



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la

Producción

"Diseño y Distribución de una Línea de Molienda y Mezclado para

Planta de Alimento Balanceado"

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Examen Complexivo

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentado por:

Joshue Manuel Castro López

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

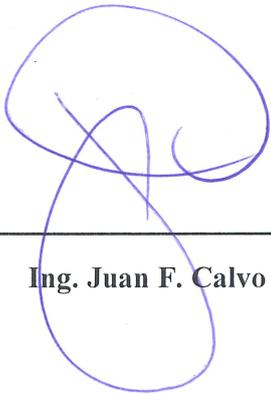
AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la oportunidad de ser parte de este proyecto y poder darnos luz en momentos difíciles de nuestras vidas.

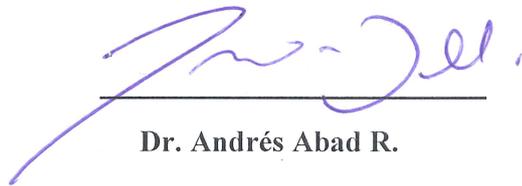
DEDICATORIA

A mi familia completa en especial a mis padres, esposa y hermanos por servir de apoyo en esta etapa muy importante en nuestra vida profesional.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Juan F. Calvo



Dr. Andrés Abad R.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de Examen Complexivo me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Joshue Castro', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat cursive.

(Joshue Manuel Castro López)

RESUMEN

A principios del año 2014 un grupo de socios estaban interesados en diseñar y construir una planta de alimento balanceado. Específicamente una línea de molienda y mezclado para sus diferentes avícolas alrededor del sector, dejando de comprar a terceros su alimento, obteniendo de esta manera una mejor rentabilidad y que nuestro diseño este basado en las restricciones que se posee. Luego que su negocio de comercialización de carne de pollo, cerdo, res y demás haya crecido en grandes proporciones, se llevó a cabo varias reuniones para ver si el proyecto lo importaban o lo hacían localmente, puesto que la compañía tiene una representación de estas maquinarias de China, se decidieron para que el Proyecto sea completamente construido de manera local, y sea entregado lo más pronto posible, debido a la demanda de alimento que se necesita para sus avícolas aledañas.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE LA ALTERNATIVA BÁSICA DE DISEÑO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Planteamiento del problema y términos de referencia	5
1.3. Objetivos	6
1.3.1. Objetivos Generales	6
1.3.2. Objetivos específicos	6
CAPÍTULO 2	
2. ETAPAS DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE ALIMENTO	
BALANCEADO	8
2.1. Etapa del diseño y desarrollo de la planta de alimento balanceado	8

2.2. Análisis de la demanda de producto balanceado del Cliente	8
2.2.1. Requerimiento de Alimento del Cliente por mes	8
2.3. Diseño del diagrama de flujo de la línea de producción de molienda y mezclado	10
2.3.1. Criterio de Selección del Cliente	13
2.3.2. Diagrama de flujo escogido	14
2.4. Disposición dentro del edificio	16
2.4.1. Desarrollo de SPL	18
2.5. Distribución de la línea de producción	24
2.6. Análisis de los Accesorios Complementarios	24
2.6.1. Análisis de anclajes de máquinas	24
2.6.2. Análisis de barandas y escalera	25
2.6.3. Cimentación de máquinas y estructura	25
2.6.4. Instalación Eléctrica	26
2.6.5. Otros Complementarios	26

CAPÍTULO 3

3. ETAPA DE MONTAJE DE LOS EQUIPOS	28
3.1. Construcción y Montaje	28
3.1.1. Construcción de los equipos de manera local	28
3.1.2. Montaje	28
3.2. Etapa de ensayo y ajustes finales a la Planta	30
3.2.1. Corridas de Maquinaria de Modo de Prueba	30

3.2.2. Cuadro de Producción facilitado por el Cliente	32
CAPÍTULO 4	
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
4.1. Resultados Obtenidos	33
4.2. Conclusiones	35
4.3. Recomendaciones	36
APÉNDICES	38
BIBLIOGRAFÍA	47

ABREVIATURAS

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

AFABA Asociación Ecuatoriana de Fabricantes de Alimentos Balanceados

SPL Systematic Plan Layout (Planeación Sistemática de la Distribución)

OP Opcional

SIMBOLOGÍA

mil	Milésima
mg	Miligramo
TMH	Tonelada Métrica por hora
m	Metro
T	Toneladas
cm	Centímetro
Hz	Hertz de Frecuencia
V	Volts
kg	Kilogramo
mm	Milímetros
H	Hora

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Tamaño y dimensiones del galpón de Planta de Alimento	4
Figura 2.1. Diagrama de Requerimiento mensual de Alimento Balanceado	10
Figura 2.2. Layout propuesto de acuerdo con el SPL desarrollado	21
Figura 2.3. Diagrama de distribución en planta Avícola vista superior	22
Figura 3.1. Etapa de construcción y montaje de los equipos y estructuras	30
Figura 3.2. Etapa de montaje de equipos principales	30
Figura 3.3. Planta en prueba y ajustes finales	31
Figura 3.4. Planta completamente activa y operando 8 horas al día	31
Figura A. Ciclo de Pedido del proyecto	38
Figura C. Diagrama de flujo final aprobado por el cliente	42
Figura D. Diagrama de vista en planta	43
Figura E. Requerimiento de Alimento del Cliente y Fórmula	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Requerimiento de Alimento Balanceado	9
Tabla 2	Listado de maquinarias y complementos para la línea	10
Tabla 3	Fases del proceso productivo de la línea de producción	11
Tabla 4	Relaciones cualitativas	19
Tabla 5	Escala de valores	19
Tabla 6	Cronograma simplificado de montaje de equipos	29
Tabla 7	Producción diaria de alimento molido y mezclado	32
Tabla 8	Listado de equipos para planta de alimento balanceado	39
Tabla 9	Desarrollo del SPL	45
Tabla 10	Resumen de Calificaciones del SPL	46

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el diseño y la puesta en marcha de plantas de Alimento Balanceado tienen un gran crecimiento en el país en especial para pollos, ganado, tilapia, camarón y demás animales.

El presente proyecto consiste en plantear un diseño de una planta de alimento balanceado que contenga una línea de molienda y mezclado y que pueda producir desde 3 toneladas hora hasta 5 toneladas hora.

Los fines para la cual se realizó el estudio de la planta de alimento balanceado fueron debido a que se requería el mismo para autoconsumo en granjas para pollos.

Para el año 2014 las ventas del balanceado se incrementaron en un 15% con respecto al año 2013. Según la revista anual de AFABA con lo que llevaba a que el cliente que había realizado con anticipación un análisis de factibilidad esté completamente seguro en invertir para poder arrancar la producción lo más antes posible y poder ahorrar dinero tanto en la compra del alimento a sus aliados estratégicos, como en la logística.

Otra iniciativa de este tipo de negocios es la ayuda que está proporcionando el estado con créditos otorgados con la CFN (Corporación Financiera Nacional).

Por lo que varios interesados buscan empresas en donde realicen los Proyectos “llave en mano” y puedan tener su planta operativa en muy poco tiempo y de una manera eficiente.

La compañía que realizó el objeto del estudio tiene como trayectoria más de 30 años en el negocio del alimento de balanceado cuenta con un departamento de Ingeniería que se encarga de realizar el diseño, la importación de la maquinaria e incluso el montaje y puesta en marcha de los equipos en el ámbito antes mencionado.

CAPÍTULO 1

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE ALTERNATIVA BÁSICA DE DISEÑO

1.1 Antecedentes

A principios del año 2014, el grupo de socios estaban interesados en diseñar y construir una planta de alimento balanceado, pero solo una línea de mezclado para sus diferentes avícolas alrededor del sector, dejando así de comprar a terceros su alimento, obteniendo de esta manera una mejor rentabilidad para el Grupo.

El diseño debe estar basado en las restricciones que se posee. Luego de que su negocio de venta de carne de pollo, cerdo, res y demás haya crecido en grandes proporciones, se llevó a cabo varias reuniones para ver si el proyecto lo importaban o lo hacían localmente, puesto que la compañía tiene una representación de estas maquinarias de China.

Se decidieron para que el Proyecto sea completamente construido de manera local, y que sea entregado y esté produciendo lo más pronto posible, debido a la demanda de alimento que se necesita para sus avícolas aledañas.

De la misma forma, se tiene predestinado que la ubicación de la planta podría ser en la Pintoresca comuna de la Parroquia Julio Moreno del cantón Santa Elena, a 87 Km. de la ciudad de Guayaquil.

Es un Galpón de 40 metros de ancho por 20 metros de largo en conjunto a una altura de 10 metros, igual a la Figura 1.1. a continuación.

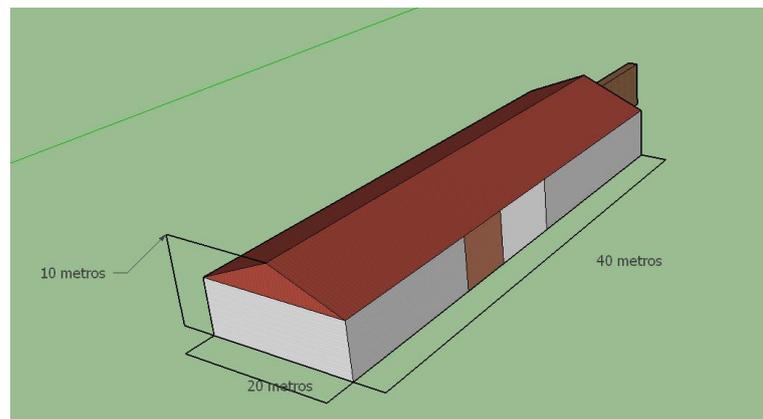


Figura 1.1. Tamaño y dimensiones del galpón de Planta de Alimento.

El objetivo del Inversionista principal era que dentro de esta estructura ya construida sea distribuida una planta de Alimento Balanceado y que la compañía a cargo del proyecto lo asesore de manera ingenieril en la cual se le vendería el Proyecto en conjunto a las maquinas usadas y mejoradas por la contratista como son: Molino de Martillos con capacidad máxima hasta 8T/H, una mezcladora de cinta que puede producir 500 kg por batch y demás equipos que sean necesarios para la implementación de esta planta.

El cliente no tenía claro cuál sería la mejor distribución, él lo que estaba requiriendo es obtener material molido, el grano de maíz mezclarlo con

otros productos y vitaminas para que luego sea despachado en los camiones Graneleros que se llevan dicho producto a sus avícolas.

Al tener el requerimiento, en donde el trabajo del proyecto se debía considerar utilizar el área dada, ubicar los equipos que se tenían y agregar los que no poseía el cliente y montar una planta en donde se pueda ubicar la recepción del maíz y soya, molerla, mezclarla mediante dosificación manual o automáticamente dependiendo de cuánta inversión se quiera realizar, luego que sean enviadas a tolvas de despacho graneleras y de esta manera distribuidas en los camiones graneleros de esta rentable empresa.

1.2 Planteamiento del Problema y términos de referencia.

El problema consistía en que las granjas del cliente no eran alimentadas de la mejor manera y no correspondían los proveedores a la capacidad que se requería, teniendo problemas en la calidad del pollo y la conversión no era la correcta por lo que se requirió tomar en cuenta los siguientes términos de referencia:

- a) Desarrollar un proceso fácil y no de alto costo de línea de producción del alimento balanceado de molienda y mezclado.
- b) Mejorar el rendimiento de las máquinas debido a su localización en la línea de producción ya sean nuevas o reparadas por el contratista.
- c) Utilizar los materiales y recursos que el cliente ya tiene para la elaboración de la planta de alimentos.

d) Permitir espacios libres dentro del edificio para acopio de insumos y productos terminados.

e) Cumplir con otros requerimientos como facilidad de manejo, mantenimiento y seguridad.

Adicionalmente la planta debería satisfacer otros aspectos del cliente:

a) Operar la planta las 24 Horas del día.

b) Automatizar en el proyecto.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos Generales.

- Desarrollar e implementar una planta de alimento balanceado de molienda y mezclado a base de los requerimientos del cliente.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Realizar una lista de maquinarias que van a ser utilizadas en el desarrollo de la planta de alimentos.
- Elaborar un diagrama de flujo de la línea de molienda y mezclado de la maquinaria a usarse.
- Efectuar un diseño de planta (layout) usando todas las restricciones impuestas por el cliente.
- Implementar la localización de la maquinaria y de las áreas de trabajo basado en los diagramas que serán entregados al cliente

con la ayuda del contratista que estará a cargo de la construcción y distribución de la misma.

CAPÍTULO 2

2. ETAPAS DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE ALIMENTO BALANCEADO.

2.1 Etapa de diseño y desarrollo de la planta de alimento balanceado

La etapa de diseño y desarrollo se consideró las siguientes fases:

- Análisis de la Demanda de Producto Balanceado del cliente.
- Determinar la capacidad real de producción de la planta
- Elaboración de diagrama de flujo de la línea de producción de molienda y mezclado.
- Disposición dentro del edificio, elaboración del layout de la planta.
- Análisis de accesorios complementarios.
- Montaje de equipos de acuerdo con los diagramas realizados.

Algunos de estos puntos suponen procesos secuenciales de:

- 1) Identificación y medición del problema que incluye factores restrictivos y criterios de efectividad.
- 2) Identificación de alternativas de acuerdo con las preferencias del cliente.
- 3) Selección de alternativa por parte del cliente de acuerdo con criterios de gusto y efectividad.

2.2 Análisis de la Demanda de Producto Balanceado del Cliente.

2.2.1 Requerimiento de Alimento del Cliente por Mes.

Tabla 1. Requerimiento de Alimento Balanceado.

Mes	Requerimiento en Toneladas Métricas	Costo Promedio del Alimento
ENERO	490 toneladas	\$367.500,00
FEBRERO	501 toneladas	\$375.750,00
MARZO	470 toneladas	\$352.500,00
ABRIL	505 toneladas	\$378.750,00
MAYO	498 toneladas	\$373.500,00
JUNIO	501 toneladas	\$375.750,00
JULIO	501 toneladas	\$375.750,00

De acuerdo con la Tabla 1. anterior mostrada se puede obtener los siguientes resultados de requerimientos mensuales de producto para sus granjas (fuente de la información Cliente):

- Requerimiento Promedio = 495 Toneladas por Mes.
- Costo de Comprar el Alimento por mes: \$371.357,00

Por lo que la Planta de Alimento a construir seria con las siguientes especificaciones:

- Requerimiento Mensual: 495 Toneladas
- Requerimiento Diario: 25 Toneladas
- Requerimiento por Hora: 3 Toneladas
- Por esta razón los equipos y la planta a construirse, será de capacidad teórica entre 3T/H a 5T/H, considerando de esta manera satisfacer al requerimiento actual y por otro lado se ha especificado este rango si existiera algún mediano incremento en la cantidad de pollos en granjas.

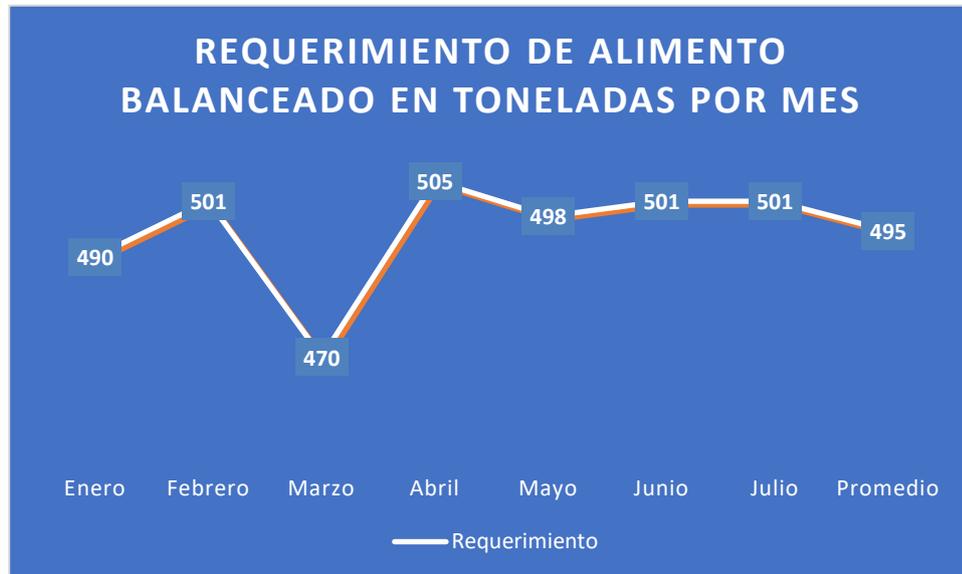


Figura 2.1. Diagrama de Requerimiento mensual de Alimento Balanceado.

2.3 Diseño del diagrama de flujo de la línea de producción de molienda y mezclado.

Se inició planteando la elaboración del diagrama de flujo de la línea de producción considerando una molienda y mezcla típica.

Antes de realizar el diagrama de flujo debemos enlistar las maquinarias que se van a utilizar, para la producción de alimento balanceado:

Tabla 2. Listado de maquinarias y complementos para la línea

1	Tolva de Recepción de Materia Prima
2	Elevador de Cangilones
3	Válvula de dos vías
4	Pre limpiadora 10T/H

5	Manga magnética 10-15T
6	Válvula de dos vías
7	Compuerta de Pre molienda
8	Indicadores de Nivel 2 altos y 2 bajos
9	Compuerta Neumática 10-15T
10	Pre Tolva de entrada al Molino
11	Alimentador SIN FIN
12	Molino de Martillos de 5T
13	Filtro de Manga + Ventilador
14	Tolva de Compensación
15	Transportador Sin Fin de 5 metros
16	Elevador de Cangilones
17	Distribuidor de 4 vías salida de 250mm
18	Tolvas de dosificación de 10 T cada una
19	Indicadores de Nivel 2 altos y 2 bajos
20	Alimentadores
21	Tolva de Pesaje
22	DOSIFICACION MANUAL
23	Compuerta Neumática 10-15T
24	Tolva de Compensación
25	Mezcladora de 500 kg/batch
26	Transportador de Cadena de 6 metros
27	Imán (NO)
28	Transportador de 8 metros
29	Válvula de dos vías
30	Tolvas de empaque
31	Techo, estructura y escaleras
32	Compuerta Neumática
33	Sensores de Nivel
34	Estructura / torre
35	Caseta para torre principal

Luego de realizar el listado de maquinaria anterior en la Tabla 2. se procedió a plantear las opciones de diagrama de flujo:

- Opción A:

Siguiendo el orden de la lista de materiales incluyendo tolvas de dosificación para poder almacenar la materia prima como vitaminas, agua, aceite y demás ingredientes a la fórmula y que la misma sea realizada de manera automática o manual mediante compuertas.

- Opción B:

Siguiendo el orden de la lista de materiales sin incluir las tolvas de dosificación para poder almacenar la materia prima.

De la misma manera se debe tener en claro las fases del proceso productivo de un producto balanceado molido y mezclado.

Tabla 3. Fases del proceso productivo de la línea de producción

Fase	Breve Descripción	Observaciones
Recepción de Materia Prima	Las distintas materias primas que llegarían a la planta serían mediante camiones o sacos (maíz, soya y demás materia prima).	El número de total de materia prima está relacionado con la fórmula que utiliza.
Almacenamiento	Luego de la recepción viene el almacenamiento dentro del galpón, o en el caso de maíz en los silos, los mismos que el cliente ya los compró e instaló con anticipación.	El cliente cuenta con 2 Silos ya instalados para el almacenamiento de maíz y tolva para almacenar la Soya. Las demás materias primas se almacenan dentro del galpón.
Dosificación Manual	Algunas de las materias primas o vitaminas o micro ingredientes se pesan en balanzas de manera manual y luego las mismas son introducidas a la mezcladora.	El transporte luego de proceder a dosificar de manera manual es mediante balde.

Molienda	Es el primer procesamiento que sufren las materias primas, en la elaboración del alimento balanceado. Con el molino se pretende conseguir la granulometría adecuada de las partículas en tamaño y en este caso sería para producir harina para pollos.	Existen materias primas que por su presentación no se pueden agregar al molino.
Adición de Líquidos	Los líquidos en su mayoría agua es agregada mediante pequeños tubos impulsados mediante bombas.	
Mezclado	Es aquí donde se mezcla nuestro producto molido con agua, vitaminas y demás líquidos.	Tiempo aproximado de mezclado: 5-6 minutos.
Despacho al granel	Luego de que el producto salga mezclado se transporta a las tolvas de despacho al granel para expender a los camiones graneleros que transportan el producto a las granjas alrededores del cliente.	

2.3.1 Criterio de Selección del Cliente

Se escogió el diagrama de flujo con tolvas de dosificación para realizarla de manera automática antes del ingreso de la mezcladora, pero como opción a futuro, el cliente decidió dividir el proyecto en dos fases:

1. Fase 1: Implementación de las maquinarias según el listado sin tolvas de dosificación solo con tanques plásticos de almacenamiento agregando la materia prima

a la mezcladora de manera manual debido al incremento en el monto de la inversión.

2. Fase 2: Luego de producir con la planta sin tolvas de dosificación y de haber tenido un retorno a la inversión realizada en la fase 1, se iba a proceder a realizar 3 tolvas de dosificación para diferentes materias primas antes de la mezcladora y se iba a automatizar el proceso.

Revisar Anexo C, diagrama de flujo escogido por el cliente de acuerdo a los parámetros y el costo de inversión.

2.3.2 Diagrama de Flujo escogido.

Teniendo en consideración un desarrollo vertical y el mejor rendimiento del molino y la mezcladora se elaboró un diagrama de flujo. Esta disposición incluyó utilizar elevadores de cangilones mecánico y el empleo de filtros de manga para evitar escape de polvos. Elevador vertical de cangilones fue preferido frente a uno de tornillo sin-fin por su facilidad de mantenimiento y limpieza. Al empezar el proceso de producir alimento se debe receptor por medio de camiones el maíz y la soya por lo que se realizó una tolva de recepción de maíz bajo el suelo para ser

mandada por transportador a un elevador de Cangilones y ser almacenada en un Silo de capacidad de 1000 T de maíz, cabe recalcar que se consideró el uso de una pre-limpiadora para que luego que se recibe el maíz, no sea almacenado en el silo con impurezas o algún metal. De la misma manera se realiza el proceso de la recepción de soya, solo que se utiliza luego del elevador de cangilones una válvula de dos vías para distribuir la materia prima ya sea al silo de Maíz o al Silo de Soya (250 KG). Por otro lado, siendo un proceso en lotes (batch) se consideró tolvas de espera o “pulmón” y una de despacho al granel como medio de reducir los tiempos muertos durante el proceso y con ello aprovechar al máximo la capacidad del molino y la mezcladora.

Como consecuencia se decidió incorporar al molino y la mezcladora ya adquiridos, un elevador de cangilones, una tolva de espera, tolvas de ensacado y una estructura metálica que sostuviera la mezcladora y las tolvas.

Para el dimensionamiento del elevador se consideró que debería tener una capacidad de elevación:

- 1) No menor al rendimiento del molino de 5T/h para evitar atoros.
- 2) No menor a la capacidad de la mezcladora de 3000 kg/h (lotes de 500kg cada 10 minutos). La tolva de espera y la de ensacado

deberían tener el mismo volumen que la mezcladora (Capacidad para 3 Toneladas).

Por último, el área de la plataforma elevada sobre la cual iría la mezcladora debería considerar espacios adicionales para el acopio de ciertos insumos aditivos (empleado en pequeña proporción) y ser lo suficiente amplio para la hacer inspecciones y/o demostraciones. Esta área fue estimada en 6m² (3m x 2 m) de acuerdo con los espacios mínimos recomendados por nosotros para mantenimiento y limpieza.

Habiéndose definido la disposición de las máquinas, la siguiente etapa consistió en el ajuste de las dimensiones a las restricciones de espacio del edificio.

2.4 Disposición dentro del edificio

La ubicación del conjunto dentro del edificio se definió teniendo en cuenta:

- 1) La ubicación racional de los espacios para insumo y productos terminados, así como de circulación y maniobras.
- 2) La colindancia con la pared del edificio para adecuarlo a una posible alimentación por ductos desde el exterior (manejo a granel).
- 3) La no interferencia con los tijerales del techo ni con el techo mismo.

La disposición definitiva se muestra en él.

4) Aparte se realizó el análisis teórico Systematic Plan Layout (SPL), recordemos que esta técnica consiste en establecer un listado general de departamentos de la empresa para luego establecer relaciones cualitativas entre ellos de acuerdo con una escala de valores.

Recordemos que los pasos para aplicar este método son los siguientes:

1. Listado general de departamentos.
2. Establecer las relaciones cualitativas, en base a una escala de valores.
3. Realizar un diagrama de bloques.
4. Finalmente establecer los espacios requeridos de cada área y compararlos con los espacios disponibles.

2.4.1 Desarrollo del SPL.

Listado general de departamentos

1. Área Administrativa.
2. Área o Torre de Producción.
3. Área de Bodega Prima.
4. Área de Producto Terminado.
5. Bodega de Soya.
6. Taller Mecánico.
7. Silos de Almacenamiento
8. Parqueadero.
9. Bodega de sacos nuevos.
10. Garita de Entrada.

Establecer las relaciones cualitativas, en base a una escala de valores.

En la Tabla 4. adjunta se puede analizar las relaciones cualitativas de cercanía con el color y la clave de importancia que se relacionaría con cada área de trabajo en la Planta de producción.

Tabla 4. Relaciones Cualitativas

CLAVE	CERCANÍA	VALOR	COLOR
A	Absolutamente Necesaria	4	
E	De especial Importancia	3	
I	Importante	2	
O	Poco Importante	1	
U	Sin Importancia	0	SIN COLOR
X	No deseable	-1	

En la Tabla 5. adjunta se puede analizar las razones de cercanía en comparación con la clave de importancia que se le asignaría con cada área de trabajo en la Planta de producción.

Tabla 5. Escala de Valores

CLAVE	RAZONES DE CERCANÍA
1	Flujo de Materiales
2	Flujo de Personas
3	Ruido, Polvo, emisiones, riesgo, contaminación
4	Fácil Acceso
5	Supervisión y control
6	Contacto comunicativo y papeleo
7	Conveniencia del Personal

Por lo tanto, el área de Producción debe ser eje alrededor del cual se establezcan el resto de las áreas.

Revisar el Apéndice F al final del documento, en donde se encuentra las relaciones cualitativas entre áreas y la calificación de acuerdo con la Tabla 4.

De acuerdo con lo obtenido en el SPL y en reunión con el departamento de Ingeniería del Cliente se definió el siguiente layout tal como se muestra en la Figura 2.2.

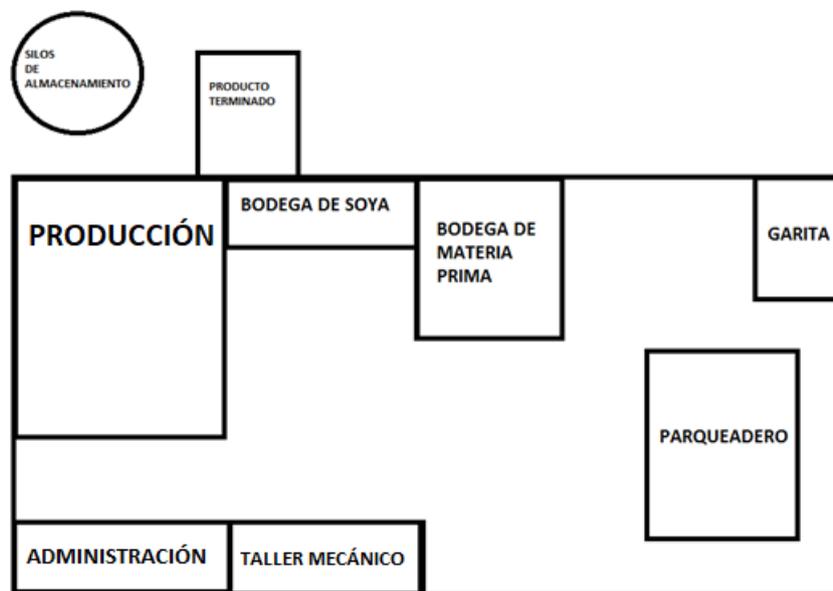


Figura 2.2. Layout Propuesto de acuerdo con el SPL desarrollado.

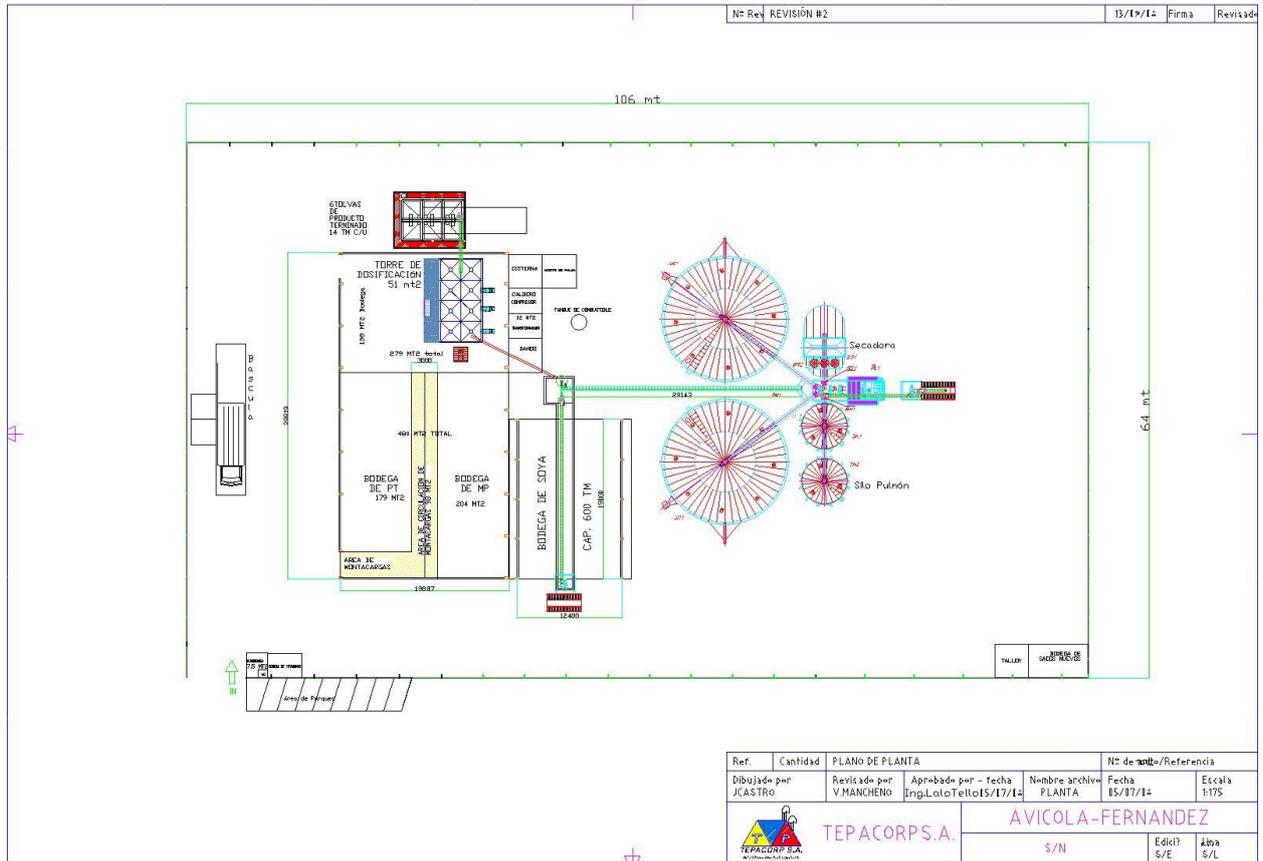


Figura 2.3. Diagrama de distribución en planta Avícola vista superior.

En la figura 2.3. anterior se puede observar el diseño de vista en planta o también llamado vista superior de la distribución del espacio interno del galpón considerando también el área externa al galpón para la ubicación de Silos y almacenamiento de granos.

2.5 Distribución de la línea de Producción.

A base a la experiencia en planta de alimentos, lo que mejor se debe aprovechar es la altura y por ende la gravedad dentro de la torre principal de producción por lo que se recomendó el siguiente diagrama de la misma.

Revisar Anexo E al final del documento.

2.6 Análisis de los Accesorios Complementarios

2.6.1 Análisis de anclajes de máquinas

En lo referente al anclaje de la mezcladora sobre la plataforma se consideraron los siguientes criterios:

- 1) No debilitar las viguetas disminuyendo su sección como resultado de pernos pasantes.
- 2) La utilización del piso como mecanismo de distribución de cargas.
- 3) Disminución de la transferencia de vibración máquina-motor sobre la estructura.
- 4) Protección de la estructura metálica de daños mecánicos provocados por los apoyos de la máquina.

En ese sentido se escogió un anclaje de metal de tipo abrazadera, se emplearon juntas de jebe y la utilización de piso de metal traslapada para fines de distribución homogénea de

cargas sobre las viguetas. El anclaje de tipo abrazadera facilita, a su vez, el montaje y desmontaje de la mezcladora. El diseño definitivo del anclaje de la mezcladora.

2.6.2 Análisis de barandas y escalera

En lo referente a diseño de barandas y escalera, se tuvo en consideración la forma y dimensiones normalizadas, dando énfasis en la rigidez.

En barandas se consiguió esta rigidez con arriostres a las viguetas y en el caso de la escalera mediante la cimentación del poste correspondiente al primer peldaño. A fin de convertir la viga izquierda de la escalera en un elemento que contribuye a la rigidez de la estructura total, su extremo se ancló a la loza y el superior a la viga principal izquierda de la plataforma.

2.6.3 Cimentación de máquinas y estructura.

Debido al relativo poco peso y a la existencia de vibraciones diversas se decidió evitar el uso de una loza armada optando por planchas metálicas soldadas para cada máquina y columna estructural. Si bien las máquinas ancladas a piso son de poca potencia (molino 25 HP y elevador de 5 HP) se optó por reforzar el concreto de las fundaciones con armadura de acero. No se colocaron juntas flexibles para evitar vibraciones indeseables en

las máquinas, permitiendo que estas sean absorbidas por el concreto.

La cimentación de las columnas se ejecutó mediante anclajes de caja empernadas con la intención de poder efectuar recambios de columna en caso de daño mecánico. El ancho de las zapatas de las columnas se definió considerando la carga de trabajo y la capacidad de soporte del suelo en la localidad (0.8 Kg/cm²). La distribución del acero en cada zapata de columna (como en el caso de las máquinas) se sostuvo en experiencias anteriores.

2.6.4 Instalación eléctrica

En lo referente al circuito eléctrico se partió del criterio de rigurosa protección del personal, de la seguridad de los motores, estanquidad al polvo (que son altamente explosivos cuando flotan en el ambiente) defensa frente a daño físico y facilidad de instalación y recambio de conductores. Ello se logró mediante el empleo de arrancadores electromagnéticos con protección térmica y puesta a tierra.

2.6.5 Otros Complementarios

Este ítem se refiere al diseño de bandejas de alimentación para el molino y el elevador, ductos y compuertas para las tolvas y ductos para el ciclón. El criterio principal fue la definir los ángulos y pendientes a fin de prevenir atoros en el flujo del material. Para

las compuertas se contempló la facilidad de operación, por ejemplo, un ángulo muy pequeño en la compuerta deslizante de las tolvas traería como consecuencia que todo el peso del grano descansase sobre ella, haciendo imposible su deslizamiento.

CAPÍTULO 3

3. ETAPA DE MONTAJE DE LOS EQUIPOS

3.1 Construcción y Montaje

Luego de la confirmación de cuáles eran los diagramas finales se empezó a construir los equipos de manera local. Luego que el cliente realizará los trabajos civiles.

3.1.1 Construcción de los equipos de manera local

Estos equipos como son: elevadores, transportadores y tolvas fueron construidas en el taller de la compañía para luego ser trasladados al galpón del cliente.

Nota: El diseño y los planos de los equipos son exclusivamente de la compañía encargada del proyecto.

El cliente es el encargado de proporcionar planos de los equipos existentes, molino, mezcladora.

3.1.2 Montaje

A continuación, el cronograma simplificado de montaje:

Tabla 6. Cronograma Simplificado de montaje de equipos

Número de Equipo	Descripción del Equipo	Semana	Grupos de Trabajo
1	Montaje de Estructura para sostener torre de Molienda y Mezclado	1	2
2	Montaje de elevador del molino	1	1
3	Montaje de pisos en la estructura montada	1	1
4	Montaje de Tolvas pre molienda	2	1
5	Montaje del Molino	2	1
6	Montaje de Tolvas zona de pre mezclado	3	1
7	Montaje Mezcladora	3	1
8	Montaje de Tolva de compensación de la mezcladora	4	2
9	Montaje de Elevador de Producto Terminado	4	1
10	Montaje de transportadores	5	2
11	Montaje de escaleras	6	1
12	Inspección de Control de Calidad del montaje realizado (Corrección de fallas)	7	1
13	Pintura	8	1
14	Conexiones eléctricas	8-9	1
15	Inspección de Control de Calidad del montaje realizado 2 (Corrección de fallas)	10	1
16	Pruebas y correcciones mecánicas	11	1
17	Pruebas finales	12	1
18	Entrega final de la planta totalmente operativa	12-13	1

Nota:

- El personal de Montaje trabajaba 8 horas al día, de lunes a sábado.
- Gastos de estadía y alimentación a los operarios y supervisores de obra eran responsabilidad del Cliente.

3.2 Etapa de ensayo y ajustes finales a la Planta.

3.2.1 Corridas de Maquinaria de Modo de Prueba



Figura 3.1. Etapa de construcción y montaje de los equipos y estructuras.



Figura 3.2. Etapa de montaje de equipos principales.



Figura 3.3. Planta en pruebas y ajustes finales.



Figura 3.4. Planta completamente activa y operando 8 horas al día.

3.2.2 Cuadro de Producción facilitado por el Cliente.
Tabla 7. Producción diaria de alimento molido y mezclado.

Día	Producción Molino (TMH)	Producción Mezcladora (TMH)	Producción final en Tolvas al Granel (TMH)
SEMANA 1			
Lunes	1.200 kg	1.200 kg	1.000 kg
Martes	1.200 kg	1.200 kg	1.000 kg
Miércoles	1.200 kg	1.200 kg	1.000 kg
Jueves	1.200 kg	1.200 kg	1.000 kg
Viernes	1.200 kg	1.200 kg	1.000 kg
SEMANA 2			
Lunes	2.500 kg	2.500 kg	2.400 kg
Martes	2.500 kg	2.500 kg	2.400 kg
Miércoles	2.500 kg	2.500 kg	2.400 kg
Jueves	2.500 kg	2.500 kg	2.400 kg
Viernes	2.500 kg	2.500 kg	2.400 kg
SEMANA 3			
Lunes	4.000 kg	4.000 kg	3.900 kg
Martes	4.000 kg	4.000 kg	3.900 kg
Miércoles	4.000 kg	4.000 kg	3.900 kg
Jueves	4.000 kg	4.000 kg	3.900 kg
Viernes	4.000 kg	4.000 kg	3.900 kg
SEMANA 4			
Lunes	6.000 kg	6.000 kg	6.000 kg
Martes	6.000 kg	6.000 kg	6.000 kg
Miércoles	6.000 kg	6.000 kg	6.000 kg
Jueves	6.000 kg	6.000 kg	6.000 kg
Viernes	6.000 kg	6.000 kg	6.000 kg

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Resultados Obtenidos

- 1) La Planta no se apartó de la concepción de desarrollo vertical y ahorro de espacio ocupando el 20% del área del edificio. Tampoco tuvieron que ejecutarse modificaciones al edificio.
- 2) De acuerdo con los ensayos se empieza a arrancar a las maquinas al principio en vacío y aumentando de manera gradual la producción y la materia prima, se podía observar claramente que existía fuga antes de las tolvas de despacho al granel, por lo que se realizó un control de calidad en la soldadura y pernos en las tolvas.
- 3) La estructura fue de hierro, sólo se utilizó acero en las uniones estructurales y anclajes.
- 4) Los accesorios y componentes de acero fueron construidos íntegramente en la localidad.
- 5) Por la disposición de la planta como por la ubicación de las bandejas de alimentación del molino y del elevador, es posible la alimentación a granel desde silos exteriores a través de ductos. Inclusive, con pequeñas modificaciones se puede instalar una peletizadora en el primer nivel.
- 6) La existencia de: 1) una mezcladora abierta y asequible, 2) un espacio alrededor de la mezcladora, 3) la posibilidad de introducir

compuestos y recoger muestras en diversos puntos del proceso hacen posible que pueda usarse también para fines académicos y de investigación.

7) Las pruebas preliminares han demostrado una rigidez aceptable en la maquinaria. Asimismo, la vibración es mínima.

8) El ensayo de la planta ha puesto en evidencia su facilidad de operación debido a: 1) reducido número y simplicidad de manejo de los órganos de mano de la Planta, 2) la ubicación estratégica del tablero de mando desde donde se pueden divisar todos los movimientos del personal y el funcionamiento de las máquinas, c) mínimo desplazamiento del personal durante el trabajo.

4.2 CONCLUSIONES

- 1) La Planta cumplió con las condiciones y características exigidas en los términos de referencia establecidas para su diseño y construcción.
- 2) Los ensayos realizados demuestran que no se presentan problemas durante el proceso después de haber ejecutado los ajustes de tuercas y re programación de paneles de control y modificaciones pertinentes. Sólo para el caso de la molienda del maíz se presentaron problemas de polvo para la cual se dieron las recomendaciones requeridas el uso de filtro de mangas. El producto terminado es aceptable según opinión de especialistas y lo principal los pollos de las granjas de los clientes lo están comiendo.
- 3) La estructura metálica escogida para la construcción demostró excelentes cualidades estructurales siempre y cuando la selección sea exigente.
- 4) La construcción local de componentes de acero es factible pero el proceso de control de calidad debe ser riguroso. El montaje de la planta requiere profesionales entrenados que se pueden conseguir en la localidad. Por lo tanto, la difusión de este tipo de plantas en la localidad es totalmente viable.
- 5) Consecuentemente, la Planta construida cumple con los objetivos y fines para los cuales fue concebida.

4.3 RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones tienen por objetivo a mejorar la eficiencia, seguridad y fiabilidad de la Planta.

- 1) Para evitar la propagación del polvo en el caso del procesamiento del maíz y soya, se recomienda instalar una manga de tela o lona entre la boca de descarga del ciclón y la bandeja de carga del elevador. Asimismo, se recomienda colocar un filtro de manga a la lumbrera superior del ciclón.
- 2) Efectuar la señalización de la Planta (señales informativas, preventivas y reguladoras).
- 3) Diseñar un programa de mantenimiento periódico en el que se contemple el tratamiento periódico de la estructura metálica que sostiene la torre principal y la comprobación de ajuste de los pernos de las uniones estructurales.
- 4) Diseñar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los principales equipos de la planta (molino, mezcladora incluyendo sus motores).
- 5) Sólo permitir el manipuleo de las máquinas a personal debidamente entrenado.
- 6) Colocar un dispositivo de alerta acústico (zumbador) que advierta sobre una eventual detención del elevador durante el proceso.

- 7) Colocar protectores de nivel en la parte inferior de las columnas en prevención de daño mecánico o desgaste.
- 8) Colocar un vatímetro y fusible electromagnético o de tapón en la acometida eléctrica.
- 9) Instalar un sistema contra incendios: toma de agua y extintores.
- 10) Habiéndose detectado la penetración de agua de lluvia por las ventanas del edificio, colocar las cubiertas del caso.

APÉNDICES

APÉNDICE A

En la Figura A. se puede observar el Ciclo de Desarrollo Final de un proyecto de planta de alimento balanceado socializado anteriormente con el cliente.

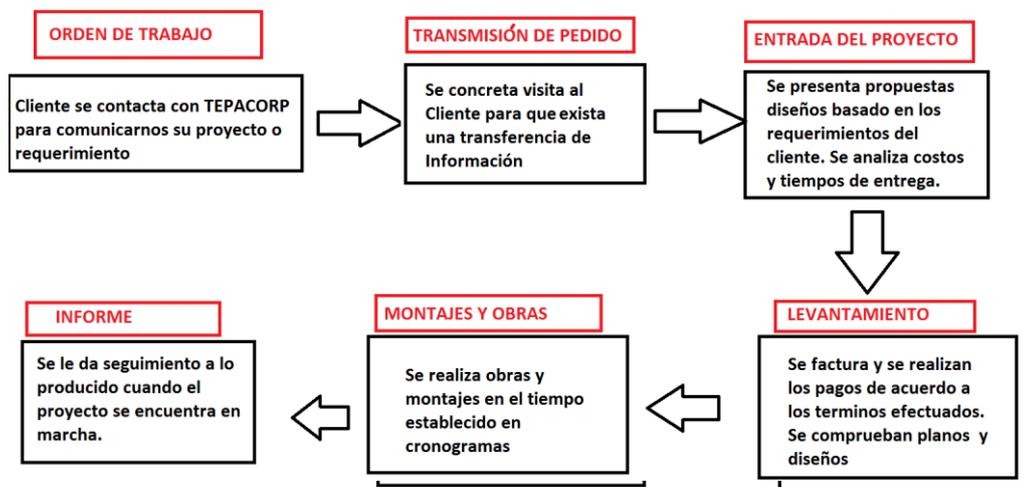


Figura A. Ciclo de Pedido del proyecto.

APÉNDICE B

Listado de Equipos y Materiales que son necesarios en la implementación de una línea de Mezclado para una planta de Alimento Balanceados.

Tabla 8. Listado de equipos para planta de alimento balanceado.

No.	Descripción de Equipo	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total	Observaciones
1	Tolva de Recepción de Materia Prima	1	400	\$ 400,00	Construida Localmente
2	Elevador de Cangilones de 20 metros de Altura, TDTG 36/23 CAPACIDAD 15T/H	1	9000	\$ 9.000,00	Construida Localmente
3	Válvula de dos vías	1	1200	\$ 1.200,00	Importada
4	Pre limpiadora 10T/H	1	2500	\$ 2.500,00	RECONSTRUIDO
5	Manga magnética 10-15T	1	2000	\$ 2.000,00	Construida Localmente
6	Válvula de dos vías	1	1200	\$ 1.200,00	Importada
7	Compuerta de Pre molienda de 10 Toneladas 1 para Maíz y otra para Soya	2	1400	\$ 2.800,00	Construida Localmente
8	Indicadores de Nivel 2 altos y 2 bajos	4	400	\$ 1.600,00	Importado
9	Compuerta Neumática 10-15T	2	1400	\$ 2.800,00	Importada
10	Pre Tolva de entrada al Molino	1	300	\$ 300,00	Construida Localmente
11	Alimentador SIN FIN	1	780	\$ 780,00	RECONSTRUIDO
12	Molino de Martillos de 5T	1	12000	\$ 12.000,00	RECONSTRUIDO 15 TM. EN CRIBA DE 3MM.
13	Filtro de Manga + Ventilador	1	3500	\$ 3.500,00	Construida Localmente
14	Tolva de Compensación	1	800	\$ 800,00	Construida Localmente

15	Transportador Sin Fin de 5 metros	1	2900	\$ 2.900,00	Construida Localmente
16	Elevador de Cangilones de 22 metros de Altura, Capacidad 22T/H TDTG36/28	1	9900	\$ 9.900,00	Construida Localmente
17	Distribuidor de 4 vías salida de 250mm	1	8500	\$ 8.500,00	Construida Localmente
18	Tolvas de dosificación de 10 T cada una	4	1125	\$ 4.500,00	Construida Localmente
19	Indicadores de Nivel 2 altos y 2 bajos	8	400	\$ 3.200,00	Importados
20	Alimentadores de longitud promedio 2 metros	4	475	\$ 1.900,00	Construida Localmente
21	Tolva de Pesaje	1	4000	\$ 4.000,00	Construida Localmente
OP	DOSIFICACION MANUAL	1	Por definir		4000
OP	DOSIFICACION AUTOMATICA (SOFTWARE + COMPUTADORA)	1	18000	\$ 18.000,00	Construida Localmente
22	Compuerta Neumática 10-15T	1	1500	\$ 1.500,00	Importada
23	Tolva de Compensación de la mezcladora Capacidad 1500 kg	1	960	\$ 960,00	Construida Localmente
24	Mezcladora de 1000 kg/batch	1	22000	\$ 22.000,00	RECONSTRUIDA
25	Transportador de Cadena de 6 metros	1	5500	\$ 5.500,00	Construida Localmente
26	Elevador de Cangilones de 18 metros de Altura, Capacidad 22T/H TDTG 36/28	1	8100	\$ 8.100,00	Construida Localmente
27	Imán (NO)	1	0		

28	Transportador de 8 metros	1	10800	\$ 10.800,00	Construida Localmente
29	Válvula de dos vías	1	1500	\$ 1.500,00	Importada
30	Tolvas de empaque graneleras de 12 Toneladas de capacidad con estructura	2	8754	\$ 17.508,00	Construida Localmente
31	Techo, estructura y escaleras para tolvas de producto terminado	1	8500	\$ 8.500,00	Construida Localmente
32	Compuerta Neumática 10-15T	2	1500	\$ 3.000,00	Importada
33	Sensores de Nivel	4	400	\$ 1.600,00	Importados
34	Estructura / torre (incluye material y mano de obra)	1	40960	\$ 40.960,00	Construida Localmente
35	Caseta para torre principal	1	14064	\$ 14.064,00	Construida Localmente
	PRESUPUESTO TOTAL CON DOSIFICACIÓN AUTOMÁTICA			\$ 229.772,00	
	PRESUPUESTO TOTAL CON DOSIFICACIÓN MANUAL			\$ 233.772,00	

APÉNDICE C

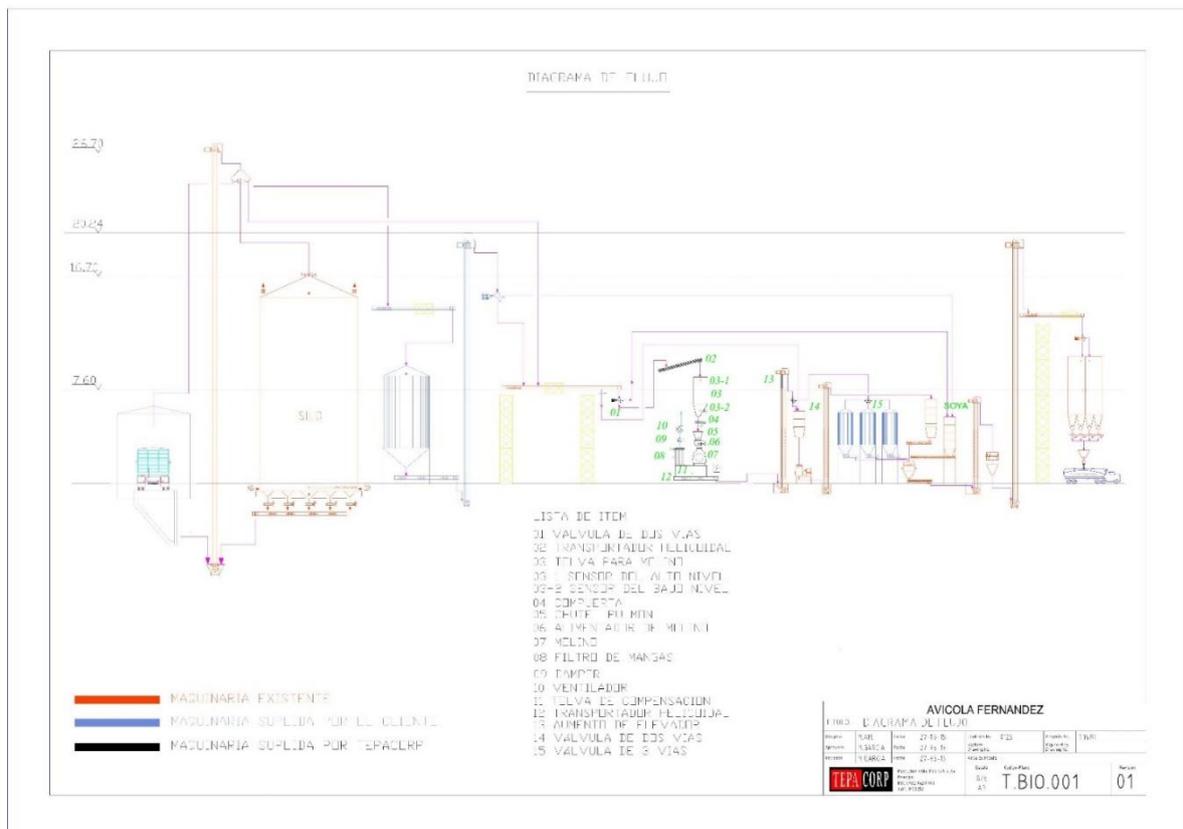


Figura C. Diagrama de flujo final aprobado por el Cliente.

APÉNDICE D

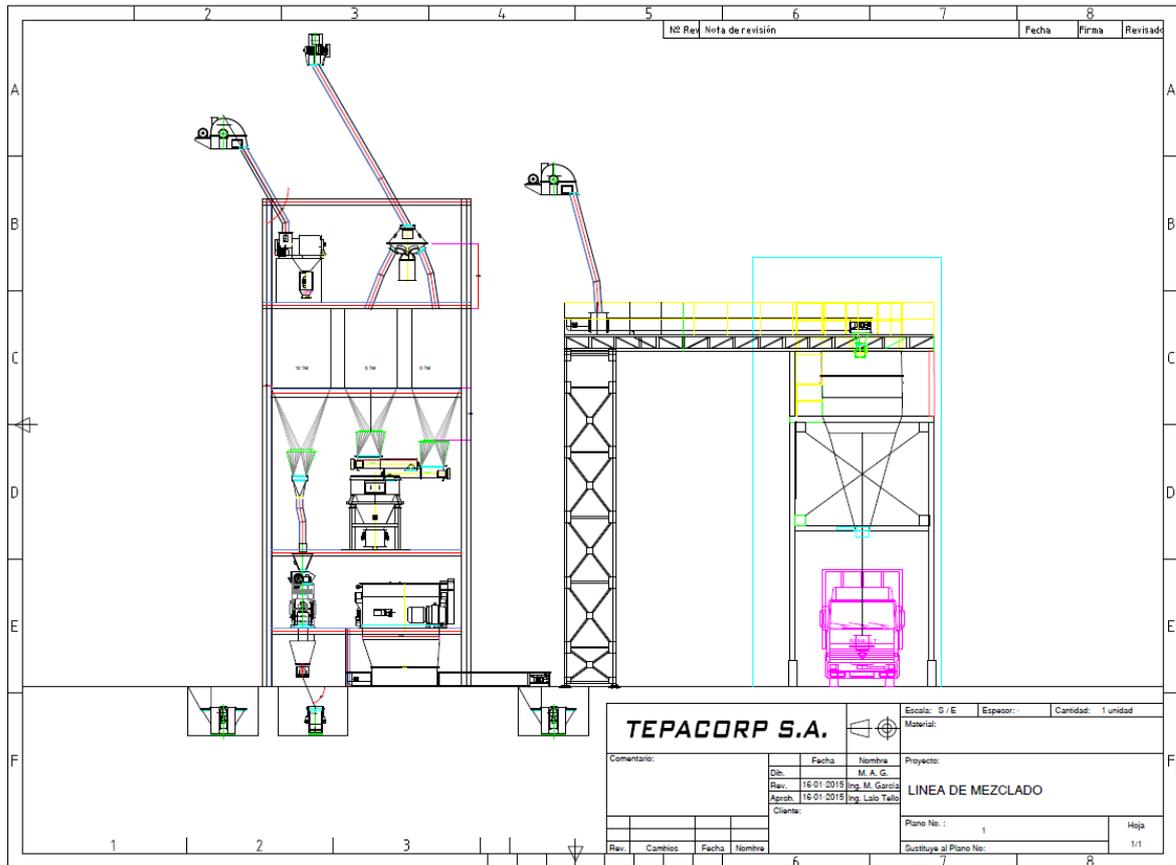


Figura D. Diagrama de Vista en Planta.

APÉNDICE E

REQUERIMIENTO FINAL DE ALIMENTO

REQUERIMIENTO FINAL DE ALIMENTO						
Ingredientes Mayores	Tipo	Consumo Mes		Consumo por Semana		lugar de Adición
		QQ	Ton	QQ	Ton	Silo Pesa de Mezcladora
1 Harina de Soja	Granos	20.000,00	907,19	5.000,00	226,80	Mezcladora
2 Maíz Importado	Granos	87.000,00	3946,29	21.750,00	986,57	Mezcladora
3 Soya Integral	Granos	27.000,00	1224,71	6.750,00	306,18	Mezcladora
4 Maiz Nacional (1 al año)	Granos	50.000,00	2267,99	12.500,00	567,00	Mezcladora
5 Trigo	Granos	12.000,00	544,32	3.000,00	136,08	Mezcladora
Líquidos- Grasas- AA-H2O		LIBRAS	TON	LIBRAS	TON	Sistema de Flujo y Pesas
1 Aceite de Palma	Líquidos	125.144,00	56,76	31.286,00	14,19	Mezcladora y Post Pellet
2 Aceite de Pollo	Líquidos	105.118,00	47,68	26.279,50	11,92	Mezcladora y Post Pellet
3 Agua (cuando se necesite)	Líquidos		-	-	-	Mezcladora
4 Methionina Rodimeth	Líquidos	47.543,69	21,57	11.885,92	5,39	Mezcladora
5 Aceite de Soya	Líquidos	1.587,00	0,72	396,75	0,18	Mezcladora
Ingredientes Menores		QQ	Ton	QQ	Ton	Pesado en Mesanine
1 Harina Pluma y Sangre		972,56	44,12	243,14	11,03	Mezcladora
2 Harina de Viseras		1.971,56	89,43	492,89	22,36	Mezcladora
3 Harina de Pescado		827,76	37,55	206,94	9,39	Mezcladora
4 Fosfato Dicalcico(Bio-Fos Pre)		765,92	34,74	191,48	8,69	Mezcladora
5 Afrechos de Trigo		1.580,64	71,70	395,16	17,92	Mezcladora
6 Afrechos de Maiz Nacional		15,00	0,68	3,75	0,17	Mezcladora
7 Sal		432,18	19,60	108,05	4,90	Mezcladora
8 Calcita Fina		1.352,61	61,35	338,15	15,34	Mezcladora
9 Calcita Gruesa		2.539,85	115,21	634,96	28,80	Mezcladora

Figura E. Requerimiento de Alimento del Cliente y Fórmula

APÉNDICE F
Tabla 9. Desarrollo del SPL

TABLA DEL SPL										
PARA										ÁREA APROXIMADA EN M2
ÁREAS DE TRABAJO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. Área Administrativa.		X	X	X	X	O	X	I	I	
		-	-	-	-	5	-	2-4-7	2-4-7	
2. Área o Torre de Producción.	X		A	E	A	A	I	X	X	
			1-3-5	5-6	1-3-5	1-3-5	3	-	-	
3. Área de Bodega Prima.	X	A		O	O	O	I	E	E	
		1-3-5		5	5	5	5	4-5	1-2-4	1-2-4
4. Área de Producto Terminado.	X	E	O		U	U	U	E	E	
		5-6	5		-	-	-	1-2-5	1-2-5	
5. Bodega de Soya	X	A	O	U		U	U	I	I	
		1-3-5	5	-		-	-	1-2-5-6	1-2-5-6	
6. Taller Mecánico.	O	A	O	U	U		I	O	O	
		1-3-5	5	-	-		3-5	-	-	
7. Silos de Almacenamiento	X	I	I	U	U	I		O	O	
		3	4-5	-	-	3-5		-	-	
8. Parqueadero.	O	X	O	O	O	O	O		A	
		2-4-7	1-2-4	1-2-5	1-2-5-6	-	-		4-5	
9. Garita de Entrada	O	X	O	O	I	O	O	A		
		2-4-7	1-2-4	1-2-5	1-2-5-6	-	-	4-5		

APÉNDICE E

TABLA 10 : Resumen de Calificaciones del SPL										
ÁREAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	RESUMEN
1. Área Administrativa.		-1	-1	-1	-1	1	-1	2	2	0
2. Área o Torre de Producción.	-1		4	3	4	4	2	-1	-1	14
3. Área de Bodega Prima.	-1	4		1	1	1	2	3	3	11
4. Área de Producto Terminado.	-1	3	1		0	0	0	3	3	9
5. Bodega de Soya	-1	4	1	0		0	0	2	2	8
6. Taller Mecánico.	1	4	1	0	0		2	1	1	10
7. Silos de Almacenamiento	-1	2	2	0	0	2		1	1	7
8. Parqueadero.	1	-1	1	1	1	1	1		4	9
9. Garita de Entrada	1	-1	1	1	2	1	1	4		10

BIBLIOGRAFÍA

1. FELIPE OCHOA Y ASOCIADOS, S.C. Alimentos para Animales. PDF
2. FERNANDO LUIS ARBE FALCÓN, “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI” (TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA, 2010)
3. María Eugenia Piatti, Elaboración de alimento balanceado para autoconsumo y comercialización. UNLPAM. FACULTAD DE AGRONOMÍA. LIC. EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS AGROPECUARIOS. DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PROYECTO DE INVERSIÓN.- 2009
4. VERNI PARRALES RIZO- JUAN CARLOS TAMAYO VARGAS, “ DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN ESTRATEGICO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD APLICADO A UNA PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTOS BALANCEADOS”, TESIS DE GRADUACIÓN DE MASTERADO EN GESTION DE LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD EN EL INSTITUTO DE CIENCIAS MATEMATICAS ESPOL, 2012)
5. AVILA ARAQUE CARLOS MAURICIO- BENAVIDES HUERA DIEGO RENAN, “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA ELABORACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA POLLOS BROILERS”, TESIS DE GRADO DE ESCUELA DE NEGOCIOS DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, QUITO 2013).
6. EUGENIO BORTONE D., PH.D.,P.A.S. “DISEÑO DE PLANTAS DE ALIMENTOS BALANCEADOS ESPECIALIDO PARA PECES Y CRUSTACEOS”,2001)
7. INFORMACION OTORGADA POR EL CLIENTE DE PRODUCCION, ANEXOS Y REQUERIMIENTOS DE ALIMENTO BALANCEADO.