de estas, son los departamentos de Producción y de Control de Calidad. Por eso ellos trabajarán en común acuerdo y de la mano para que el producto terminado cumpla con las requerimientos necesarios y solicitados por el cliente. Para ello se hace una modificación al organigrama de la Empresa que quedara de una forma diferente (ver figura).

Figura 34. Organigrama propuesto de Fábrica de Harinas



Ambos departamentos trabajarían en común acuerdo hacia la misma meta y con los mismos objetivos. A continuación se describe la implementación de mejoras de calidad según proceso:

a) Cocimiento

Para cualquier proceso de granulación es necesario: acondicionar la masa harinosa homogénea mediante la adición de calor y humedad. El cocimiento, además de preparar a la masa para una mejor palatabilidad también contribuye a mejorar la digeribilidad del alimento por el efecto de cocción que se produce. En el cocimiento se tendrán que manejar las siguientes variables:

- Tiempo
- Humedad
- Temperatura

Se supervisa las hojas de control propuestas verificando que se esta haciendo el monitoreo por parte de los mismos operarios, transcribiendo los datos por el supervisor de calidad a un medio electrónico (computadora) para que se pueda ir viendo las mejorías cada semana y compararlas.

b) Mezclado

Por regla general, un buen mezclado se define como la condición donde el animal que se está alimentando, recibe no menos del 90% de sus requerimientos diarios, cuando menos el 95% del tiempo. Ahí tenemos la importancia del proceso de mezclado. Factores que intervienen en el proceso de mezclado:

- Electricidad estática
- Forma de partículas
- Tamaño y densidad de las partículas
- Presencia de humedad
- Grasa en el producto.

A causa de que todos estos factores influyen en la eficiencia del mezclado, es que se debe determinar o especificar cuál es el tiempo óptimo de mezclado para cada producto a elaborar; para esto se usa el Índice de Homogeneidad del Mezclado como herramienta de laboratorio para medir esta eficiencia.

- Índices de homogeneidad del mezclado

La mezcla perfecta no existe por lo que este índice se basa en el análisis químico de un determinado indicador en 10 muestras y luego el análisis estadístico de los valores encontrados. Las 10 muestras, de unos 200 g cada una, se toman en distintos puntos del mezclador. Para calcular el índice de homogeneidad se necesitan deducir las siguientes formulas:

1. Promedio:
$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$
2. Varianza:
$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$
3. Desviación estándar:
$$s = \sqrt{s^2}$$
4. Coeficiente de variación:
$$CV = \frac{s}{\bar{x}}$$

Ejemplo:

Se espera encontrar una concentración final de 28.0% de malta en la harina. Se mezcla durante 5 minutos y se obtienen los siguientes resultados de las 10 muestras tomadas:

Muestra N°	x % malta	
1	25.0	x = 26.6
2	35.0	
3	24.0	s = 11.38
4	23.0	

5	25.0	CV= 42.78%
6	27.0	
7	26.0	
8	28.0	
9	25.0	
10	28.0	

Para que la mezcla sea optima debe tener entre un 30-40% de malta y se esta un poco arriba y significa que hay que bajar la dosis de la malta. Pero hay que tener en cuenta que depende de la dosificación de grasa a la cocinada así va a ser la cantidad de malta que se le agregaría a la harina.

- Molienda

Como los gránulos fríos y secos de las harinas se someten al proceso de tamizado o cribado con el fin de remover los grumos y/o finos para que el producto final esté limpio. En este caso es mejor la utilización de un molino de martillos.

- Tamaño de partículas

Siendo los ingredientes (materias primas) con distintos tamaños y densidades, es casi imposible obtener un mezclado homogéneo que asegure que todos los ingredientes de la fórmula estén presentes en un volumen dado; es por esta razón que la reducción del tamaño de las partículas, hasta un nivel lo más uniforme entre ellas, es una condición para obtener una mezcla homogénea. Mientras más pequeñas sean las partículas, aumenta la superficie específica (relación superficie/volumen) del material con lo que la digestibilidad será mayor.

- Análisis del tamaño de partículas

El método ideal para este tipo de proceso se basa en la distribución de un juego de tamices, luego de un determinado tiempo de zarandeo. Así que se decide que el tamaño del tamiz de la limpiadora va a cambiar pero cuando se disminuya la grasa en la harina.

De acuerdo a la escala de tamices basada en una abertura de 0.0029 in., que es la abertura del tamiz estándar de 200 mallas y 0.0021 in., de diámetro de alambre, tal como ha sido adoptada por el Nacional Bureau of Standard, se muestra a continuación la siguiente tabla.

Tabla XXVI. **Escala de tamices estándar Tyler**

Malla	Abertura efectiva, mm.
2 ½	7.925
3	6.680
3 ½	5.613
4	4.699
5	3.962
6	3.327
7	2.794
8	2.362
9	1.981
10	1.651
20	0.833

Fuente: **Laboratorio de análisis bromatológicos año 2006**

Se hicieron análisis de la granulometría a varias muestras de harina mixta en el laboratorio en donde se obtuvo que la harina se encuentra en la malla número 20, los granos están bastante enteros porque según el laboratorio debe estar por lo menos en un tamiz 12 para que el pollo lo coma mucho mejor. Pero hasta el momento no se puede cambiar de malla porque la harina es

demasiado grasosa y tapanía la criba apelmazándose, así que hasta cuando se cuente con la maquinaria para separar la grasa (prensa) se cambiara.

- Controles del producto terminado

Hay que enfatizar que la elaboración de los alimentos para la avicultura es un proceso integrado, con el fin de producir alimentos de calidad a precios razonables; siendo así, que este proceso debe acompañarse de sistemas de retroalimentación y constatación que monitoreen los niveles de calidad reales.

Esto quiere decir que el personal de campo (nutricionistas, veterinarios) debe ser la fuente de retroalimentación para constatar que la respuesta de los animales (crecimiento, consumo de alimento, conversión alimenticia, etc.) está de acuerdo con los parámetros establecidos por el Nutriólogo y evaluados por el Departamento de Control de Calidad.

d) Controles durante el almacenamiento

- Humedad del producto

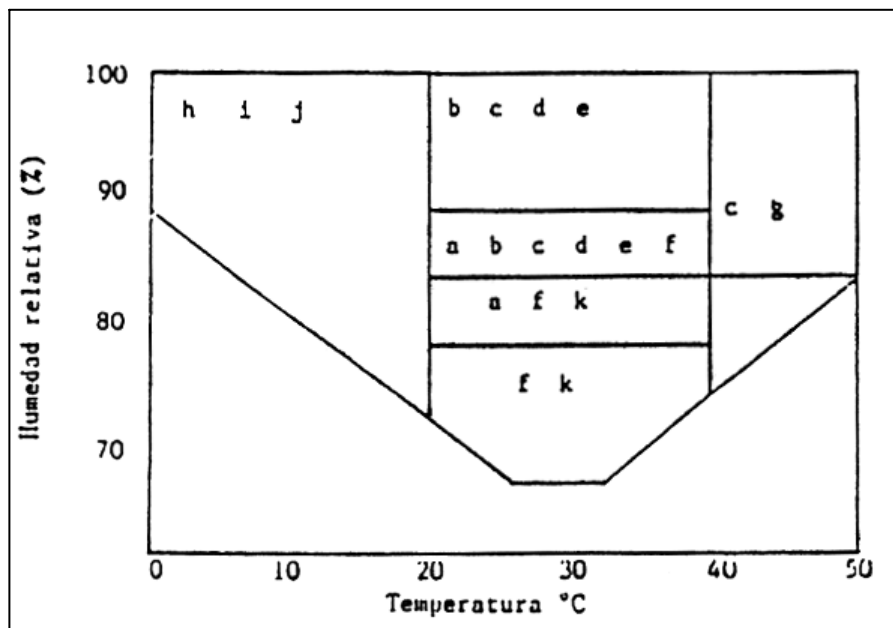
Dependiendo mucho de las condiciones ambientales, materias primas y productos terminados pueden almacenarse con humedades entre 8 a 10%. Por eso se esta monitoreando la humedad de la harina en ensaque y retroalimentándose con el cliente.

- Temperatura y humedad relativa del ambiente

Lógicamente, las mejores condiciones ambientales para un almacenamiento seguro serán las temperaturas y humedades bajas. La temperatura óptima de ataque de los insectos y microorganismos está por los 28–30° C (según la FAO), mientras que las humedades relativas superiores al 70% el almacenamiento presenta sus dificultades. En la siguiente figura nos

muestra la relación entre las humedades y temperaturas relativas ambientales sobre la infestación de hongos en los alimentos almacenados. Entre ellos: a) *Aspergillus candidus*; b) *A. flavus*; c) *A. tamarii*; e) *A. niger*; f) *A. glaucus*; g) *A. terreus*; h) *Penicillium cyclopium*; i) *P. martensii*; j) *Cladosporium spp*; k) *Sporendonema sebi*.

Figura 35. **Temperatura y humedad relativa a las cuales crecen los hongos más importantes en alimentos**



Fuente: **Cockerell, Francis y Halliday, 1971**

Por ese motivo se habla con el cliente para indicarle en que condiciones debe de almacenarlo para mantenerlo bajo en hongos. Además también deben proveerles de ambientes ventilados, secos y libres en todo lo posible, de la presencia de insectos y roedores.

El Departamento de Control de Calidad debe establecer un programa estricto para llevar un seguimiento del proceso de almacenamiento. Un buen

programa debe incluir la verificación periódica de los índices de deterioro, especialmente de materias primas, la definición de los materiales y equipos de desinfección. Para que la materia prima este fresca es necesario que se lleve el proceso al día para que no dure más de 12 horas dentro de la planta y para lograr esto es necesario que se lleve un buen mantenimiento de la maquinaria para que no existan fallas y atrase la producción y una buena dosificación de la materia prima para que el tiempo de cocimiento minimice.

Sobre este último punto, hay un detalle que debe tenerse siempre presente al momento de elegir las agentes fumigantes. Para ello se pide asesoría a una empresa guatemalteca (BAYER) que se dedica a fabricar y vender productos para las distintas plagas y recomendar los más adecuados para este tipo de producto (alimento de mascotas y aves).

4.3.2 Aplicación del programa y el seguimiento de mejora continua

Para realizar una inspección desde la MP hasta el producto terminado se han realizado varias hojas de control entre ellas:

- Recepción de materia prima:

Se monitorea las graneleras y góndolas (transporte), revisándolas y observando a la hora de descarga y se verifica lo siguiente: que no se miren contaminantes a simple vista y si los hay se manda una hoja de propuesta de mejora a las plantas proveedoras (ver figura).

Figura 36. Hoja de control de recepción de MP

Logo	FÁBRICA DE HARINAS	Código:
	INFORME DE NO CONFORMIDADES DE MP	Versión:
		Fecha:
		Página:
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Fecha y hora de recepción:	Procedencia:	
Responsable de Informar:	Responsable de verificar no conformidad:	
Materia prima:		
No conformidades (incumplimiento de requisitos):		
Acción tomada:		
Supervisor de producción de proveedores:		
Supervisor de calidad de proveedores:		

- Inspección durante el proceso:

Se muestrea la harina durante la semana y lo realiza el operario de cocinadores el cual prepara las muestras en una bolsa plástica (1 lb.) para inspeccionar la humedad y mandarlas a analizar al laboratorio (bromatología).

- Inspección en producto terminado:

Se implementa una estación de inspección en ensaque, en donde hay un termómetro y una hoja de control para anotar los datos, en forma aleatoria se

mide la temperatura de cada cocinada en un 60%, posteriormente esta información es trasladada a la oficina para ser procesada y después archivada, para presentar un informe sobre los datos del producto que se esta enviando, para ser comparada con los resultados del departamento de calidad en la fábrica de alimentos balanceados, para asegurar, la calidad y dar seguimiento en algún problema. Para que la harina sea aceptable la temperatura tiene que estar en un rango de 35-45 °C, la hoja que se utiliza ese puede observar en la siguiente figura.

Figura 37. Hoja de control de temperatura de PT

MONITOREO DE TEMPERATURAS FABRICA DE HARINAS								
Fecha	Cocinada							Comentarios
Temperatura °C								
Fecha	Cocinada							Comentarios
Temperatura °C								
Fecha	Cocinada							Comentarios
Temperatura °C								
Fecha	Cocinada							Comentarios
Temperatura °C								

- Plan de control de plagas:

Por el tipo de proceso se esta totalmente expuestos a plagas como lo son los ratones, moscas, larva y perros callejeros. Para controlar la plaga de las moscas se realizan fumigaciones los días lunes, miércoles, viernes y para llevar control y secuencia de esta fumigación se realizaron unas hojas de

control (figura 38); para roedores se esta colocando veneno en concentrado para aves y se están colocando en lugares estratégicos en trampas especiales al igual que la fumigación se lleva control de esto por medio de hojas de control para llevar una secuencia de la actividad (figura 39); para los perros callejeros solamente se procura mantener todo bien circulado y cada vez que se abren las puertas se tiene el cuidado que no entre ninguno.

Figura 38. Hoja de control de fumigación furgones PT

CONTROL DE FUMIGACIONES FABRICA DE HARINAS				
Fecha	Hora	No. Furgón	Producto quimico	Responsable

Figura 39. Hoja de control de roedores

CONTROL DE FUMIGACIONES FABRICA DE HARINAS						
Fecha	Hora	Trampa No.	No. ratones encontrados	veneno		Responsable
				si	no	

5. DESCRIPCIÓN DEL APOORTE AL MEDIO AMBIENTE Y COSTOS CON LA DOSIFICACIÓN DE LAS HARINAS

5.1 Medio ambiente

A pesar que Guatemala fue uno de los primeros países que inicio con las leyes de medio ambiente, no es el primero en cumplirlas. Esto ha permitido que las empresas que generan desechos, se retrasen en inversiones que protejan el medio ambiente. Este tipo de plantas, desde su concepción son plantas de aprovechamiento orientadas al medio ambiente.

Existen muy pocas empresas recicladoras en el país que se preocupen por cuidar el medio ambiente y Fábrica de Harinas es una de ellas. Aunque falta mucho para mejorar sin dañar el medio ambiente la Empresa esta poniendo todo de su parte para lograrlo. No obstante estas MP son difíciles de manejar y su periodo de descomposición es acelerado se están agilizando para ir creciendo tecnológicamente pero cuidando del medio ambiente.

En Fábrica de Harinas se están desarrollando proyectos orientados a este tema y sobre todo que este cumpliendo con la nueva ley, antes que entre en vigencia. Entre estos se tienen:

- Construcción de lagunas de oxidación: para dar un tratamiento adecuado a las aguas servidas de la planta.
- Separador de sólidos: se hace con el fin de que no lleguen residuos grandes de los restos de la MP a las lagunas y así no generar mal olor y aprovecharla para procesarla.
- Ahogado de gases, para evitar malos olores.

- Reacondicionamiento del proceso para procesar producto fresco: crecer tecnológicamente y ampliar la planta para estar al día con la producción y procesar siempre producto fresco.
- Control de plagas.
- Reforestación con árboles en la rivera del río: para que sea una barrera natural.
- Mantenimiento preventivo a calderas, para evitar contaminación de CO₂.
- Incorporar un intercambiador de calor (Shell and tube), para ahorro de agua.

5.1.1 El aporte al ambiente, al procesar subproductos para convertirlos en alimento para animales

La contribución de Fábrica de Harinas es bastante amplio entre ellos el cuidado del manto freático, cuidado de los ríos, inexistencia de basureros clandestinos, etc.; no les esta dando un golpe muy duro pero si esta dañando, pero no en las mismas proporciones que otras empresas al estar utilizando las materias primas procesándolas para transformarlas en harina para proporcionar los nutrientes esenciales y la energía para mascotas y aves.

El impacto sobre el recurso agua también a contribuido, ya que en los mataderos de pollos utilizan gran cantidad de agua para limpiar sedimentos extraídos de las aves, estas aguas servidas cargadas de sangre, grasa animal y material orgánica como plumas son enviados a la planta para darle el tratamiento requerido y si no existiera esta planta estas aguas se convierten en severos contaminantes de las aguas superficiales (ríos y quebradas) en los alrededores de las plantas. La demanda de oxígeno biológico (DBO) en estas aguas se ve afectada acabando o deteriorando la fauna acuática y aviar de la zona.

Además, los desechos pueden ser aprovechados de manera útil ya sea como fuente de combustible en la producción de biogás o mediante la incineración lo cual si se hace de una manera apropiada puede ser una alternativa provechosa.

Otro aporte de Fábrica de Harinas para la protección y conservación del medio ambiente es la implementación de lagunas de tratamientos de aguas servidas. Actualmente cuenta con los siguientes sistemas de tratamiento:

- Canal de filtro percolador
- Canal sedimentador No. 1
- Tratamiento primario de sólidos
- Canal sedimentador No. 2
- Tratamiento primario de grasa
- Canal sedimentador No. 3
- Laguna No. 1
- Laguna No. 2

- Canal de filtro percolador

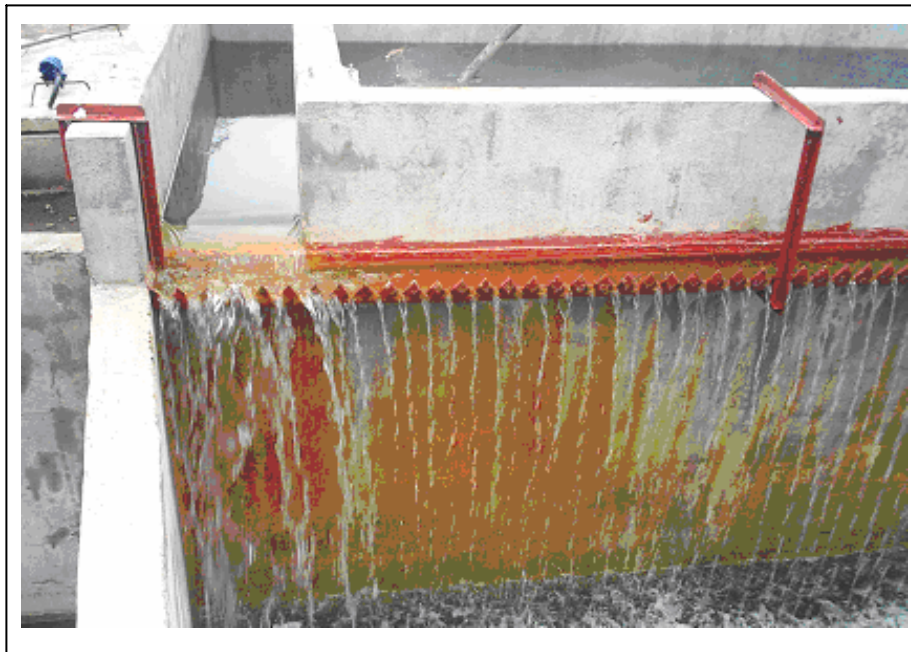
Este es útil para retener sólidos de mayor tamaño y además cuenta con una flauta de agua fresca para enfriar el agua ya que aproximadamente tiene una temperatura de 92 °C, es bastante significativo lo que baja entre un rango de 3-4 °C.

- Canal sedimentador

También conocido como un tren sedimentador, para darse una idea de lo que se esta hablando observar la foto. En donde se atrapan los sólidos más

grandes por la forma que tiene (Tubo partido a la mitad cortado en forma de dientes), además también es útil para distribuir el agua a tratar y así que recorra todos los contornos de las lagunas y tanques.

Figura 40. **Canal sedimentador**



Fuente: **Instalaciones Fábrica de Harinas**

- Sistema de lagunaje

Esta conformado por dos lagunas aeróbicas con una profundidad de 1 metro aproximadamente, están recubiertas con una capa de cemento y debe cumplir con los parámetros de demanda de DBO (demanda de oxígeno biológico) y DQO (demanda química de oxígeno).

5.1.2 Control de la emanación de olores

Los efectos negativos son los olores, el ruido, los desperdicios orgánicos, la presencia de animales comedores de carroña como el zopilote, proliferación de vectores de enfermedades (moscas, mosquitos) en las áreas alrededor de las plantas, etc.

Los malos olores son un tipo de contaminación ambiental. Aunque no llegue a ser tóxico, un mal olor es un agente contaminante, que provoca malestar, molestias respiratorias, alteraciones psicológicas, etc. Lo cierto es que los malos olores afectan al bienestar y la calidad de vida de las personas. Y a este respecto, la Organización Mundial de la Salud es muy clara: si hay malestar, hay un problema de salud.

Tradicionalmente este tipo de problemas se han sufrido con resignación, con la idea de que el olor (malo o bueno) es algo subjetivo. Sin embargo, esto no es así: es posible cuantificar el olor, como explica la Organización de Consumidores y Usuarios. Para ello es posible recurrir a un estudio olfatométrico, que proporciona muchos más datos sobre la intensidad del olor y la sensación que produce en la población. La olfatometría es un método reconocido científicamente, y que ya es oficial en algunos países (en Holanda, por ejemplo). Este método se basa en el propio olfato y sigue un complejo proceso para determinar la magnitud del problema y establecer las posibles soluciones. A partir de ahí, se puede escoger la que, siendo viable, de mejores resultados.

5.1.3 Leyes ambientales en Guatemala relacionadas al proceso

Al promulgarse la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-86 del Congreso de la República) quedo establecido el marco general para la protección ambiental al crearse la Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA, cuya función primordial es asesorar y coordinar todas las acciones tendientes a la formulación de la política nacional ambiental y propiciar su aplicación a través de los distintos ministerios de Estado, dependencias autónomas, semiautónomas y descentralizadas gubernamentales así como municipales y del sector privado del país. (Art. 20 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente).

Actualmente en Guatemala no se cuenta con una política nacional del medio ambiente sancionada por la más alta instancia del Ejecutivo (como lo manda el decreto 68-86).

Aunque no existe regulado en la ley, la Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA, utiliza la figura de las auditorias ambientales como instrumento de control. Estas son voluntarias y el interesado se somete a controles periódicos.

- Estudio de impacto ambiental

La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86 del Congreso de la República, establece en su artículo 8 como criterio general lo siguiente:

Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos naturales del patrimonio natural, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos de la materia y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente. El funcionario que omitiere exigir el estudio, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de impacto ambiental será sancionado con multa de Q. 5000.00 a Q. 100000.00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

Esto implica únicamente para empresas que empiezan, tienen que realizar un estudio de impacto ambiental para cumplir con todos los requisitos.

- Establecimiento de normas para la calidad del aire

Actualmente en Guatemala no se cuenta con normas técnicas específicas para mejorar la calidad de aire, dado que el principal instrumento jurídico que las contenía fue derogado recientemente. La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, en su artículo 14, establece, en cuanto al sistema atmosférico, que se emitirán reglamentos para:

- a. Promover el empleo de métodos adecuados para reducir las emisiones contaminantes.
- b. Promover en el ámbito nacional e internacional las acciones necesarias para proteger la calidad de la atmósfera.

- c. Regular las sustancias contaminantes que provoquen alteraciones inconvenientes a la atmósfera.
- d. Regular la existencia de lugares que provoquen emanaciones.
- e. Establecer estaciones o redes de muestreo para detectar y localizar las fuentes de contaminación atmosférica.
- f. Investigar y controlar cualquier otra causa o fuente de contaminación atmosférica.

Guatemala ha ratificado los Convenios relativos a cambio climático y protección de la capa de ozono, pero aun no se ha desarrollado suficiente legislación interna de aplicación. Sin embargo, actualmente se cuenta con el Consejo Nacional de Cambio Climático, la Oficina Nacional de Implementación conjunta que coordinan sus acciones a través de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA.

Existen asimismo vigentes diversos cuerpos legales relacionados con el tema, entre ellos los más importantes son:

- a. Acuerdo Gubernativo 252-89 que prohíbe la utilización de gases Clorofluorocarbonos.
 - b. Decreto 34-89, Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono.
- Para la descarga de aguas residuales

En el caso de aguas residuales, la Comisión Nacional de Medio Ambiente es la entidad responsable de aplicar el Acuerdo Gubernativo 60-89, publicado el 5 de abril de 1989, que contiene el Reglamento de Requisitos

Mínimos y sus Límites Máximos Permisibles de Contaminación para la Descarga de Aguas Servidas.

Este Reglamento establece los límites de contaminación permisibles para las descargas de aguas servidas o de desecho, procedentes de las industrias, explotaciones agropecuarias y de las Municipalidades del país, en los cuerpos receptores de aguas superficiales, subterráneas o costeras. Se prevé que previo a las descargas debe someterse a las aguas a un proceso purificar para eliminar su efecto contaminante y mantener así la calidad del agua.

El Reglamento incluye normas que establecen los límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas, municipales, de la industria de alimentos. Asimismo contiene normas para efectuar el monitoreo y control de las aguas servidas de las plantas de tratamiento de lodos.

Obliga a todas las Municipalidades del país y a las industrias relacionadas en el Reglamento a establecer su sistema o planta de tratamiento de aguas servidas, dentro de los dos años siguientes a la vigencia de este Reglamento.

El Reglamento de Requisitos Mínimos y sus Límites Máximos Permisibles de Contaminación para la Descarga de Aguas Servidas tiene por objeto establecer los límites de contaminación permisibles para las descargas de aguas servidas o de desecho, procedentes de las industrias, explotaciones agropecuarias y municipalidades del país, en los cuerpos receptores de aguas superficiales, subterráneas o costeras, quienes deberán, previo a dicha descarga, someter tales aguas a un proceso purificado para eliminar su efecto contaminante y poder así mantener la calidad de agua. La aplicación del

presente Reglamento será competencia de la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Parámetro a determinar y sus límites máximos permisibles en las descargas de aguas residuales, textualmente según artículo número seis:

Artículo 6. Límites máximos permisibles de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores. Los límites máximos permisibles, respecto a cada parámetro, provenientes de las descargas de aguas residuales, se determinarán en dos tipos:

Atendiendo a los Metales Pesados, Cianuros y otros parámetros en las descargas de aguas residuales y cuyos límites máximos permisibles son los siguientes:

Parámetros	Unidad	Límite máximo
Arsénico	Miligramo por litro (mg/l)	0.1
Cadmio	Miligramo por litro (mg/l)	0.1
Cianuros	Miligramo por litro (mg/l)	0.5
Cobre	Miligramo por litro (mg/l)	4
Cromo	Miligramo por litro (mg/l)	0.5
Mercurio	Miligramo por litro (mg/l)	0.005
Níquel	Miligramo por litro (mg/l)	2
Plomo	Miligramo por litro (mg/l)	0.2
Zinc	Miligramo por litro (mg/l)	10
Color	Unidades de color (UC)	40

Se consideraran dos tipos de descarga de aguas servidas:

Descarga directa, o sea la que va directamente de la entidad generadora, al cuerpo de agua receptor.

Descarga indirecta, es de aquellas entidades generadoras en las que su sistema de afluentes esta conectado al sistema publico de alcantarillado.

Los requisitos mínimos y sus límites máximos permisibles de contaminación la descarga de aguas servidas, se exigirán a los dos tipos de descarga.

Se prohíbe la descarga directa o indirecta de aguas servidas de procedencia municipal, industrial o agropecuaria, a los cuerpos de agua receptores si su contenido de desechos contaminantes no esta dentro de los requisitos mínimos y limites máximos permisibles de contaminación aquí establecidos, según su procedencia.

5.1.4 Manejo de desechos sólidos

Los desechos sólidos es la fracción de los materiales de desecho que se producen tras la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo, que no se presentan en estado líquido o gaseoso. En Fábrica de Harinas los residuos inertes como escombros, gravas, arenas y demás materiales que no presentan riesgo para el ambiente. Hay varios posibles tratamientos para estos materiales:

- Minimización
- Recuperación
- Tratamiento
- Reciclado
- Aprovechamiento

El principal impacto negativo que pueden producir es el visual, por lo que se debe usar lugares adecuados. Estos materiales que no tienen valor económico, o su aprovechamiento es muy caro, se acumulan en vertederos o área de chatarra. En estos lugares aparecen olores desagradables, se producen plagas de roedores o insectos y se contamina el agua del subsuelo, entre otros problemas.

Pero estos no tienen mayor importancia como lo es los desechos sólidos de MP (cabezas, patas y de pollo), que se fugan de diferentes tolvas y transportadores que van directamente a la laguna de tratamiento, para evitar que lleguen muchos sólidos a la laguna es recomendable además de dar mantenimiento correctivo a tolvas y transportadores, colocar trampas para sólidos y así retenerlos para poder limpiarlas una vez a la semana o cuando sea necesario y así evitar la propagación de plagas (moscas) y la oxidación de la MP, además se aprovechara reprocesándola.

5.2 Descripción de costos

Para que la empresa pueda ver si es factible todos los cambios mencionados en este trabajo de graduación se presentan los costos más importantes.

5.2.1 Costos implicados en la dosificación de la MP

Ya se han mencionado en los capítulos anteriores que se necesitan realizar cambios para que la dosificación de la MP sea óptima por ejemplo otra tolva de descarga para que una sea para pluma y la otra para menudos. También una de las plantas procesadoras necesita invertir para que envíen

separada la MP. Pero para ello se necesita invertir a continuación se muestran los costos, pero también los beneficios:

Costos

Separación de MP	
Equipo de planta	Q. 30,000.00
Equipo de transporte	Q. 10,000.00
Equipo de recepción	<u>Q. 5,000.00</u>
Total	<u>Q. 45,000.00</u>

Beneficios (al año)

Ahorro de antioxidante	Q. 10,639.20
Ahorro de combustible	Q. 15,000.00
Ahorro de electricidad	Q. 8,500.00
Ahorro en la formulación	<u>Q. 2,500.00</u>
Total	<u>Q. 36,639.20</u>

No cuantificables

Vida de anaquel de la harina
Calidad de la harina
Fácil de formular

Tipo de cambio del dólar es de: Q 7.60

Nota: se consumen 1,716 kilogramos al año de antioxidante y cada kilogramo tiene un costo de Q. 62.00

5.2.2 Costos relacionados a la protección del medio ambiente

Además de los innumerables beneficios que la empresa brinda al medio ambiente, necesita invertir en otros, para ello se muestran los costos que implicarían.

Costo

Separador de sólidos	Q. 7,000.00
Equipo de emanación de olores	Q. 10,000.00
Trampas de sólidos	Q. 5,000.00
Mantenimiento de lagunas (al año)	<u>Q. 6,500.00</u>
Total	Q. 28,500.00

Beneficios

Ahorro de MO	Q. 9,417.00
--------------	-------------

No cuantificables

Mejor calidad del ambiente

Aprovechamiento de MP

Tipo de cambio del dólar es de: Q 7.60

5.2.3 Costos relacionados a la protección del personal

Se cotizaron los tapones auditivos lavables tipo tornillo ya que el de diadema no se encontraba en existencia en el mercado en ese momento. La empresa se llama ATS y se hizo la cotización en el mes de septiembre.

Costo

100 protectores auditivos lavables tipo tornillo con
cajita SE 1360 Q. 3.50 c/u

Q. 350.00

Total incluye IVA

Q. 350.00

Beneficios no cuantificables

Seguridad del personal

Ambiente más agradable

CONCLUSIONES

1. No existe un control de producto terminado para cumplir con las especificaciones del cliente actualmente, por lo tanto, no se está cumpliendo a cabalidad los parámetros pedidos por el comprador, la mejor solución para llevar un control eficaz es la colocación de hojas de control al finalizar el proceso de las harinas la cual es el área de ensaque por medio de un termómetro medir la temperatura y las ventajas que se obtendrán es la disminución de producto rechazado.
2. Existen dos operaciones críticas las cuales son: descarga y dosificación de las materias primas. La primera es debido a que las plantas de beneficio no están anexo. La segunda operación, es crítica porque para obtener una harina con determinadas características nutricionales depende cuales sean los ingredientes y proporciones que se hayan dosificado, depende en qué condiciones envíen el subproducto las plantas de beneficio. El resto de operaciones son importantes y tienen su grado de dificultad, pero en menor escala a las dos anteriores. La solución es contar con el equipo adecuado para la recepción de los distintos subproductos y el medio de traslado para ser dosificados, según el requerimiento, los beneficios se verán en los análisis de las harinas con resultados constantes.
3. La dosificación actual de la materia prima para procesar harinas es difícil por el tipo, se dosifica a base de la existencia, pero según programación lineal, la mejor dosificación por sus parámetros nutricionales son las mezclas de pluma, hueso y sangre. Aunque sigue existiendo limitante por las cantidades de MP que deben tenerse al momento de la

dosificación, pero se pueden hacer otras mezclas como pluma, vísceras, subproducto de incubación y sangre, incluir la grasa en las dosificaciones no es muy recomendable porque aumenta el porcentaje de grasa en las harinas y retarda su cocimiento, existe mucho más costos, mientras se puede estar aprovechando mejor esa materia prima realizando otros procesos como aceite, los beneficios también se van a ver en la formulación en el alimento balanceado que será más fácil de hacerlo.

4. No existe un plan de muestreo de harinas para monitorear la humedad y temperatura que son parámetros muy importantes en la calidad, el plan de muestreo que se adecua más a la empresa es por atributos, ya que se enfoca a controlar por medio de la descripción de las condiciones observadas de un producto, y se orienta a la calidad de la harina basándose en monitoreos e inspecciones para llevar un mejor control desde la recepción de la MP hasta el producto terminado, los beneficios es contar con un método confiable y documentación (hojas de control) como un respaldo para la empresa.

5. Actualmente, los análisis de las harinas bromatológicos son inconstantes y algunas fuera de rango, pero las mejoras a realizar en la planta son las siguientes: la separación de materia prima en las plantas, un sistema controlado de recepción y dosificación a cocinadores, posteriormente mejorar compuertas de cocinadores, para alcanzar la presión de 30 PSI en determinado tiempo para obtener las condiciones ideales de cocción, también el método en donde se pueda determinar en que momento ha finalizado la deshidratación. También sería conveniente realizar los procedimientos documentados correspondientes para cada operación, en donde se contempla un plan de acción para mejorar, los beneficios se observaran en la harina con un menor tiempo de cocimiento o más

constante que disminuirán los costos de bunker porque el vapor será menor, al tener menor tiempo de cocimiento los análisis bromatológicos se mantendrán constantes.

6. De acuerdo con los resultados obtenidos de la medición de ruido de las distintas áreas de trabajo, es alta la contaminación de ruido y de polvo de las harinas, por lo tanto, es necesario implementar un programa de uso obligatorio de protección auditiva, uso de mascarilla en áreas donde hay polvo, pero sobre todo, es la colocación de extractores de polvo (campanas), en dichos puntos, aislar en un cubículo el molino de martillos, impartir charlas de seguridad industrial además de la señalización de puntos críticos y recomendaciones. Los beneficios son para el mismo personal que labora en la planta evitando posibles enfermedades ocupacionales, también ayuda a disminuir el estrés por ruido, serán más productivos y estarán en un ambiente agradable.
7. Este tipo de planta produce desechos orgánicos, que en volúmenes altos y no controlados son un contaminante para el medio ambiente. Así que se tiene que trabajar fuerte con el tratamiento de las aguas servidas, olores fuertes, con el transporte de la materia prima y el ruido. Para ello ya se construyeron tres lagunas anaeróbicas con un tratamiento primario previo, los olores mas fuertes son ahogados en un tanque de agua, se están capturando los sólidos en las aguas servidas para reproceso y los medios de transportes están siendo sustituidos o mejorados por otro mas adecuado, pero sobre todo perfeccionando las condiciones de los subproductos desde las plantas en cuanto al exceso de agua y vida de anaquel. Para llevar un control que todo esta funcionando bien es realizar hojas de control como un respaldo para la empresa.

RECOMENDACIONES

1. Seguir llevando controles del proceso y dar un nivel aceptable de calidad elevado y confiable al cliente.
2. Realizar una lavandería para beneficio de los empleados y por la salud de ellos y la de su familia.
3. Tener mayor contacto con los proveedores entrevistándose con ellos para darse a conocer y mostrarles que la Fábrica de Harinas es una planta de proceso.
4. Concientizar a los empleados para que utilicen adecuadamente los instrumentos de seguridad para beneficio de ellos y sus familias.
5. Sensibilizar a todo el personal, tanto de mantenimiento como operativo lo más importante es realizar un mantenimiento preventivo, para evitar con ello, excesivo mantenimiento correctivo evitando posibles fallas y no atrasar en momento dado la producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acuerdo Gubernativo 60-89, Reglamento de Requisitos Mínimos y Límites Máximos Permisibles de Contaminación para la Descarga de Aguas servidas.
2. Decreto 1004, Relativo a Prohibiciones para la Descarga de contaminantes en Cuerpos de Agua.
3. Decreto 6886, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.
4. Decreto No. 101-96, Ley Forestal Resolución 4.23.97 de la Junta Directiva del INAB, Reglamento de la Ley Forestal.
5. Hodson, William K. **Manual del ingeniero industrial**. (Volumen 2; México: Editorial Mc Graw Hill, 1996).
6. Reglamento sobre Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental, aprobado por el Consejo técnico el 3 de julio de 1998, con vigencia a partir del 3 de agosto de 1998.
7. Torres, Sergio. **Ingeniería de Plantas**. (Guatemala: s.e, 1998) p. 134

BIBLIOGRAFÍA

1. KRICK, Edward V. **Ingeniería de Métodos**. (México D.F.: Editorial LIMUSA, 1961)
2. NIEBEL, Benjamin, FREIVALDS Andris, **Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo**” Décima edición, Editorial: Alfaomega, México, D.F., 2001, P.p. 233-241, 248-249, 264

Referencias electrónicas

3. html.rincondelvago.com abril 2007
4. <http://www.ehu.es> marzo 2007
5. <http://www.fao> mayo 2007
6. <http://www.icop.com> septiembre 2007
7. <http://www.ocu.org> agosto 2007
8. <http://www.solacus.com> abril 2007
9. www.eie.fceia.unr.edu junio 2007
10. www.dpye.iimas.unam.mx marzo 2007
11. www.oas.org julio 2007
12. www.pnuma.org abril 2007
13. www.ventilacion.com septiembre 2007