ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Proyecto de reingeniería del proceso productivo de una planta de alimentos balanceados"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentada por:
Andrés Miguel Tapia España

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO: 2008

AGRADECIMIENTO

A Jehová Dios, por la vida y la salud.

A mi familia y amigos, por su apoyo incondicional.

A mis profesores que contribuyeron a mi formación académica.

Al Ing. Marcelo Sola y a todos quienes contribuyeron en el desarrollo de esta tesis de grado.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi familia, a mi novia María Luisa, amigos y profesores que ayudaron a la formación de la persona que soy.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Jorge Abad M.	Ing. Marcelo Sola Z.
SUBDECANO DE LA FIMCP	DIRECTOR DE TESIS
VOCAL-PRESIDENTE	

Ing. Priscila Castillo S.

VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

……..

Andrés Miguel Tapia España

RESUMEN

La compañía BALANFEED[1] en la que se desarrollará el estudio lleva más de 30 años en la industria de alimentos balanceados del país y se ha constituido como una de las empresas líderes en éste mercado. Sin embargo en la actualidad, los procesos productivos de la compañía están desactualizados con respecto a la tecnología vigente, lo cual está afectando su competitividad frente a otras empresas que poseen bajos costos de producción y una mejor calidad de sus productos. Además, la capacidad instalada de producción ya no es suficiente para suplir el rápido crecimiento de las ventas que ha tenido en estos últimos años.

Ante esta situación, los administradores de la compañía han propuesto a los accionistas como una alternativa realizar una reingeniería del proceso productivo de la planta de alimentos balanceados.

---

[1] El nombre de la compañía ha sido cambiado para mantener la confidencialidad de la misma.

El presente trabajo tiene como objeto realizar “el estudio de prefactibilidad del proyecto de reingeniería del proceso productivo de la

planta de alimentos balanceados de la compañía BALANFEED", a fin de mejorar la competitividad de la empresa mediante la adquisición de maquinarias y equipos de última tecnología para incrementar su capacidad instalada y responder al incremento de la demanda futura, mejorar la calidad de los productos y reducir los costos operativos.

Para la realización del estudio se hizo un análisis del mercado para estimar las ventas futuras y determinar las necesidades de capacidad de producción. También se analizó del proceso productivo actual para determinar aquellos procesos que requieran mejorarse y poder realizar el diseño de un nuevo proceso productivo que satisfaga los objetivos planteados. Finalmente se hizo evaluación financiera para determinar la viabilidad del proyecto.

Con el proyecto de reingeniería se espera tener un rendimiento superior al 15% y un plazo de recuperación de la inversión de menos de 6 años para aceptar la ejecución del mismo.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN VI

ÍNDICE GENERAL VIII

ABREVIATURAS XI

INDICE DE FIGURAS XII

INDICE DE TABLAS XIV

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO 1

1. ANTECEDENTES 2

    1.1. Objetivos 3

    1.2. Alcance 4

    1.3. Metodología y estructura de la tesis 4

CAPÍTULO 2

2. ANÁLISIS DEL MERCADO 8

    2.1. Análisis del mercado local de alimentos balanceados 8

2.2. Análisis de las ventas históricas 13
2.3. Proyecciones de ventas futuras 18
2.4. Conclusiones 23

CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL 25
3.1. Análisis de costos 25
3.2. Descripción del proceso productivo actual 27
3.3. Diagramación del proceso productivo actual 48
3.4. Análisis de operaciones 51
3.5. Conclusiones 56

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DEL NUEVO PROCESO PRODUCTIVO 57
4.1. Determinación de necesidades de capacidad 57
4.2. Determinación de requerimientos técnicos 65
4.3. Diagramación del nuevo proceso productivo 101
4.4. Análisis de valor del nuevo proceso productivo 103
4.5. Conclusiones 104

CAPÍTULO 5

5. EVALUACIÓN FINANCIERA 106
5.1. Estimación de ingresos 106
5.2. Estimación de egresos 109
5.3. Determinación de estados de resultados esperados 117

5.4. Estimación de flujos de efectivo incrementales 119

5.5. Determinación de la viabilidad del proyecto 120

5.6. Conclusiones 125

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 126

6.1. Conclusiones 126

6.2. Recomendaciones 128

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

ºC	Grados centígrados
gal	Galones

h	Horas
Kg	Kilogramos
m	Metros
m^2	Metros cuadrados
m^3	Metros cúbicos
min	Minutos
mm	Milímetros
pulg	Pulgadas
$pulg^2$	Pulgadas cuadradas
PSI	Libra por pulgada cuadrada (pound per square inch)
seg	Segundos
TM	Toneladas métricas
rpm	Revoluciones por minuto

INDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.1	Estructura de la Tesis……	7
Figura 2.1	Destino de la producción industrial de alimento balanceado por tipo de animal (2005)…….....	9
Figura 2.2	Demanda estimada (TM) de maíz duro y pasta de soya (2001-2007)……	11
Figura 2.3	Distribución de ventas de alimento balanceado por tipo de animal (2007)……	13
Figura 2.4	Ventas de alimento balanceado por textura (2007)……	14
Figura 2.5	Ventas anuales(TM) de alimento balanceado por tipo de animal (2001-2007) ……	15
Figura 2.6	Ventas mensuales de alimento balanceado por tipo de animal (2007) ……..	17
Figura 2.7	Ecuación de regresión lineal para las proyecciones de ventas de alimento para aves……	19
Figura 3.1	Cadena de valor de Balanfeed……	27
Figura 3.2	Distribución del consumo de ingredientes en el 2007……..	29
Figura 3.3	Molino de martillos para molienda……	31
Figura 3.4	Áreas de dosificación de ingredientes …….....	33
Figura 3.5	Mezcladoras verticales……	34
Figura 3.6	Barredor……	34
Figura 3.7	Molino de martillos para pulverizado……	35
Figura 3.8	Sistema de dosificación de líquidos (Línea 1)……	36
Figura 3.9	Área de premezclas de micro ingredientes……	37
Figura 3.10	Mezcladora horizontal……	38
Figura 3.11	Preacondicionador y peletizadora……	39
Figura 3.12	Alimentos en polvo y pelet…….....	40
Figura 3.13	Post acondicionador……..	41
Figura 3.14	Enfriador de contraflujo…….	42
Figura 3.15	Enfriador horizontal …….	43
Figura 3.16	Depurador de olores…….....	43
Figura 3.17	Desmoronador……	44
Figura 3.18	Zaranda…….	44
Figura 3.19	Homogenizador…….	45
Figura 3.20	Equipos de empaque……	46
Figura 3.21	Elevador de cangilones……	46
Figura 3.22	Transportador de tornillos sin fin…….	47
Figura 3.23	Distribuidores……	47
Figura 3.24	Elementos de análisis de operaciones……..	51
Figura 4.1	Esquema de ubicación de los equipos de alimentación y filtrado de macro ingredientes…….	66
Figura 4.2	Transportador de arrastre…….	67
Figura 4.3	Aparato vibro-extractor…….....	71
Figura 4.4	Esquema del sistema de dosificación de macro ingredientes……	71
Figura 4.5	Tolva mezcladora……	74

Figura 4.6 Nuevo molino de martillos…….. 75
Figura 4.7 Filtro de mangas…….. 77
Figura 4.8 Molino pulverizador……. 79
Figura 4.9 Esquema de los equipos de pulverización……. 79
Figura 4.10 Esquema del sistema de dosificación de líquidos……. 81
Figura 4.11 Sistema de dosificación de micro ingredientes…….. 82
Figura 4.12 Esquema del sistema de dosificación y transporte de micro ingredientes……..... 85
Figura 4.13 Nueva mezcladora horizontal……..... 86
Figura 4.14 Esquema de los equipos de mezclado…….. 87
Figura 4.15 Nueva peletizadora (Línea 2) ……..... 89
Figura 4.16 Dado de la peletizadora……..... 90
Figura 4.17 Esquema de los equipos de peletizado……..... 91
Figura 4.18 Nuevo post acondicionador (Línea 2) …… 92
Figura 4.19 Nuevo enfriador de contraflujo (Línea 1) …….. 94
Figura 4.20 Nuevo desmoronador……..... 95
Figura 4.21 Esquema de los equipos de post acondicionado, enfriado y granulado…… 96
Figura 422 Esquema de los equipos de zarandeo y almacenamiento de producto terminado…….. 97
Figura 4.23 Nuevo homogenizador……. 98
Figura 4.24 Esquema de los equipos de empaque……... 99
Figura 4.25 Sistema de control…… 100
Figura 4.26 Reportes del sistema de control…….. 101
Figura 5.1 Previsiones de la inflación 2008…….. 107

INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Producción total por especies……..... 10
Tabla 2 Producción de balanceados en el Ecuador (1999-2005……. 10
Tabla 3 Distribución de ventas por tipo de textura (2007)……. 14
Tabla 4 Ventas anuales (TM) de alimento balanceado por tipo de animal (2001-2007)……..... 15
Tabla 5 Ventas mensuales (TM) de alimento balanceado por tipo de animal (2007) …….. 16
Tabla 6 Ventas esperadas (TM) para el año 2008……. 18

Tabla 7	Ecuaciones de regresión lineal para las proyecciones de ventas de balanceado por tipo de animal……..	20
Tabla 8	Ventas proyectadas (TM) para el período 2009-2013……	21
Tabla 9	Ventas proyectadas (TM) para el período 2014-2018……	21
Tabla 10	Ventas proyectadas para los meses del año 2018……..	22
Tabla 11	Demanda de balanceados por tipo de textura (2018)	23
Tabla 12	Costos de ventas porcentuales……..	26
Tabla 13	Consumo (TM) de ingredientes en el 2007……...	28
Tabla 14	Capacidad de producción del proceso de molienda…….	32
Tabla 15	Capacidad de producción del proceso de peletizado…….	40
Tabla 16	Símbolos estándares para diagramas de proceso……...	49
Tabla 17	Análisis de valor de las actuales líneas 1 y 2……	50
Tabla 18	Lista de comprobación del análisis de operaciones	52
Tabla 19	Capacidad real de producción actual…….	59
Tabla 20	Distribución de demanda de alimento balanceado por tipo de textura y línea de producción (2018) ……..	61
Tabla 21	Determinación de funciones de capacidades reales……...	62
Tabla 22	Determinación de funciones de capacidades reales ponderadas…….	63
Tabla 23	Determinación de capacidades teóricas futuras……...	64
Tabla 24	Macro ingredientes a dosificarse por línea de producción….	70
Tabla 25	Inclinaciones de tuberías recomendadas…….	72
Tabla 26	Rangos de dosificación de líquidos……	80
Tabla 27	Modelos de preacondicionadotes……...	88
Tabla 28	Especificaciones de los dados……	90
Tabla 29	Distribución de las tolvas de producto terminado…….	97
Tabla 30	Análisis de valor del nuevo proceso productivo……..	103
Tabla 31	Comparación entre las actividades del actual y del nuevo proceso productivo ……..	104
Tabla 32	Precios de los alimentos balanceados en el año 2007…..	107
Tabla 33	Ingresos por ventas (US$) para el período 2009-2013…..	108
Tabla 34	Ingresos por ventas (US$) para el período 2014-2018…..	108
Tabla 35	Costos de inversión del proyecto……	109
Tabla 36	Costos unitarios (US$/TM) de materias primas obtenidos en el año 2007……	110
Tabla 37	Costos de materias primas (2009-2013)…….	111
Tabla 38	Costos de materias primas (2014-2018)…….	112
Tabla 39	Costos operativos variables y fijos obtenidos en el año 2007…….	113
Tabla 40	Impacto total del incremento del sueldo básico unificado en el año 2008……	113

Tabla 41	Costos operativos durante el período 2009-2013 ……...	115
Tabla 42	Costos operativos durante el período 2014-2018 ……...	115
Tabla 43	Gastos (US$) para el período 2009-2013…….	116
Tabla 44	Gastos (US$) para el período 2014-2018…….	116
Tabla 45	Estado de resultados para el año 2008…….	117
Tabla 46	Estado de resultados para el período 2009-2013…….	118
Tabla 47	Estado de resultados para el período 2014-2018…….	118
Tabla 48	Flujos de efectivos incrementales (2009-2013)…….	119
Tabla 49	Flujos de efectivos incrementales (2014-2018)…….	119
Tabla 50	Cálculo del tiempo de recuperación descontado…….	123
Tabla 51	Índices financieros por escenario…….	124

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador existen muchas compañías dedicadas a la producción y comercialización de alimentos balanceados que necesitan estar constantemente mejorando sus procesos productivos para ser competitivos y mantener la continuidad de sus negocios. Una de estas compañías es BALANFEED, que se ha constituido en el transcurso del tiempo como una de las compañías líderes en la industria de los alimentos balanceados. Sin embargo, en la actualidad está teniendo problemas de competitividad.

Una herramienta administrativa que ha sido aplicada con mucho éxito en los últimos tiempos para mejorar la competitividad de una compañía es la Reingeniería, desarrollada por Hammer y Champy, quienes la definieron como “la revisión fundamental y el rediseño radical de los procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y componentes de rendimiento, tales como calidad, costos, servicio y rapidez de entrega”. En otras palabras, Reingeniería es empezar de nuevo, pero sin ignorar por completo los procesos existentes para la creación de los nuevos porque se puede perder la experiencia acumulada y conocimientos adquiridos por errores y aciertos del pasado.

CAPITULO 1

1. ANTECEDENTES

La compañía BALANFEED, fue constituida en el año de 1975 y se ha dedicado en el transcurso del tiempo a la producción y comercialización de alimentos balanceados para la avicultura, acuicultura, porcicultura, ganadería y otras especies animales.

La compañía en sus inicios se instaló en la ciudad de Guayaquil, lugar donde aún se encuentra su planta de producción, oficinas, centro de servicio técnico y de apoyo para los diferentes sectores del país dedicados a la producción de animales.

Durante los últimos 33 años, BALANFEED se ha constituido en una de las compañías líderes en el mercado de alimentos balanceados. Sin embargo, en la actualidad la compañía cuenta con maquinarias y equipos que ya cumplieron con su vida útil, así como ciertos procesos que son ineficientes con respecto a la tecnología vigente, lo cual está afectando su competitividad con respecto a otras empresas que tienen bajos costos y una mejor calidad de sus

productos. Además, la capacidad instalada de producción ya no es suficiente para suplir el rápido crecimiento de las ventas que ha tenido en estos últimos años. Por lo tanto, el proceso de producción de la planta de BALANFEED no es el adecuado, lo que indica la necesidad de realizar una reingeniería del proceso productivo, cuyo estudio es aceptado por la alta gerencia y mandos medios.

1.1. Objetivos

El objetivo primordial de la presente tesis de grado es realizar el estudio de prefactibilidad del proyecto de reingeniería del proceso productivo de la planta procesadora de alimentos balanceados de la compañía BALANFEED, con el fin de mejorar su competitividad. Para lograrlo se deben alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Analizar el mercado de alimentos balanceados para estimar las ventas futuras.
- Analizar el proceso productivo actual para determinar los procesos a mejorarse.
- Determinar las necesidades de capacidad de la planta para satisfacer la demanda futura de alimentos balanceados.
- Realizar el diseño del nuevo proceso productivo de la planta procesadora de alimentos balanceados.
- Realizar una evaluación financiera del proyecto.

1.2. Alcance

La tesis de grado tendrá algunas limitaciones por razones de tiempo y de toma de decisiones, por lo que principalmente se proporcionará el diseño del nuevo proceso de producción y se evaluarán los resultados esperados, pero no se implementará el nuevo proceso debido a que esta decisión depende de los accionistas, quienes esperan tener un rendimiento de su inversión superior al 15% y un plazo de recuperación de la inversión menor a 6 años para aceptar la ejecución del proyecto.

1.3. Metodología y estructura de la tesis

Para la consecución y estructuramiento de la tesis se ha seguido el esquema básico del método científico tradicional a partir del análisis detallado del problema en cuestión y de la aplicación de varias herramientas de ingeniería industrial hasta la determinación y evaluación de la solución al problema, para lo cual fue necesario realizar lo siguiente:

a) **Recopilación** de toda la información necesaria para la ejecución del proyecto de la compañía en estudio, para lo cual se realizó:
   - Reuniones con el equipo del proyecto.
   - Entrevistas al personal administrativo y operativo de la compañía.

- El estudio del proceso de producción mediante visitas a la planta de producción
- Cotizaciones a proveedores de maquinarias y equipos.
- Literatura de libros, revistas e información electrónica relacionada al proyecto.

b) **Desarrollo** de la tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información recopilada.

c) **Documentación** de la información de la tesis en seis capítulos tal como se muestra en la Figura 1.1 y se expone a continuación:

El primer y presente capítulo, **Antecedentes**, expone los objetivos, el alcance, la metodología y estructura de la tesis.

En el capítulo 2, **Análisis del mercado**, se analiza el mercado local de alimentos balanceados y las ventas históricas realizadas por la compañía con el objeto de estimar las ventas futuras.

En el capítulo 3**, Análisis del proceso productivo actual**, se realiza un análisis de costos, se describe el proceso productivo actual de la planta existente, luego se lo diagrama y se realiza un análisis de operaciones con el

objeto de determinar las etapas del proceso que requieren ser mejoradas.

Una vez realizados los dos capítulos anteriores, en el capítulo 4, **Diseño del nuevo proceso productivo**, se calcula la capacidad futura de la planta, se determina los requerimientos técnicos de las maquinarias, equipos y sistema de control que utilizará el nuevo proceso de producción, se realiza la diagramación y análisis de valor del nuevo proceso productivo.

En el capítulo 5, **Evaluación financiera**, se estima ingresos y egresos del proyecto, se determina los estados de resultados y los flujos de efectivos incrementales esperados con el fin de determinar la viabilidad del proyecto.

Finalmente el capítulo 6, **Conclusiones y recomendaciones**, expone ciertas conclusiones extraídas del trabajo llevado a cabo y se realizan algunas recomendaciones para futuros proyectos similares.

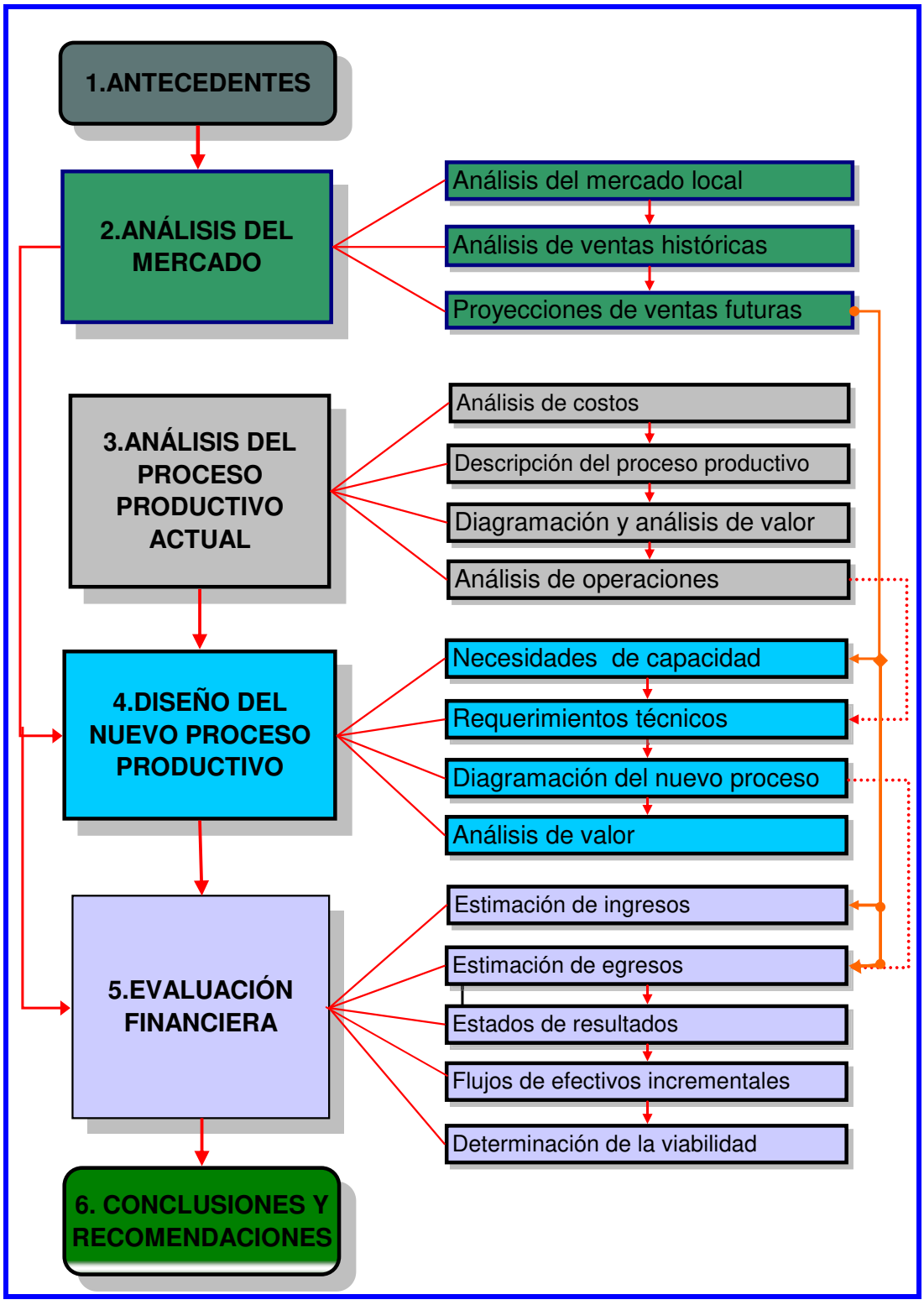


FIGURA 1.1. ESTRUCTURA DE LA TESIS

CAPITULO 2

2. ANÁLISIS DEL MERCADO

El presente capítulo tiene como objeto determinar el volumen de ventas futuras de alimentos balanceados. Para lo cual se empezará analizando el mercado local de alimentos balanceados, luego se analizarán las ventas históricas realizadas por la compañía Balanfeed y finalmente se realizarán proyecciones de ventas futuras.

2.1. Análisis del mercado local de alimentos balanceados

El mercado de los alimentos balanceados está conectado desde los proveedores de insumos hasta los procesadores e industriales de productos de consumo humano. La producción de alimentos balanceados está dirigida a satisfacer la demanda de los siguientes sectores: avícola, camaronero, bovino, porcino, acuícola y otros. En la Figura 2.1 se muestra que en el año 2005 la producción de alimento balanceado para el sector avícola representó el 76%, el acuícola 4%, el porcino 7%, el camaronero 8%, el bovino 3%, y otros 2%.

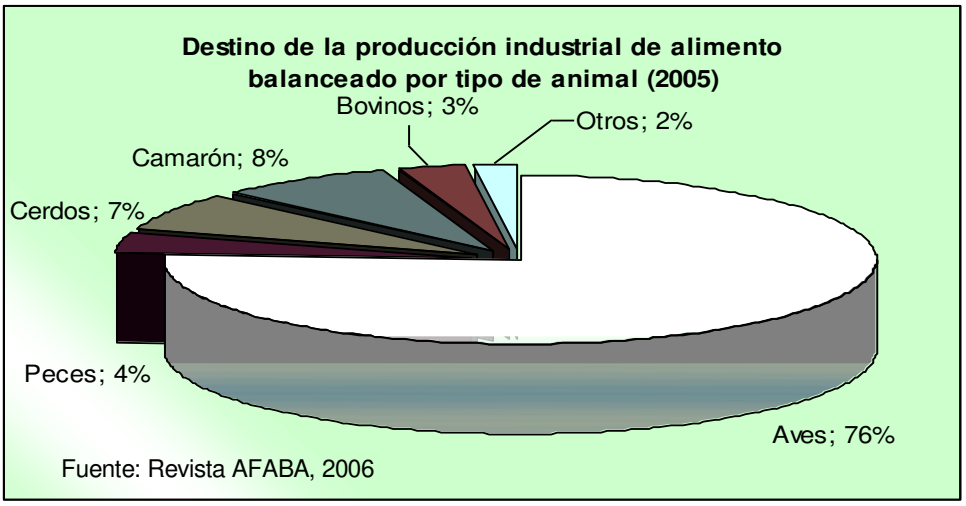


FIGURA 2.1. DESTINO DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE ALIMENTO BALANCEADO POR TIPO DE ANIMAL (2005)

El objetivo de los alimentos balanceados es satisfacer los requerimientos nutricionales o alimenticios de los animales, además de asegurar la calidad y disponibilidad de éste, problema característico de los alimentos no elaborados. Por este motivo se elabora un producto diferente para cada tipo de animal e inclusive para cada etapa de desarrollo. Según los datos del III Censo Nacional Agropecuario elaborado por SICA, la producción nacional de animales alcanzó las cifras que se muestran en la Tabla 1. Adicionalmente, en la Tabla 2 se muestra la producción de alimento balanceado en el Ecuador durante el período 1999-2005.

TABLA 1

PRODUCCIÓN TOTAL POR ESPECIES

Tipo de especie	Producción
Pollos de engorde	19.595.058
Ponedoras (de 16semanas y más)	6.714.654
Cuyes	5.067.049
Pollos y pollas	4.896.788
Ganado vacuno (cabezas)	4.486.020
Gallos y gallinas	4.275.405
Pollonas (de 4 a 16 semanas)	2.089.226
Reproductoras de huevos	2.014.494
Pollitas (menos de 4 semanas)	1.577.722
Ganado porcino	1.527.114
Ganado ovino	1.127.468
Conejos	515.809
Caballar	375.760
Pavos	223.759
Codornices	207.179
Caprino	178.367
Asnal	176.390
Patos	117.758
Mular	130.091
Llamas	21.662
Alpacas	2.024
Avestruces	1.161

Fuente: III Censo nacional agropecuario / proyecto SICA, INEC, Ministerio de Agricultura y Ganadería

TABLA 2

PRODUCCIÓN DE BALANCEADOS EN EL ECUADOR (1995-2005)

Años	AVES TM	OTROS TM	TOTAL	VARIACIÓN
1995	509.900	67.000	576.900	
1996	574.000	72.000	646.000	12,0%
1997	650.000	76.000	726.000	12,4%
1998	695.200	81.000	776.200	6,9%
1999	744.400	83.000	827.400	6,6%
2000	810.000	85.000	895.000	8,2%
2001	910.000	90.000	1.000.000	11,7%
2002	841.500	258.500	1.100.000	10,0%
2003	971.071	282.409	1.253.480	14,0%
2004	1.088.089	316.441	1.404.530	12,1%
2005	1.185.600	374.400	1.560.000	11,1%

Fuente: AFABA,MAG

Las principales materias primas utilizadas para la elaboración de alimento balanceado son el maíz duro y la pasta de soya, las cuáles son provistas por las producciones nacionales y por las

importaciones realizadas a Estados Unidos y Argentina principalmente. En la Figura 2.2 se muestra la demanda estimada de éstas materias primas durante el período del 2000 al 2006.

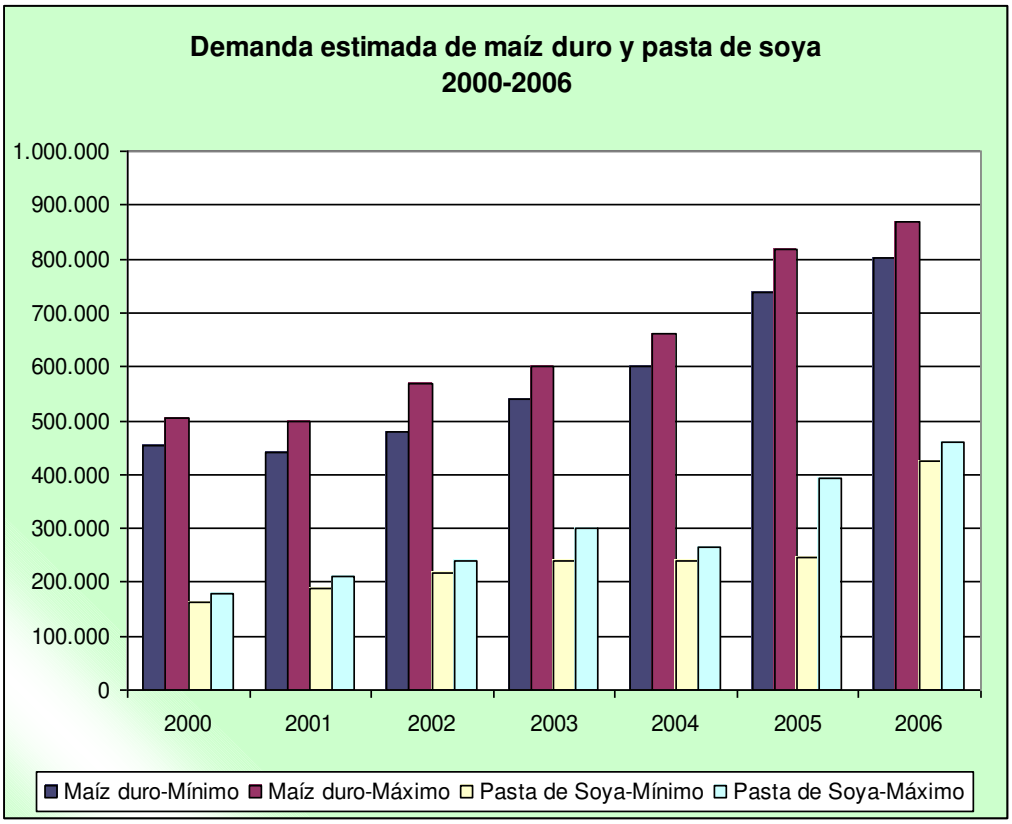


FIGURA 2.2. DEMANDA ESTIMADA (TM) DE MAÍZ DURO Y PASTA DE SOYA (2000-2006)

Fuente: Revista AFABA, Mayo/2007, Pág. 8.

En la tabla anterior se puede observar que los requerimientos de maíz duro se incrementaron en 24% en el 2005 y 7% en el 2006, mientras que la demanda de pasta de soya creció en un 49% en el 2005 y 17% en el 2006, situación que obedece al repunte de la

producción de camarones y tilapia, en cuyas fórmulas la pasta de soya representa alrededor del 25%.

Dentro de los principales productores de alimentos balanceados se encuentran: Pronaca, Afaba, Molinos Champion, Grupo Anhalzer, Unicol, Balanfeed, entre otros. De estos productores, Pronaca es la compañía avícola más grande del país, la misma que se encuentra integrada verticalmente y gran parte de su alimento balanceado lo utiliza para alimentar sus especies animales y el resto para venderlo. Esta compañía al igual que otras, reducen sus costos en aproximadamente 30% gracias a la elaboración de su propio alimento.

La dinámica del mercado de productos terminados, sobre todo en el sector avícola ha motivado el aumento en la producción de alimentos balanceados y se espera que ésta siga creciendo en los próximos años.

Según estimaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, la producción de alimentos balanceados en el 2006 alcanzó un volumen de 1'630.000 TM, superior en un 82% a la cifra registrada en el 2000. La industria de cárnicos también impulsó la producción de alimentos balanceados, que para este sector fue de 131.000 TM en el 2006, lo cual significa un incremento del 29% con respecto al año 2004.

2.2. Análisis de ventas históricas

La producción de alimentos balanceados de Balanfeed está dirigida a satisfacer la demanda de los siguientes sectores del mercado: avícola, ganadero, porcino, camaronero y de otras especies (cuyes, caballo, conejos, etc). En la Figura 2.3 se muestra la distribución de los alimentos vendidos en el 2007 por tipo de animal, en cuyo año se vendieron 76.549 TM de alimento balanceado.

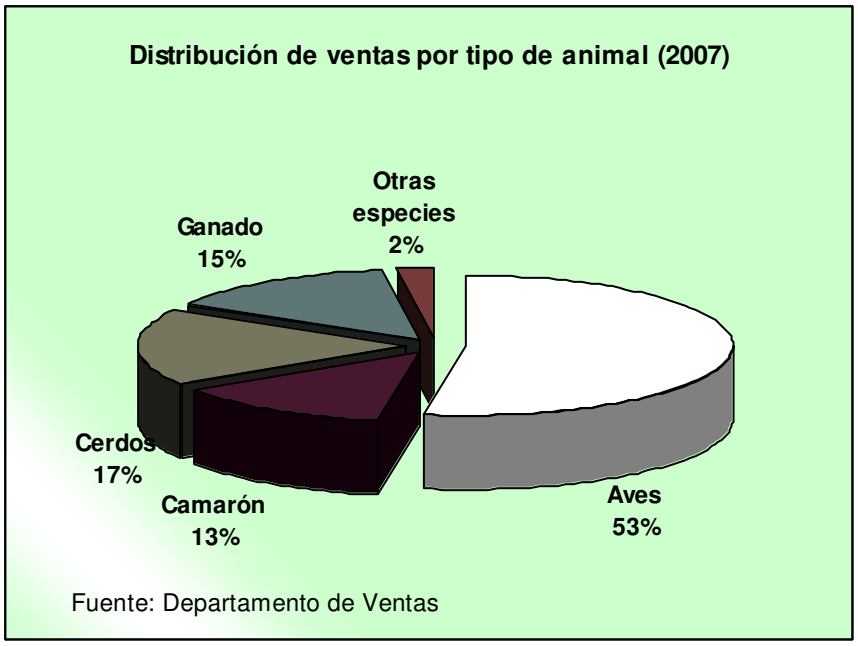


FIGURA 2.3. DISTRIBUCIÓN DE VENTAS DE ALIMENTO BALANCEADO POR TIPO DE ANIMAL (2007)

Los productos de la compañía son elaborados y vendidos en tres tipos de texturas que son pelet, granulado y polvo de acuerdo a los requerimientos del cliente. La distribución de ventas de

alimento balanceado por tipo de textura realizada en el año 2007 se muestran en las Tabla 3 y Figura 2.4.

TABLA 3

DISTRIBUCIÓN DE VENTAS POR TIPO DE TEXTURA (2007)

	ALIMENTOS PARA:						
TEXTURA	**Aves**	**Cerdos**	**Ganado**	**Camarón**	**Otros**	**Total**	**Porcentaje**
Polvo	12.438					12.438	**16%**
Pelet	2.226	13.149	11.192	7.742	1.609	35.918	**47%**
Granulado	25.429	227		2.538		28.193	**37%**
TOTAL	**40.093**	**13.375**	**11.192**	**10.280**	**1.609**	**76.549**	**100%**

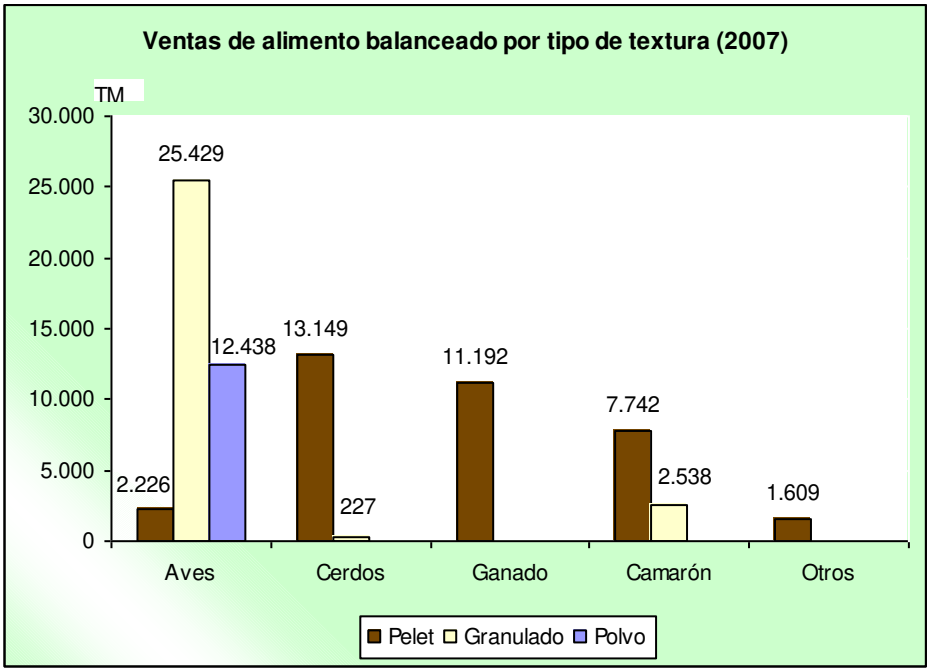


FIGURA 2.4. VENTAS DE ALIMENTO BALANCEADO POR TEXTURA (2007)

En los últimos años se ha tenido un crecimiento sostenido en cada una de los tipos de alimentos balanceados producidos. En la Tabla 4 y Figura 2.5 se muestra las ventas de alimento

balanceado por tipo de animal realizada en el período del 2001 al 2007.

TABLA 4

VENTAS ANUALES (TM) DE ALIMENTO BALANCEADO POR TIPO DE ANIMAL (2001-2007)

Tipo	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Aves	21.302	25.510	29.151	29.027	32.571	33.295	40.093
Cerdos	7.480	5.852	10.054	10.427	10.526	11.659	13.375
Ganado	6.141	6.255	5.180	5.515	6.073	7.736	11.192
Camarones	5.737	3.432	3.996	6.543	6.608	7.673	10.280
Otros	943	969	867	813	1.133	1.473	1.609
TOTAL	**41.604**	**42.018**	**49.249**	**52.326**	**56.911**	**62.836**	**76.549**
% crecimiento anual		**1%**	**17%**	**6%**	**9%**	**10%**	**22%**

Fuente: Departamento de Ventas

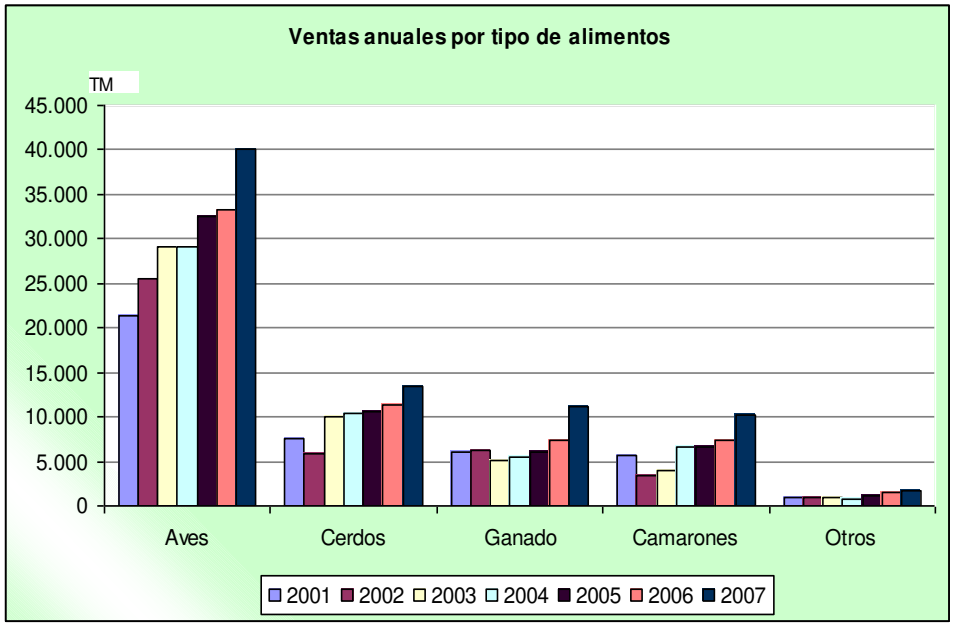


FIGURA 2.5. VENTAS ANUALES(TM) DE ALIMENTO BALANCEADO POR TIPO DE ANIMAL (2001-2007)

En la Tabla 4 se puede notar que las ventas de alimentos balanceados del año 2007 crecieron con respecto al año 2006 en 22% y con respecto al año 2001 su crecimiento fue del 84%.

La demanda de los alimentos balanceados es estacionaria, es decir existen épocas de altas y de bajas demandas. En la Tabla 5 y Figura 2.6 se muestra la demanda mensual de productos balanceados del año 2007, donde se puede observar que los meses de mayor demanda fueron Junio, Agosto, Noviembre y Diciembre.

TABLA 5

VENTAS MENSUALES (TM) DE ALIMENTO BALANCEADO POR TIPO DE ANIMAL (2007)

Mes	Aves	Cerdos	Ganado	Camarón	Otros	Total
Enero	2.443	967	802	701	126	**5.038**
Febrero	2.744	839	986	1.111	101	**5.781**
Marzo	3.374	1.305	1.019	1.011	168	**6.877**
Abril	3.359	1.122	822	854	130	**6.287**
Mayo	2.955	1.010	914	587	135	**5.601**
Junio	3.985	1.296	1.173	856	162	**7.473**
Julio	2.906	1.031	787	618	130	**5.472**
Agosto	3.608	1.199	1.203	1.042	198	**7.250**
Septiembre	3.296	826	771	859	80	**5.832**
Octubre	3.231	1.322	922	727	157	**6.359**
Noviembre	3.922	1.295	963	1.056	114	**7.349**
Diciembre	4.272	1.164	830	857	108	**7.230**
TOTAL	**40.093**	**13.375**	**11.192**	**10.280**	**1.609**	**76.549**

Fuente: Departamento de Ventas

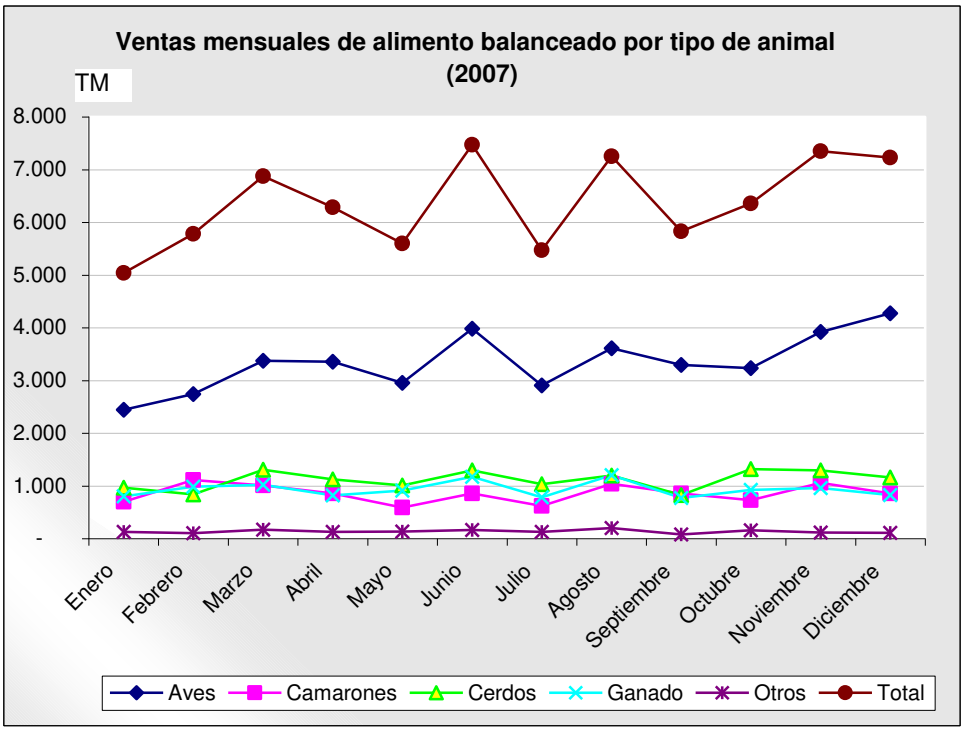


FIGURA 2.6. VENTAS MENSUALES DE ALIMENTO BALANCEADO POR TIPO DE ANIMAL (2007)

En cuanto a la cobertura de la compañía se puede decir que esta tiene clientes en todas partes del país. Su cobertura geográfica está distribuida de la siguiente manera: el 57% de sus clientes pertenecen a la Región Litoral, el 42 % a la Región Andina y el 1% a la Región Amazónica.

Por otro lado se tiene que la modalidad de ventas de la compañía es realizada bajo pedido. Y con respecto a los requerimientos de sus clientes se puede mencionar que éstos demandan productos de calidad (buena conversión) a precios razonables y adecuados a sus necesidades. Desean un buen servicio, así como flexibilidad

en sus pedidos y que se ajusten a los horarios que ellos establezcan. Desean soluciones integrales a sus requerimientos.

2.3. Proyecciones de ventas futuras

Según el Departamento de Ventas para el año 2008 se espera un crecimiento con respecto a las ventas totales del 2007 de aproximadamente el 5% por razones de capacidad de producción, como se puede mostrar en la Tabla 6.

TABLA 6

VENTAS ESPERADAS (TM) PARA EL AÑO 2008

Tipo de Animal	2008
Aves	41.696
Cerdos	13.991
Ganado	12.087
Camarones	10.816
Otros	1.721
TOTAL	**80.311**

Fuente: Departamento de Ventas

El proyecto se espera que esté concluido para el primer semestre del año 2009 y que la inversión sea amortizada en 10 años, entonces se proyectará las ventas en éste período de tiempo mediante una herramienta estadística conocida como la regresión lineal, la cual consiste en determinar mediante la ecuación de una curva o recta lineal la relación estadística que existe entre una variable dependiente (Y) y una o más variables independientes (X_1, X_2, X_3,…).

Por lo tanto, para las proyecciones de ventas por tipo de alimento balanceado se utilizaron los datos de ventas del 2001-2007 ya mostrados en las tablas 4 y 6, como también la ecuación de la recta del tipo Y = mX+c, en donde "Y" representa las ventas en toneladas métricas, "X" los años (de los cuáles se usó sus dos últimas décimas, es decir el 2001 será el año 01), "m" es la pendiente de la recta y "c" es la constante de la recta. En la Figura 2.7, se muestra la ecuación de regresión lineal obtenida para los datos de ventas de alimento balanceado para aves.

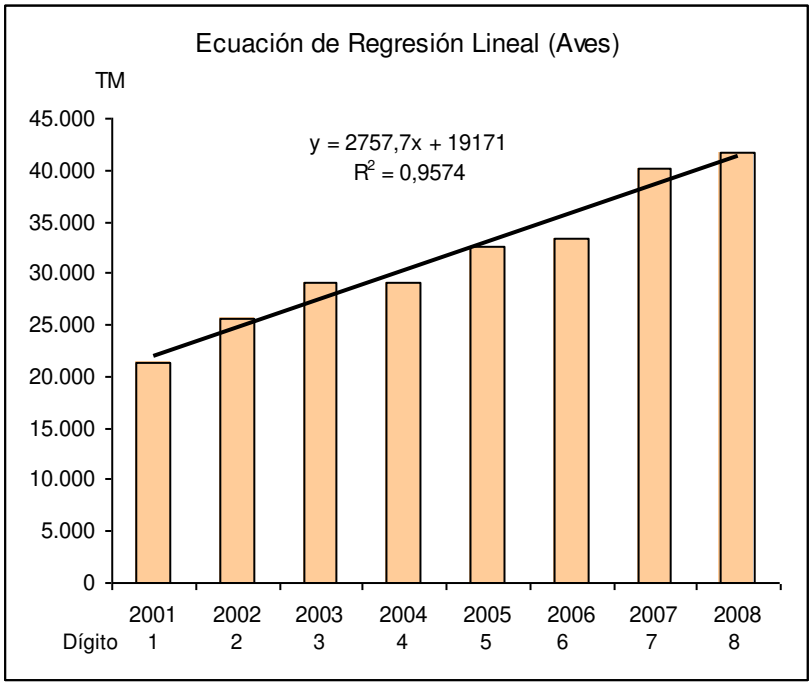


FIGURA 2.7. ECUACIÓN DE REGRESIÓN LINEAL PARA LAS PROYECCIONES DE VENTAS DE ALIMENTO PARA AVES

El valor de R^2 que se muestra en la figura 2.6 representa el coeficiente de determinación, el cual mide la proporción de la

variación total en Y que puede ser “explicada” por la variación en X de forma lineal. Obtener un valor de R^2 superior al 0.49 (R superior al 0.7) indica que existe una buena relación lineal. Por lo tanto la ecuación obtenida en la figura 2.7 tiene una buena relación lineal y los valores de Y (ventas) pueden ser explicados por los valores de X (años).

Con los datos de ventas de los otros tipos de alimentos mostrados en las Tablas 4 y 6 se aplicó el mismo procedimiento y se obtuvieron las ecuaciones lineales con sus correspondientes coeficientes de determinación que se muestran en la tabla 7.

TABLA 7

ECUACIONES DE REGRESIÓN LINEAL PARA LAS PROYECCIONES DE VENTAS DE BALANCEADO POR TIPO DE ANIMAL

Tipo de animal	Ecuación de regresión lineal (TM)	Coeficiente de determinación (R^2)
Aves	Y = 2.757,7 X + 19.171,1	0,957
Cerdos	Y = 1.034,6 X + 5.715,1	0,868
Ganado	Y = 876,56 X + 3.540	0,653
Camarones	Y = 952,2 X + 1.611	0,777
Otros	Y =128,43 X + 613	0,772

Una vez obtenidas las ecuaciones de regresión lineal se puede evaluar los años desde el 2009 (año 9) hasta el 2018 (año 18) para obtener las proyecciones de ventas durante este período que se muestran en las Tablas 8 y 9.

TABLA 8

VENTAS PROYECTADAS (TM) PARA EL PERÍODO 2009-2013

Tipo de Animal	2009	2010	2011	2012	2013
Aves	43.990	46.748	49.505	52.263	55.021
Cerdos	15.026	16.061	17.096	18.130	19.165
Ganado	11.429	12.306	13.183	14.059	14.936
Camarones	11.133	12.085	13.037	13.990	14.942
Otros	1.769	1.897	2.026	2.154	2.283
TOTAL	**83.348**	**89.097**	**94.847**	**100.596**	**106.345**
% crecimiento anual	**4%**	**7%**	**6%**	**6%**	**6%**

TABLA 9

VENTAS PROYECTADAS (TM) PARA EL PERÍODO 2014-2018

Tipo de Animal	2014	2015	2016	2017	2018
Aves	57.778	60.536	63.294	66.051	68.809
Cerdos	20.199	21.234	22.268	23.303	24.338
Ganado	15.812	16.689	17.565	18.442	19.318
Camarones	15.894	16.846	17.798	18.751	19.703
Otros	2.411	2.539	2.668	2.796	2.925
TOTAL	**112.095**	**117.844**	**123.594**	**129.343**	**135.093**
% crecimiento anual	**5%**	**5%**	**5%**	**5%**	**4%**

En la Tabla 8 se puede observar que en el 2009 se tendrá un crecimiento del 4% que es consistente con el hecho de que la planta mejorada empezará a funcionar a mediados de este año. En éstos 5 primeros años se espera que las ventas de alimentos balanceados crezcan a una tasa promedio del 6%. En la Tabla 9 se puede ver que las ventas esperadas crecerían a una tasa promedio del 5% anual, siendo el crecimiento de las ventas esperadas del 2018 con respecto al 2008 del 68%.

En la Tabla 10 se ha calculado la demanda mensual y la demanda trimestral promedio de alimento balanceado para el año 2018, en el cual se ha asumido que el comportamiento de su demanda es similar a la obtenida en el año 2007.

TABLA 10

VENTAS PROYECTADAS PARA LOS MESES DEL AÑO 2018

Mes	Aves	Cerdos	Ganado	Camarón	Otros	Total
Enero	4.192	1.759	1.385	1.343	229	8.907
Febrero	4.709	1.526	1.702	2.129	184	10.250
Marzo	5.791	2.375	1.759	1.938	304	12.168
Promedio 1º Trimestre						**10.442**
Abril	5.764	2.041	1.419	1.637	237	11.099
Mayo	5.072	1.838	1.577	1.125	246	9.857
Junio	6.839	2.359	2.025	1.641	294	13.158
Promedio 2º Trimestre						**11.371**
Julio	4.987	1.877	1.358	1.185	237	9.644
Agosto	6.192	2.182	2.077	1.997	360	12.808
Septiembre	5.656	1.503	1.331	1.647	145	10.282
Promedio 3º Trimestre						**10.911**
Octubre	5.545	2.405	1.592	1.393	285	11.221
Noviembre	6.731	2.356	1.662	2.025	207	12.980
Diciembre	7.331	2.118	1.432	1.643	196	12.720
Promedio 4º Trimestre						**12.307**
Total	**68.809**	**24.338**	**19.318**	**19.703**	**2.925**	**135.093**

En la tabla anterior se puede observar que para el año 2018 se vendería en el mes de mayor demanda (Junio) 13.158 TM y en el trimestre de mayor demanda (4º trimestre) se vendería en promedio 12.307 TM mensuales de alimento balanceado.

Finalmente se ha calculado en la Tabla 11 la demanda de alimentos balanceados por tipo de textura para el año 2018 siguiendo la misma distribución del año 2007.

TABLA 11

DEMANDA DE BALANCEADOS POR TIPO DE TEXTURA

(2018)

	ALIMENTOS PARA:					
TEXTURA	**Aves**	**Cerdos**	**Ganado**	**Camarón**	**Otros**	**TOTAL**
Polvo	21.346					21.346
Pelet	3.821	23.925	19.318	14.839	2.925	64.828
Granulado	43.642	412		4.864		48.918
TOTAL	**68.809**	**24.338**	**19.318**	**19.703**	**2.925**	**135.093**

2.4. Conclusiones

En éste capítulo se analizó el mercado de alimentos balanceados y se observó que en el transcurso del tiempo la industria de alimentos balanceados en general y la compañía Balanfeed ha tenido crecimientos importantes en la avicultura, ganadería, acuicultura, porcicultura y otros sectores de producción animal.

También se realizó las proyecciones de ventas futuras por tipo de animal para un período de 10 años, aplicando regresión lineal a los datos de ventas históricas, en los cuales se determinó que las ventas crecerían en los primeros 5 años del proyecto a una tasa

promedio del 6% anual y en los 5 siguientes años a una tasa promedio del 5% anual. Se proyectó que para el 2018 las ventas de alimentos balanceados serán de 135.093 TM y que su cuarto trimestre (mayor demanda) se venderá en promedio 12.307 TM mensuales de alimento balanceado.

CAPÍTULO 3

3. ANALISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL

En el presente capítulo se analizará el proceso productivo actual para determinar en qué etapas del proceso se puede realizar cambios para mejorar la competitividad de la compañía. Por lo tanto, se empezará con un análisis de costos, luego se describirá el proceso productivo. Consecuentemente se diagramará y hará un análisis de valor de las actividades del proceso productivo para finalizar con la realización de un análisis de operaciones.

3.1. Análisis de costos

El análisis de costos es sumamente importante ya que el mismo mide el sacrificio económico en el que se haya incurrido para alcanzar las metas de una organización. En el caso de un producto, el costo representa la medición monetaria de los recursos que se hayan usado, como los materiales, mano de

obra, y los costos indirectos. Por lo tanto, en la Tabla 12 se presentan los costos de ventas en porcentaje con respecto a las ventas realizadas por la compañía durante el año 2007.

TABLA 12

COSTOS DE VENTAS PORCENTUALES

Partida contable	Porcentaje
Ventas netas	**100,00%**
Costos de Materiales	**80,86%**
Materia Prima	79,03%
Sacos, Etiquetas e Hilos	1,83%
Costos de Producción	**7,32%**
Mano de Obra Directa e Indirecta	3,36%
Repuestos y Mantenimiento	1,15%
Servicios Básicos	0,93%
Combustibles y Lubricantes	0,60%
Depreciación	0,45%
Seguro	0,27%
Suministros	0,24%
Otros costos	0,32%

Fuente: Departamento Financiero

Como se puede observar en la Tabla 12, los costos de materiales y de producción representan el 80,86% y 7,32% de las ventas netas respectivamente. Lo cual sumándole los gastos administrativos, de ventas y financieros dejan una utilidad muy baja.

Por lo tanto, con el fin de reducir estos costos se mejorará los procesos de producción mediante la incorporación de equipos más eficientes y la automatización de ciertos procesos manuales que serán identificados y descritos en la siguiente sección.

3.2. Descripción del proceso de producción actual

El proceso de producción de la compañía Balanfeed forma parte de la Cadena de Valor mostrada en la Figura 3.1, la misma que fue desarrollada clasificando las actividades que se realizan en la compañía en actividades primarias y de soporte. Las actividades primarias son aquellas que están relacionadas con la creación física del producto, su logística, sus ventas y servicio al cliente. Estas actividades son apoyadas por la dirección administrativa e infraestructura de la organización.

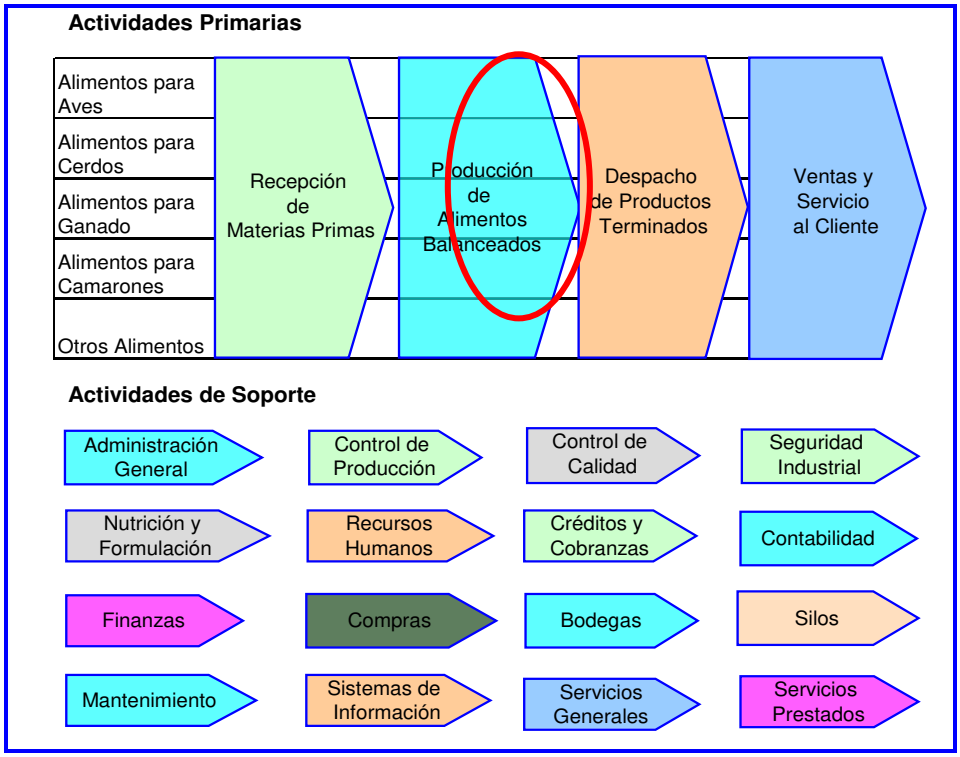


FIGURA 3.1. CADENA DE VALOR DE BALANFEED

Para la producción de los diferentes productos de la compañía se consume varios ingredientes, que la compañía los clasifica en macro ingredientes, micro ingredientes y líquidos, los cuales representan respectivamente el 95.5%, 2.8% y 2.7% del consumo total de producción. En la Tabla 13 y Figura 3.2 se muestra distribución del consumo de los ingredientes durante el 2007, donde se puede notar que los tres principales ingredientes son el maíz (local e importado), la pasta de soya y el polvillo, los cuáles respectivamente representan el 42%, 23% y el 9% del consumo total.

TABLA 13

DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE INGREDIENTES EN EL 2007

Ingrediente	Consumo (TM)	Porcentaje
Maíz importado	20.235	26,4%
Pasta de soya importada	16.168	21,1%
Maíz local	12.020	15,7%
Polvillo	6.678	8,7%
Trigo	2.930	3,8%
Arrocillo	2.639	3,4%
Harina de pescado industrial	2.386	3,1%
Semisemita	2.297	3,0%
Micro ingredientes	2.168	2,8%
Líquidos	2.101	2,7%
Palmiste	1.320	1,7%
Pasta de soya local	1.303	1,7%
Soya expandida	1.006	1,3%
Caliza	676	0,9%
Afrecho de malta	478	0,6%
Harina de pescado pista	439	0,6%
Harina de calamar	387	0,5%
Otros macro ingredientes	1.319	1,7%
TOTAL	**76.549**	**100%**

Fuente: Departamento de Contabilidad

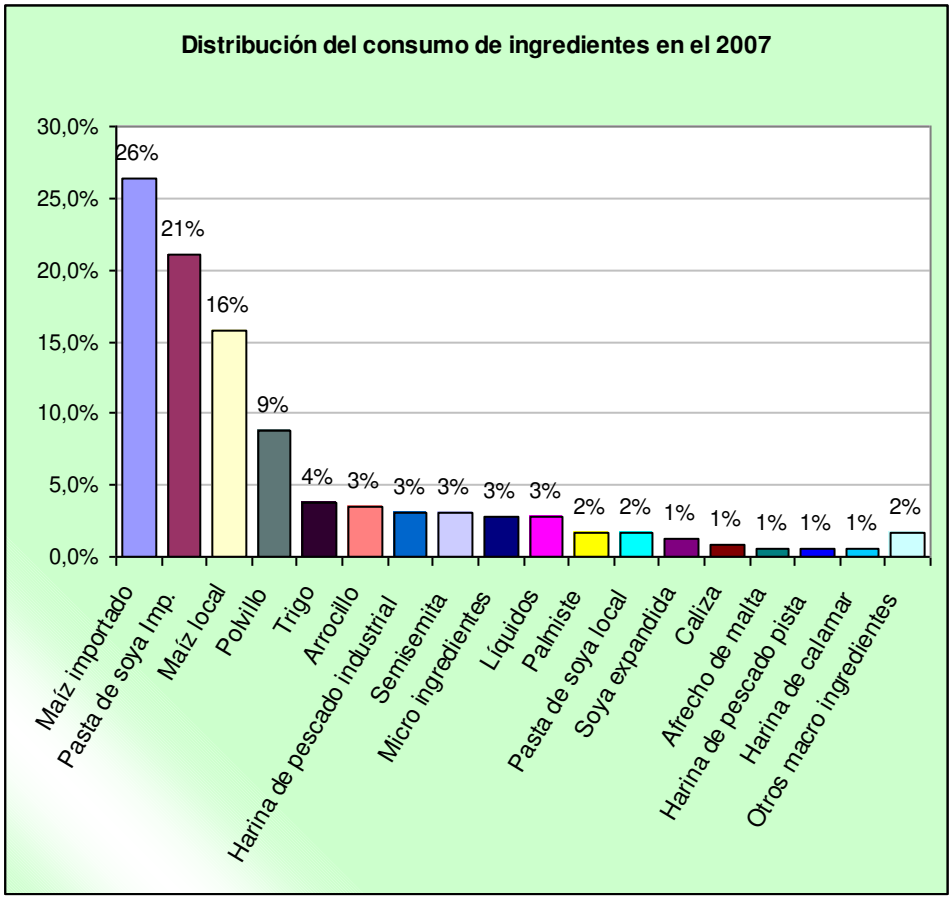


FIGURA 3.2. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE INGREDIENTES EN EL 2007

Las materias primas son almacenadas en cuatro áreas: el área de silos para el almacenamiento de granos como el maíz y el trigo, el área de líquidos, la bodega de macro ingredientes y la bodega de micro ingredientes para el almacenamiento de ingredientes ensacados, para luego ser enviadas al área de producción para su procesamiento.

El procesamiento de materias primas para la elaboración de los diferentes tipos de alimentos balanceados es realizado en dos líneas de producción:

- Línea # 1, en la cual se produce alimentos para aves, cerdos, ganado y otras especies de menor demanda. Los diferentes alimentos pueden ser producidos en los tres tipos de textura que se mencionó en el capítulo anterior y que son pelet, granulado y polvo.

- Línea # 2, en la cual se produce alimentos para aves, cerdos, camarones y otras especies de menor demanda. Estos alimentos sólo pueden ser producidos en las texturas pelet y granulado, ya que debido a la configuración del layout de ésta línea no se puede producir en textura polvo.

La producción de los diferentes tipos de alimentos sigue los subprocesos o etapas que se muestran en el Apéndice A, donde se puede observar que la producción de los alimentos para aves en textura polvo es realizada en 6 etapas. En cambio, la producción de los alimentos para camarones en textura granulada es realizada en 14 etapas.

A continuación se describe cada uno de los subprocesos de las líneas de producción mostrados en el Apéndice A:

1) **Molienda de macro ingredientes**

El procesamiento de las materias primas empieza con la molienda de macro ingredientes, en el cual se muele maíz, pasta de soya, trigo, palmiste, arrocillo, afrecho de malta, los mismos que representan aproximadamente el 75% de los ingredientes que se consumen en la producción de los alimentos balanceados. Para la molienda de estos macro ingredientes se cuentan con dos molinos de martillos de 1780 rpm y 3560 rpm (Figura 3.3). Los productos una vez molidos son almacenados en un banco de tolvas.

FIGURA 3.3. MOLINO DE MARTILLOS PARA MOLIENDA

El rendimiento de la molienda depende principalmente de: el tipo de ingrediente, el tamaño de criba o malla que se utiliza

(2mm, 4mm) y el molino utilizado (siendo el molino de 3560 rpm recomendado para pulverización de ingredientes). En la Tabla 14 se detalla el rendimiento promedio de los molinos para los principales ingredientes que requieren molienda.

TABLA 14

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DEL PROCESO DE MOLIENDA

3.3. Ingrediente	*3.4. Molino*	*3.5. Criba*	*3.6. TM/Hora*
3.7. Maíz	3.8. 1	3.9. 4mm	3.10. 12
3.11. Maíz	3.12. 1	3.13. 2mm	3.14. 7
3.15. Maíz	3.16. 2	3.17. 4mm	3.18. 10
3.19. Maíz	3.20. 2	3.21. 2mm	3.22. 6
3.23. Pasta de soya	3.24. 1	3.25. 4mm	3.26. 7
3.27. Pasta de soya	3.28. 1	3.29. 2mm	3.30. 5
3.31. Pasta de soya	3.32. 2	3.33. 4mm	3.34. 7
3.35. Pasta de soy	3.36. 2	3.37. 2mm	3.38. 5

a			
3.39. Trigo	**3.40. 1**	**3.41. 2mm**	**3.42. 5**
3.43. Trigo	**3.44. 2**	**3.45. 2mm**	**3.46. 4**

Fuente: Departamento de Producción

2) Dosificación de macro ingredientes

Una vez abastecidas las tolvas con los macro ingredientes a utilizar (ingredientes molidos y no molidos) y recibida la información nutricional o fórmula de los alimentos, se procede a la dosificación o bacheo de macro ingredientes en las mezcladoras de las diferentes líneas.

En la Línea #1 se dosifica los macro ingredientes a una mezcladora horizontal mediante un sistema de dosificación semiautomático que permite controlar de mejor manera la adición de los macro-ingredientes. En cambio en la línea #2, se dosifica manualmente los macro ingredientes mediante la ayuda de carros-báscula a dos mezcladoras verticales.

FIGURA 3.4. ÁREAS DE DOSIFICACIÓN DE INGREDIENTES

3) Premezclado de macro ingredientes

Esta operación sólo se lo realiza en la Línea #2. Los macro-ingredientes una vez dosificados manualmente con los carros básculas son premezclados en 2 mezcladoras verticales cada una con una capacidad de 2TM (Figura 3.5) para luego ser envíados al subproceso de pulverizado en el caso de alimentos para camarón o al subproceso siguiente en el caso de los demás alimentos.

FIGURA 3.5. MEZCLADORAS VERTICALES

4) Filtrado de impurezas de la mezcla

Una vez realizada la premezcla de macro ingredientes en la Línea #2, esta requiere ser filtrada en un equipo barredor (Figura 3.6) para eliminar impurezas que podrían afectar la calidad del alimento.

FIGURA 3.6. BARREDOR

5) Pulverizado de macro ingredientes

En la Línea #2, los alimentos para camarones continúan con el subproceso de pulverizado en el que se utiliza un molino de

martillos de alta revolución, es decir de 3600RPM (Figura 3.7), el cual permite pulverizar las partículas premezcladas a 230 micras de diámetro promedio geométrico, con la ventaja de no perder en el medio ambiente componentes que afecten a la calidad nutricional de este tipo de alimentos y evitando a la vez la contaminación del medio ambiente.

FIGURA 3.7. MOLINO DE MARTILLOS PARA PULVERIZADO

6) **Dosificación de líquidos y premezclas de micro ingredientes**

Realizada las operaciones anteriores según el tipo de alimento y la línea de producción, se procede a la dosificación de líquidos y premezclas de micro ingredientes en las mezcladoras horizontales de las líneas #1 y #2.

En la línea #1, los líquidos como el aceite de palma y melaza son dosificados con un sistema automático (Figura 3.8) compuesto por tres tanques de almacenamiento de líquidos, un tanque báscula, cuatro bombas (tres para abastecimiento de líquidos y una bomba para dosificación a la mezcladora). En cambio en la línea #2, los líquidos son adicionados a partir de tanques pequeños y control visual, es decir no se cuenta con un proceso automático.

FIGURA 3.8. SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDOS (LÍNEA 1)

Las premezclas de micro ingredientes son dosificadas manualmente en cada una de las mezcladoras de las líneas #1 y #2. La preparación de estas premezclas de micro ingredientes es realizada manualmente con antelación en el

área de premezclas (Figura 3.9) donde se cuentan con balanzas para pesar cada uno de los micro ingredientes, los mismos que son depositados en contenedores plásticos o sacos.

FIGURA 3.9. ÁREA DE PREMEZCLAS DE MICRO INGREDIENTES

7) Mezclado de ingredientes

Una vez dosificados todos los ingredientes en las mezcladoras horizontales (Figura 3.10), éstos son mezclados y de éste subproceso se obtiene una mezcla homogénea de ingredientes de suma importancia para que el producto final satisfaga las garantías nutricionales y de calidad. El producto obtenido de la mezcla se denomina Polvo y puede ser vendido en dicha textura según los requerimientos del cliente. Formada la mezcla, en el caso de la línea 1, esta es filtrada en el equipo

barredor para eliminar impurezas, de la misma forma como se la describió en la etapa 4 de la línea 2.

FIGURA 3.10. MEZCLADORA HORIZONTAL

8) Preacondicionado y peletizado

En el caso de que se requiera alimento en textura pelet, la mezcla es acondicionada con vapor saturado a una determinada presión (10-60 PSI) según los ingredientes del alimento. El vapor ingresa a la cámara de preacondicionamiento (Figura 3.11), transfiere su calor latente a la mezcla hasta condensarse y humedecerla, elevándose la temperatura hasta un promedio de 90ºC. Esta adición conjunta de calor y humedad gelatinizan los almidones contenidos en la dieta para facilitar el peletizado, donde se moldea la mezcla en partículas más gruesas mediante la compresión y rotación de un sistema compuesto por un dado y dos rodillos realizada en

la cámara de la peletizadora. Una vez formados los pelets estos pasan al subproceso de enfriado, excepto los pelets para camarón que requieren un subproceso adicional de post acondicionamiento.

FIGURA 3.11. PREACONDICIONADOR Y PELETIZADORA

En las líneas #1 y #2 se disponen de dos peletizadoras por línea. La capacidad de producción de cada peletizadora depende del alimento a elaborar (Tabla 15), ya que para cada tipo de alimento en textura pelet tiene un diámetro y longitud diferente (Figura 3.12). Las peletizadoras constituyen el cuello de botella del proceso de producción, es decir éstas restringen o limitan la salida de toda la producción.

.TABLA 15

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DEL PROCESO DE PELETIZADO

3.47. Alimentos peletizados	*3.48. Línea*	*3.49. Líne*
3.50. Aves	**3.51. 6-10**	**3.52. 4-6**
3.53. Cerdos	**3.54. 5-8**	**3.55. 4-6**
3.56. Ganado	**3.57. 6-9**	**3.58. -----**
3.59. Camarón	**3.60. -----**	**3.61. 3-5**

3.62. Otros	**3.63.4-7**	**3.64.3-5**

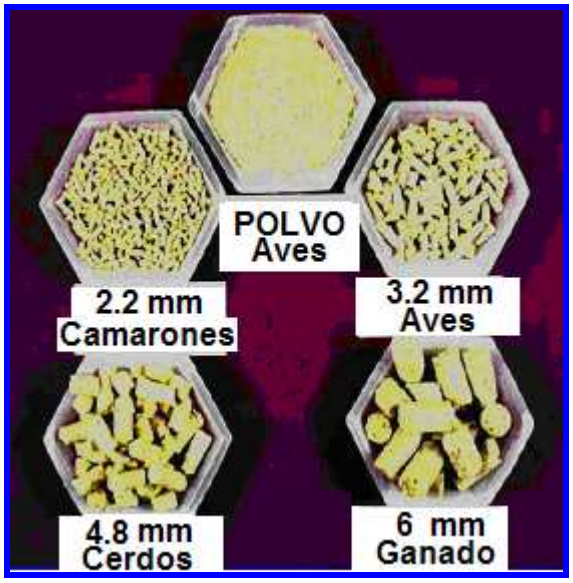


FIGURA 3.12. ALIMENTOS EN POLVO Y PELET

Un alimento peletizado asegura que se consuma una ración equilibrada, esto debido a que la peletización reduce la segregación de los diferentes ingredientes dentro del alimento terminado, y además proporciona la inocuidad de los alimentos, volviéndolos más digestibles.

9) Post acondicionado

Los alimentos para camarón, una vez peletizados pasan al post-acondicionador (Figura 3.13), equipo que en función a la temperatura-tiempo-humedad permite conseguir un mayor desdoblamiento de los almidones, lo que a su vez se traduce en una mejor conversión e hidro-estabilidad del alimento.

FIGURA 3.13. POST-ACONDICIONADOR

10) Enfriado

Los alimentos peletizados requieren de un subproceso de enfriado, donde se enfría con el movimiento del aire de un ventilador, el cual libera la humedad de los alimentos y por ende la temperatura del producto. Los finos en suspensión en el aire de enfriamiento se separan en un colector y se regresan a las peletizadoras para su reprocesamiento.

Los equipos de enfriamiento de cada línea son de diferentes tecnologías. En la línea #1 se cuenta con un enfriador de contraflujo (Figura 3.14) y en la línea #2 se tiene un enfriador horizontal (Figura 3.15). De éstos equipos, el más eficiente es el enfriador de contraflujo ya que requiere aproximadamente la mitad de la cantidad total de aire que necesita el enfriador horizontal, por ende utiliza menos energía.

FIGURA 3.14. ENFRIADOR DE CONTRAFLUJO

FIGURA 3.15. ENFRIADOR HORIZONTAL

En la línea #2 se cuenta adicionalmente con un equipo depurador de olores (Figura 3.16) que se encuentra conectado con el enfriador horizontal y es utilizado para la purificación de los gases que se originan por el uso de materias primas de origen animal como la harinas de pescado y de calamar, permitiendo de esta manera emitir el aire a la atmósfera libre de toda contaminación.

FIGURA 3.16. DEPURADOR DE OLORES

11)Granulado

En el caso de que el cliente desee el producto final en textura granulada, éstos se descargan del enfriador y pasan a un desmoronador (Figura 3.17), el mismo que rompe los pelets mediante la compresión de dos rodillos.

FIGURA 3.17. DESMORONADOR

12) Tamizado

Tanto los alimentos en textura pelet como granulado pasan por un subproceso de tamizado o zarandeo, donde ocurre una separación del producto en las zarandas (Figura 3.18), enviando el producto aceptable a las tolvas de empaque, mientras que las partículas gruesas son direccionadas a reproceso.

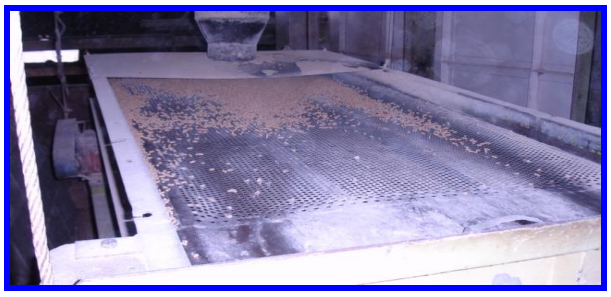


FIGURA 3.18. ZARANDA

13) Baño de aceite

Los alimentos para camarón requieren de un subproceso adicional que constituye la adición o baño de aceite de pescado en un homogenizador (Figura 3.19), con el fin de complementar los requerimientos nutricionales y tener un mayor aprovechamiento de la especie.

FIGURA 3.19. HOMOGENIZADOR

14) Empaque

Una vez elaborados los distintos alimentos, éstos son empacados en sacos, etiquetados y cosidos en los equipos de empaque de cada línea de producción (Figura 3.20), los cuáles están integrados por una ensacadora electrónica, una cosedora, un transportador de bandas horizontal y uno inclinado. Una vez empacados los productos son colocados en pallets y transportado a la bodega de productos terminados mediante un montacargas.

FIGURA 3.20. EQUIPOS DE EMPAQUE

Durante los subprocesos mencionados se utilizan para el manejo de materiales varios elevadores de cangilones (Figura 3.21), transportadores de tornillos sin fin (Figura 3.22) y distribuidores ((Figura 3.23).

FIGURA 3.21. ELEVADORES DE CANGILONES

FIGURA 3.22. TRANSPORTADORES DE TORNILLOS SIN FIN

FIGURA 3.23. DISTRIBUIDORES

3.65. Diagramación y análisis de valor del proceso productivo actual

Una vez descrito el proceso productivo se procederá a la diagramación y análisis de valor de cada una de sus líneas de producción. Para la diagramación se utilizará dos tipos de diagramas: el diagrama de flujo y el diagrama de proceso.

El **diagrama flujo o circulación** permite visualizar de manera esquemática el movimiento de los materiales a través del proceso mediante el uso de pequeñas flechas que muestran el sentido del flujo, así como maquinarias y equipos representados por gráficos o símbolos. En el Apéndice B.1 se muestra el diagrama de flujo actual desde el subproceso de molienda hasta el almacenamiento de macro ingredientes en el banco de tolvas que son parte de las líneas #1 y #2, pero que físicamente están juntos. Y en los Apéndices B.2 y B.3 se presentan respectivamente los diagramas de flujos actuales de las líneas #1 y #2 separadas desde la dosificación de macro ingredientes hasta el empaque de productos terminados. Como complemento a éste diagrama se muestra en el Apéndice C, la distribución de las dos líneas de producción en un dibujo tridimensional.

Para mayor comprensión de los diagramas anteriores, se tiene el **diagrama de proceso** que permite identificar las actividades del

proceso en 5 grupos: Operaciones, transportes, demoras, inspecciones y almacenamiento, las mismas que son representadas por los símbolos definidos por la ASME (American Society of Mechanical Engineers) en 1972. En la Tabla 16 se muestra el conjunto estándar de símbolos para diagramas de proceso según la ASME.

TABLA 16

SÍMBOLOS ESTÁNDARES PARA DIAGRAMAS DE PROCESO

Símbolo	Tipo de actividad	Descripción
	Operación	Se produce o efectúa algo
	Transporte	Se cambia de lugar o se mueve
	Inspección	Se verifica calidad o cantidad
	Demora	Se interfiere o retrasa
	Almacenamiento	Se guarda o protege

En el Apéndice D.1 se muestra el diagrama de proceso actual de la línea 1 para la producción de alimento para aves en textura granulada y en el Apéndice D.2 se muestra el diagrama de proceso actual de la línea 2 para la producción de alimento para camarones en textura granulada.

El diagrama de procesos también permite realizar el análisis de valor, el cual consiste en clasificar las actividades que agregan valor (operaciones) de las actividades que no lo agregan

(transporte, inspección, demora, almacenamiento). En la Tabla 17 se muestra el análisis de valor de las líneas de producción 1 y 2, donde se puede observar que las operaciones (actividades que agregan valor) representan respectivamente el 42% y 41% de las actividades.

TABLA 17

ANÁLISIS DE VALOR DE LAS ACTUALES LÍNEAS 1 Y 2

Simbología	Tipo de actividad	Línea 1		Línea 2	
		Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
	Operación	11	42%	15	41%
	Transporte	9	35%	13	35%
	Inspección	0	0%	0	0%
	Demora	0	0%	0	0%
	Almacenamiento	6	23%	9	24%
TOTAL		**26**	**100%**	**37**	**100%**

3.66. Análisis de operaciones

El análisis de operaciones es el paso siguiente a la presentación de los hechos en forma de diagramas. En el análisis de operaciones se debe analizar cada paso u operación del método actual por medio de un enfoque claro y específico hacia el mejoramiento. El enfoque del análisis de operaciones está compuesto por 10 elementos de análisis que se muestra en la Figura 3.24.

FIGURA 3.24. ELEMENTOS DEL ANÁLISIS DE OPERACIONES

Para realizar el análisis de operaciones se utilizó una lista de comprobación y se evaluaron los elementos de análisis con la ayuda de la información investigada en la bibliografía y la proporcionada por el personal administrativo y operativo de la compañía, tal como se muestra en la Tabla 18.

TABLA 18

LISTA DE COMPROBACIÓN DEL ANÁLISIS DE OPERACIONES

Preguntas	Respuestas		Notas
	Si	No	
(1) Finalidad de la operación			
¿Puede eliminarse alguna operación?		X	Todas las operaciones son necesarias.
¿Se puede variar el orden de las operaciones?	X		La operación de limpieza se la puede realizar después del abastecimiento de macro ingredientes y la operación de molienda se la puede realizar después de la dosificación y premezclado de macro ingredientes (Comparar los Apéndices A y E). Variando el orden de la molienda se molería lo justo y necesario para producir determinado alimento reduciéndose el inventario en proceso, además se puede obtener un tamaño de partícula mas uniforme, se mejoraría la homogeneidad de la mezcla y la calidad final del pelet.
(2) Diseño del producto			
¿Se puede variar el diseño del producto?	X		Los pelets para camarón de 2.2 mm de diámetro se los puede hacer de 1.8 mm de diámetro para mejorar su conversión, es decir, se permite que los camarones tengan mayor opción de alimentarse (50% más cantidad de pellets por Kg). Para el resto de los alimentos su diseño está bien.
(3) Tolerancias			
¿Son las tolerancias del producto las adecuadas?	X		Las tolerancias del producto (peso, dimensiones del alimento, dureza del pelet, hidroestabilidad y porcentaje de finos) sí son las adecuadas.
¿Los instrumentos de medición de las tolerancias son los adecuados?	X		Los instrumentos de medición que se utilizan en el Departamento de Control de Calidad son los adecuados.
(4) Materiales			
¿Pueden sustituirse los que se utilizan por otros más baratos?	X		Se puede reemplazar el trigo utilizado en el procesamiento de alimentos para camarón por maíz que es más económico, mediante la mejora del proceso de pulverizado.
¿Se recibe el material con características uniformes y están en buenas condiciones al llegar al operario?	X		Los materiales llegan en buenas condiciones al operario para el procesamiento de los alimentos.
Preguntas	**Respuestas**		**Notas**
	Si	**No**	

¿Se utilizan completamente los materiales?		X	Para los procesos de limpieza de las líneas de producción se requiere dosificar una o dos toneladas de pasta de soya cuando se realizan cambios entre producciones donde exista el riesgo de contaminación cruzada, dicho material en ocasiones puede ser reutilizado.
¿Podría reducirse el almacenamiento del material?	X		El almacenamiento de los materiales molidos podrían reducirse, moliendo los macro ingredientes después de la dosificación de materiales.
(5) Manejo de materiales			
¿Se pueden reducir el número de manipulaciones?	X		Automatizando las operaciones de dosificación de ingredientes se pueden reducir las manipulaciones.
¿Existe retraso en la entrega de materiales en la línea de producción?		X	Los materiales son entregados a tiempo en la línea de producción.
¿Se puede reducir el transporte y el número de transportadores?	X		Integrando las dos líneas de producción en una alta torre de producción para aprovechar la gravedad como medio de transporte.
¿Son adecuados el equipo de transporte que se utiliza?		X	Los transportadores de tornillos dejan trazas de alimentos después de las operaciones de mezclado. Estos pueden ser reemplazados por otro tipo de transportadores que sean auto-limpiantes y no presenten este problema.
(6) Procesos de manufactura			
¿Existen operaciones que pueden hacerse más económicamente a mano o máquinas?	X		Las operaciones de dosificación de ingredientes se la puede automatizar para reducir muchas operaciones manuales.
¿Se puede reducir el tiempo improductivo?	X		Reemplazando los equipos obsoletos por equipos nuevos. Reduciendo los tiempos de preparación de los equipos.
¿Las máquinas y equipos que se utilizan son adecuados para el proceso?		X	Algunos equipos están tecnológicamente desactualizados como las mezcladoras verticales, el enfriador horizontal de la línea 2.
¿Existen procesos defectuosos?		X	Existen algunas máquinas y equipos que ya cumplieron su vida útil y que constantemente requieren mantenimiento correctivo como las peletizadoras, los molinos de martillos.
Preguntas	**Respuestas**		**Notas**
	Si	**No**	
¿Los controles del proceso son los adecuados?		X	La mayor parte del control del proceso es realizada manualmente, por lo que se genera mucho papeleo, que generalmente es almacenado y no analizado de manera

			estadística.
¿Se puede mejorar los controles del proceso?	X		Automatizando varios procesos mediante PLC (controladores lógicos programables).
¿Se puede aumentar la calidad del producto modificando factores físicos o químicos del proceso?	X		Según estudios realizados por Reimer (1992) y otros autores, la calidad del pelet es proporcionalmente dependiente de los siguientes factores: ▪ 40% en la formulación de los alimentos ▪ 20% en el tamaño de partícula ▪ 20% en el acondicionamiento ▪ 15% en las especificaciones del dado de la peletizadora. ▪ 5% en el enfriamiento Por lo tanto, la calidad de los alimentos se la mejorará: 1) Dosificando con mayor exactitud las fórmulas de los diferentes alimentos. 2) Moliendo los ingredientes en un sólo diámeto de agujero de criba para que las partículas molidas sean más uniformes. 3) Pulverizando a un menor tamaño de partículas los ingredientes utilizados para la producción de alimentos para camarón, lo cual permitirá también reducir sus costos de formulación. 4) Aumentando el tiempo de retención en el preacondicionado para que la mezcla pueda tener un mayor contacto con el vapor, lo cual permitirá disminuir la carga microbiológica inicial hasta esterilizarla, como también obtener una mayor gelatinización de los almidones. 5) Reduciendo el diámetro del agujero de los dados para la producción de pelets de camarón de 2,2mm a 1,8mm. 6) Utilizando un enfriador de contraflujo en la línea 2 tal como se utiliza en la línea 1, el mismo que ha demostrado ser más eficiente en la práctica.

Preguntas	**Respuestas**		**Notas**
	Si	**No**	
(7) Herramientas y accesorios			
¿Son las adecuadas para el trabajo?	X		En la planta no existe problema con las herramientas y accesorios que se utilizan ya sea para el montaje y preparación de la maquinaria.
¿Tiene el operario el número suficiente de	X		Cada operador tiene su juego herramientas para realizar la

herramientas?			preparación de la maquinaria para los cambios de lotes de producción o para realizar el mantenimiento de la misma.
(8) Preparación y montaje de maquinaria			
¿Puede el operador montar y/o preparar su propia máquina?	X		Cada operador de la planta está capacitado para montar y preparar su propia máquina.
¿Se puede reducir el número de montajes y preparaciones?	X		Los montajes en el proceso de molienda se pueden reducir moliendo los ingredientes en un solo tamaño de criba o malla.
(9) Condiciones de trabajo			
¿Es adecuada la iluminación y ventilación?	X		En la planta no existe problema con la iluminación y la ventilación.
¿Los operarios usan equipos de protección personal?	X		Todos los operadores de la planta están obligados a usar equipos de protección personal.
¿Existe limpieza y orden en el lugar de trabajo?		X	En ciertas operaciones se genera mucho polvo porque no se cuenta con algunos equipos extractores de polvo y también porque existen fugas en algunas conexiones entre equipos.
¿Los tiempos de descanso son los adecuados?	X		Los operadores pueden descansar durante media hora en cada turno de trabajo.
(10) Distribución del equipo en planta			
¿El tipo de distribución del equipo en planta es el adecuado para la producción?		X	La distribución de la planta requiere de muchos elevadores para el transporte de materiales.
¿Se pueden juntar equipos similares?	X		Los equipos del proceso similares que se encuentran separados por la distribución de cada línea de producción pueden ser juntados en una torre de producción integrada.

3.67. Conclusiones

En el presente capítulo se determinó por medio de la diagramación y análisis de valor que el 59% de las actividades

realizadas en cada una de las líneas de producción no agregaban valor.

Mediante el análisis de operaciones realizado se determinó que:

- El nuevo proceso productivo tendrá una torre de producción con las dos líneas integradas, donde se aprovechará la gravedad como medio de transporte para reducir los elevadores y transportadores.
- La calidad de los productos se la mejorará moliendo los ingredientes en un mismo tamaño de criba, pulverizando a un menor tamaño de partícula los ingredientes para poder hacer alimentos de camarón en pelets de 1.8mm de diámetro, incrementando el tiempo de retención en el preacondicionamiento y utilizando enfriadores de contraflujo.
- Los molinos de martillos y las peletizadoras no se utilizarían por los problemas de mantenimiento, así como las mezcladoras verticales y el enfriador horizontal por tener tecnología anticuada.
- Se cambiará el orden de las operaciones de limpieza, dosificación, premezclado y molienda de macro ingredientes para automatizar estas operaciones.

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DEL NUEVO PROCESO PRODUCTIVO

En los dos capítulos anteriores se definieron los principales requerimientos del nuevo proceso productivo, por lo que el presente capítulo tiene como objeto desarrollar un proceso productivo con mayor capacidad de producción de alimentos de alta calidad y con mayor nivel de automatismo. Para lo cual, se empezará con la determinación las necesidades de capacidad. Luego se determinará los requerimientos técnicos de las maquinarias, equipos y sistema de control a utilizarse en el nuevo proceso de producción. Consecuentemente, se procederá a la diagramación y análisis de valor del proceso.

4.1. Determinación de necesidades de capacidad

Para satisfacer las ventas pronosticadas en el capítulo 2, es necesario determinar las necesidades de capacidad de las dos líneas de producción que satisfagan dichas ventas. En aquel capítulo se obtuvo que para el año 2018 se vendería 135.093 TM

de alimento balanceado y en su trimestre de mayor demanda se vendería en promedio 12.307 TM mensuales de alimento balanceado. Por lo tanto, para determinar la capacidad de producción futura se utilizarán ciertos parámetros referentes a la capacidad de producción de las líneas actuales, pero primero se definirán los siguientes términos:

- La Capacidad Teórica (CT) o capacidad de diseño, es el volumen de output máximo que se puede obtener en condiciones ideales.
- El Factor de Utilización (%U) determina la proporción de tiempo productivo utilizado del total de horas reales planificadas.
- El Factor de Eficiencia (%E) es la relación existente entre la producción que debe se obtener y la que se obtuvo realmente.
- La Capacidad Real (CR) es el volumen del output que puede ser logrado por período de tiempo en circunstancias normales de producción. Su fórmula de cálculo es: CR=CTx%Ux%E.
- La Capacidad Real Ponderada (CRP) es la sumatoria de los productos entre las capacidades reales por alimento (CR) y sus porcentajes respectivos de producción en la Línea (%P).

En la tabla 19 se ha calculado la capacidad real por línea de producción utilizando los datos proporcionados por el departamento de producción.

Cabe mencionar que la capacidad de los alimentos en textura pelet y granulada está restringida por la capacidad de peletizado y la de alimento en textura polvo está restringida por la capacidad de mezclado, los mismos que constituyen los cuellos de botella del proceso actual y también los serán para el nuevo proceso de producción.

TABLA 19

CAPACIDAD REAL DE PRODUCCIÓN ACTUAL

Alimento para:	Textura	Ø del pelet (mm)	CT (TM/h)	%U	%E	CR (TM/h)	Prod. 2007 (TM)	%P	CRx%P (TM/h)
Aves	Pelet, Granulado	3,2	8,0	85%	92%	6,26	19.402	38%	2,37
	Polvo	--	14,0	95%	95%	12,64	12.438	24%	3,07
Cerdos	Pelet, Granulado	4,8	7,8	85%	90%	5,97	7.265	14%	0,85
Ganado	Pelet	6,0	7,7	85%	90%	5,85	11.192	22%	1,28
Otros	Pelet, Granulado	3,2	5,5	85%	80%	3,76	975	2%	0,07
					CRP de la Línea #1 (TM/h):				**7,63**
Aves	Pelet, Granulado	3,2	5,2	90%	92%	4,27	8.253	33%	1,39
Cerdos	Pelet	4,8	5,4	85%	90%	4,11	6.110	24%	0,99
Camarón	Pelet, Granulado	2,2	3,9	85%	85%	2,80	10.280	41%	1,14
Otros	Pelet, Granulado	3,2	4,2	85%	80%	2,86	634	3%	0,07
					CRP de la Línea #2 (TM/h):				**3,60**

Fuente: Departamento de Producción

Como se puede observar en la tabla anterior, las capacidades reales ponderadas de las líneas #1 y #2 son de 7,63 TM/h y 3,60 TM/h respectivamente, las cuáles dan una capacidad total de

producción real de 11,23 TM/h (capacidad teórica total de 14TM/h). La planta puede producir como máximo en 27 días y en 2 turnos de 12 horas/día, por lo que la capacidad real máxima mensual es de 7.277 TM. Entonces para producir en promedio 12.307 TM mensuales de alimento balanceado se requiere aumentar la capacidad de producción real en 69%, lo cual sería equivalente a 18,99 TM/h (ó 455.8 TM/día).

Para determinar la capacidad real esperada por línea se distribuirá esta en base a la distribución de la demanda de alimento balanceado esperada para el 2018 (obtenida en la Tabla 11) por textura y línea de producción, asumiendo la distribución de producción obtenida en el 2007, pero con una variación en la producción de alimento para aves en textura polvo por el hecho de que se requiere producirlo en ambas líneas. En la Tabla 20 se presenta lo antes mencionado, donde se puede observar que las líneas 1 y 2 deberán tener capacidades reales de 11,58 TM/h y 7,41 TM/h respectivamente.

TABLA 20

DISTRIBUCIÓN DE DEMANDA DE ALIMENTO BALANCEADO

POR TIPO DE TEXTURA Y LÍNEA DE PRODUCCIÓN (2018)

Alimento	Textura	Línea 1		Línea 2	
		Porcentaje	TM	Porcentaje	TM
Aves	Pelet, Granulado	70%	33.299	30%	14.164
	Polvo	70%	14.942	30%	6.404
Cerdos	Pelet, Granulado	54%	13.219	46%	11.118
Ganado	Pelet	100%	19.318	0%	0
Camarón	Pelet, Granulado	0%	0	100%	19.703
Otros	Pelet, Granulado	61%	1.772	39%	1.153
Producción por línea (TM)		**61%**	**82.551**	**39%**	**52.541**
Capacidad por línea (TM/h)			**11,58**		**7,41**

Para determinar la capacidad teórica o de diseño por tipo de alimento en cada línea de producción del nuevo proceso productivo se hará lo siguiente:

a) Poner la capacidad real de cada alimento en función (F) de la menor capacidad real por línea actual. En el caso de la Línea #1, la menor capacidad real es de 3,76 TM/h (otros alimentos) y en la Línea #2 es de 2,8 TM/h (camarones), pero como se desea procesar camarones en pelet cuyo diámetro sea de 1,8 mm su capacidad debería disminuir en un 30% (por la mayor compresión que se generaría en los dados y rodillos de la peletizadora), es decir debería ser de 1,96 TM/h (=2,8x0,7). Por otro lado, como se hará alimentos para aves en textura polvo en ambas líneas, la capacidad de alimento en polvo de las línea 1 y 2 será 45% mayor a la capacidad de peletizado

de alimento para aves en textura pelet y granulada (considerando la proporción entre 14.942 y 33.299 TM y la proporción entre 6.404 y 14.164 TM de alimento para aves mostrados en la tabla anterior), es decir la capacidad real de polvo sería respectivamente de 9,64 TM/h y 6,19 TM/h. En la Tabla 21 se muestra capacidad real por alimento en función de la menor capacidad por línea.

TABLA 21

DETERMINACIÓN DE FUNCIONES DE CAPACIDADES REALES

Alimento para:	Textura	LP	Ø del pelet (mm)	CR (TM/h) modificada	Función (F)
Aves	Pelet, Granulado	1	3,2	6,26	1,67A
	Polvo	1	----	9,07	2,41A
Cerdos	Pelet, Granulado	1	4,8	5,97	1,59A
Ganado	Pelet	1	6,0	5,85	1,56A
Otros	Pelet, Granulado	1	3,2	3,76	A
Aves	Pelet, Granulado	2	3,2	4,27	2,18B
	Polvo	2	----	6,19	3,17B
Cerdos	Pelet	2	4,8	4,11	2,10B
Camarones	Pelet, Granulado	2	1,8	1,96	B
Otros	Pelet, Granulado	2	3,2	2,86	1,46B

b) Multiplicar las funciones halladas por el porcentaje de producción esperado (%P) en cada línea para el año 2018, para obtener las funciones de capacidades reales ponderadas, que se muestran en la Tabla 22. Luego sumar las funciones de capacidad ponderadas por línea e igualarla a las capacidades ponderadas reales esperadas en cada línea (1,75A=11,58 y

1,83B=7,41), para hallar los valores de A y B que respectivamente son 6,62 TM/h y 4,06 TM/h.

TABLA 22

DETERMINACIÓN DE FUNCIONES DE CAPACIDADES REALES PONDERADAS

Alimento para:	Textura	LP	Función (F)	Producción 2018	%P	Fx%P
Aves	Pelet, Granulado	1	1,67A	33.299	40,3%	0,67A
	Polvo	1	2,41A	14.942	18,1%	0,44A
Cerdos	Pelet, Granulado	1	1,59A	13.219	16,0%	0,25A
Ganado	Pelet	1	1,56A	19.318	23,4%	0,36A
Otros	Pelet, Granulado	1	A	1.772	2,1%	0,02A
		Total		**82.551**	**100%**	**1,75A**
Aves	Pelet, Granulado	2	2,18B	14.164	27,0%	0,59B
	Polvo	2	3,17B	6.404	12,2%	0,39B
Cerdos	Pelet	2	2,10B	11.118	21,2%	0,44B
Camarón	Pelet, Granulado	2	B	19.703	37,5%	0,38B
Otros	Pelet, Granulado	2	1,46B	1.153	2,2%	0,03B
		Total		**52.541**	**100%**	**1,83B**

c) Finalmente, reemplazar los valores de A y B en la Tabla 21 para obtener las capacidades reales por tipo de alimento, las mismas que se deberán dividir para sus correspondientes factores de eficiencia y utilización para obtener las capacidades teóricas futuras para cada tipo de alimento, tal como se presentan en la Tabla 23.

TABLA 23

DETERMINACIÓN DE CAPACIDADES TEÓRICAS FUTURAS

Alimento para:	Textura	LP	Ø del pelet (mm)	%P	CR (TM/h)	%U	%E	CT (TM/h)
Aves	Pelet, Granulado	1	3,2	40,3%	11,03	85%	92%	14
	Polvo	1	---	18,1%	15,99	95%	95%	18
Cerdos	Pelet, Granulado	1	4,8	16,0%	10,52	85%	90%	14
Ganado	Pelet	1	6,0	23,4%	10,32	85%	90%	13
Otros	Pelet, Granulado	1	3,2	2,1%	6,62	85%	80%	10
			Capacidad teórica ponderada (línea 1)					**15**
Aves	Pelet, Granulado	2	3,2	27,0%	8,85	90%	92%	11
	Polvo		---	12,2%	12,84	95%	95%	14
Cerdos	Pelet	2	4,8	21,2%	8,52	85%	90%	11
Camarón	Pelet, Granulado	2	1,8	37,5%	4,06	85%	85%	6
Otros	Pelet, Granulado	2	3,2	2,2%	5,92	85%	80%	9
			Capacidad teórica ponderada (línea 2)					**9**

En la tabla anterior se puede observar que las nuevas líneas #1 y #2 deben tener respectivamente una capacidad teórica ponderada de 15 TM/h y 9 TM/h de alimento balanceado, por lo tanto la capacidad teórica de la planta deberá ser de 24 TM/h. También se puede ver que la línea #1 debe tener una capacidad de diseño de 14 TM/h de alimento para aves (pelet de Ø3,2mm) o cerdos (pelet de Ø4,8mm) y 18 TM/h de alimento en polvo; y la nueva línea #2 debe estar diseñada para una producción de 11 TM/h de alimento para aves o cerdos, 14 TM/h de alimento en polvo y 6 TM/h de alimento para camarón en pelet de Ø1,8mm, donde esta última se incrementaría a 8,6 TM/h (=6/0,7) si se produjera alimento en pelet de Ø2,2mm.

4.2. Determinación de requerimientos técnicos

Una vez determinada la capacidad de diseño requerida y teniendo en cuenta los cambios a realizarse en el proceso productivo según el análisis de operaciones realizado en el capítulo 3, se procedió mediante una serie de reuniones con el equipo del proyecto, a la determinación de los requerimientos técnicos de las maquinarias, equipos y sistema de control a utilizarse en cada uno de los subprocesos de las nuevas líneas de la producción que se muestra en el Diagrama de Bloques del Apéndice E:

1) Filtrado de impurezas

El nuevo proceso de producción empezará con la alimentación de ingredientes provenientes de las áreas de silos y de la bodega de macro ingredientes, los mismos que serán filtrados de impurezas en dos equipos barredores nuevos, similares a los instalados en las líneas actuales de producción (Figura 3.6), es decir con mallas cuyos agujeros sean de 8mm de diámetro. Cada uno de los barredores se encontrará instalado entre los nuevos elevadores de cangilones (que alimentará a las líneas de producción de macro ingredientes) y los nuevos distribuidores (que distribuirán los macro ingredientes a un banco de tolvas para su posterior procesamiento), tal como se puede observar en el esquema de la Figura 4.1.

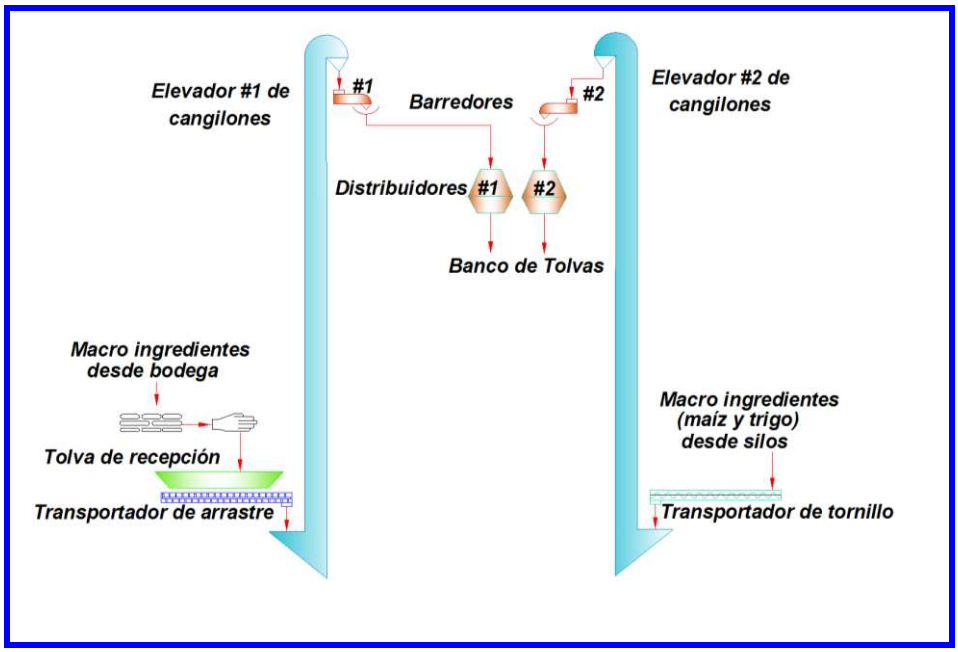


FIGURA 4.1. ESQUEMA DE UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE ALIMENTACIÓN Y FILTRADO DE MACRO INGREDIENTES

En el esquema anterior también se puede observar que el abastecimiento de los diferentes tipos de macro ingredientes provenientes de la bodega serán abastecidos en una tolva de recepción (similar a la ya utilizada), los mismos que serán transportado por un transportador de arrastre tipo paletas de fondo semicircular (Figura 4.2), que se caracteriza por ser autolimpiante (es decir no deja trazas de ingredientes) y es adecuado para las aplicaciones que requieren de movimiento horizontal de ingredientes, donde se transportan varios ingredientes o alimentos con medicamentos usando el mismo

transportador. Este equipo también será usado en los subprocesos posteriores al mezclado de ingredientes.

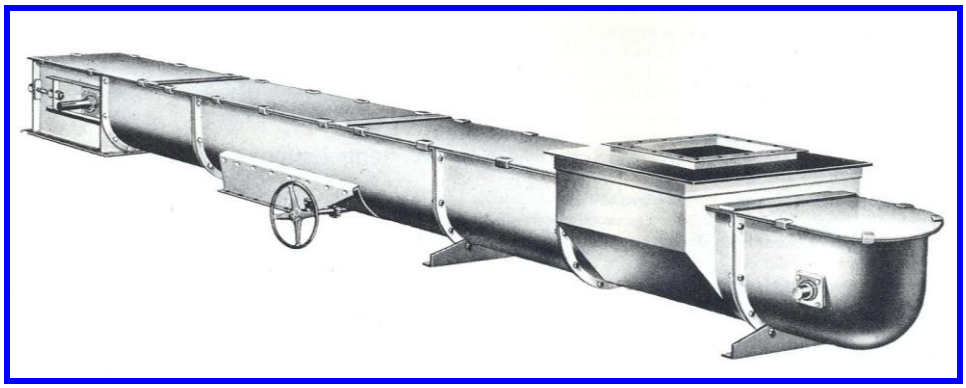


FIGURA 4.2. TRANSPORTADOR DE ARRASTRE
Fuente: Robert McEllhiney, Tecnología para la fabricación de alimentos balanceados, Pág. 150

La capacidad de alimentación y filtrado debería ser de al menos 31 TM/h, ya que se requiere producir en la planta 32 TM/h de alimento en textura polvo y por el hecho de que los macro ingredientes representan el 95,5% del consumo total. Esta capacidad de 31 TM/h se debería distribuir en aproximadamente la mitad (15,5 TM/h) ya que los macro ingredientes en granos (maíz y trigo) y los macro ingredientes ensacados representan respectivamente el 46% y 48,5% del consumo total. Pero, el transportador de tornillo proveniente desde los silos que alimentan los granos, cuya capacidad es de aproximadamente 20 TM/h, no se cambiará, entonces con el fin de tener capacidad adicional para futuras ampliaciones y para proteger a los subprocesos cuello de botella, la capacidad

de alimentación y filtrado para los macro ingredientes ensacados también será de 20 TM/h.

2) Dosificación de macro ingredientes

Una vez filtrados y almacenados los macro ingredientes en el banco de tolvas, serán dosificados en dos sistemas de dosificación automático (uno por línea), por el hecho de que es necesario evitar la contaminación cruzada entre la producción de los diferentes tipos de alimentos. Para estos sistemas de dosificación se prevé realizar sublotes de 2 toneladas métricas, tal como se realiza en la Línea 1 actualmente, por la diversidad de productos (alrededor de 190) y por los pequeños tamaños de sublotes por corrida de producción (Ver Apéndices F.1 y F.2).

Los ingredientes de mayor consumo irán en el banco de tolvas de macro ingredientes y serán aquellos que sean dosificados por lo menos en 100 Kg por sublote con un nivel de confianza del 90% (promedio más 1,3 desviaciones estándar). Para determinar los ingredientes mayores, se tomó como muestra tres semanas de producción del mes de noviembre del 2007 y se determinó el consumo semanal promedio de los macro ingredientes en toneladas métricas (TM), el número de corridas de producción, el número de sublotes de 2 TM en el

que se incluyó el macro ingrediente, el promedio de dosificación del macro ingrediente por sublote y su desviación estándar. En el Apéndice G se muestra los cálculos para determinar los ingredientes que irán en tolvas de macro ingredientes (el resto de los ingredientes se los considerará como ingredientes menores y serán dosificados en conjunto con los micro ingredientes). Estos macro ingredientes fueron separados por línea de producción, según los ingredientes que contienen cada una de las formulaciones de los alimentos que se procesarán en estas líneas (Ver Apéndice H). En la Tabla 24 se muestra los ingredientes que se dosificarán en el sistema de dosificación de macro ingredientes de las líneas de producción #1 y #2.

También se procedió a determinar la cantidad de tolvas y su frecuencia de llenado de macro ingredientes para un día de producción, tal como se muestra en el Apéndice I, para el cual se halló los consumos promedios de macro ingredientes para satisfacer las 455,8 TM/día reales, los mismos que fueron luego divididos por su probabilidad de consumo diario determinándose los consumos reales y estos a su vez se dividieron para la cantidad de ingrediente que se puede almacenar en tolvas estándares de 14m^3 y 28m^3 a un 95% de

su capacidad, determinándose que se requieren 10 tolvas de $14m^3$ y 4 tolvas de $28m^3$.

TABLA 24

MACRO INGREDIENTES A DOSIFICARSE POR LÍNEA DE PRODUCCIÓN

3.68. Ingrediente	*3.69. Línea de 3.70. Producción*
3.71. Maíz	**3.72. 1 y 2**
3.73. Pasta de Soya	**3.74. 1 y 2**
3.75. Polvillo de Arroz	**3.76. 1 y 2**
3.77. Arrocillo	**3.78. 1 y 2**
3.79. Trigo	**3.80. 2**
3.81. Semisemita	**3.82. 1**
3.83. Harina de Pescado Industrial	**3.84. 2**
3.85. Soya Expandida	**3.86. 1 y 2**
3.87. Palmiste	**3.88. 1**
3.89. Harina de Pescado Pista	**3.90. 2**
3.91. Banharina	**3.92. 1**
3.93. Afrecho de Malta	**3.94. 1**
3.95. Harina de Calamar	**3.96. 2**

De los materiales a dosificarse según la tabla anterior, existen 4 ingredientes que tienen un alto contenido de grasa como la soya expandida, las harinas de calamar, pescado industrial y pista, cuya característica hace que el ingrediente tenga una alta compactación y una difícil fluidez. Para evitar la compactación de estos ingredientes y facilitar su fluidez se acoplará un aparato vibro-extractor (Figura 4.3) a cada una de las 4 tolvas donde estos ingredientes se almacenarán (Figura 4.4).

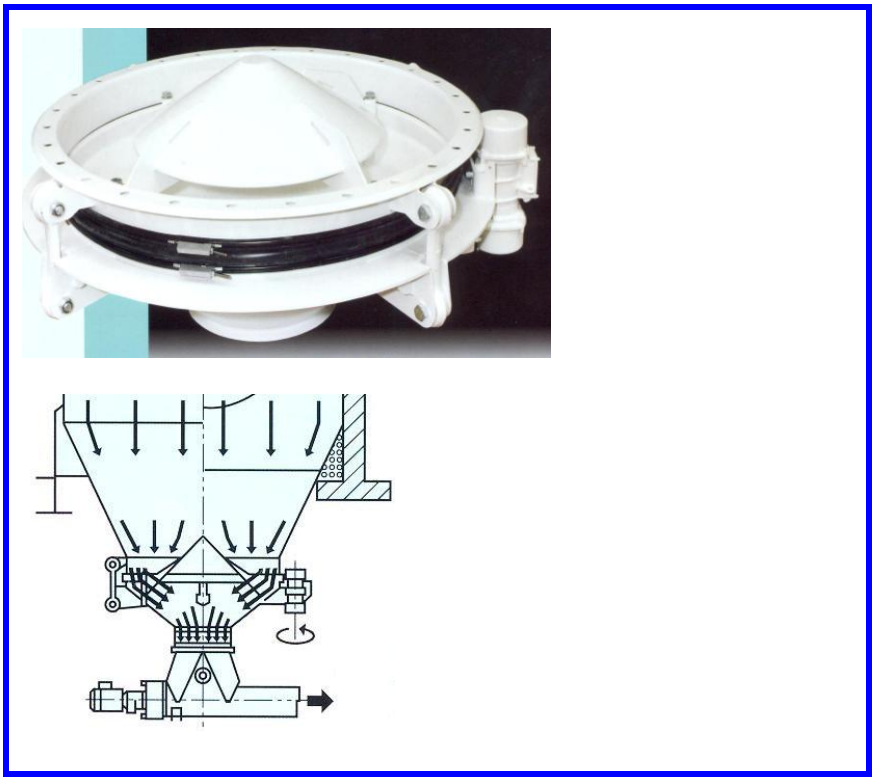


FIGURA 4.3. APARATO VIBRO-EXTRACTOR
Fuente: Catálogo de Buhler

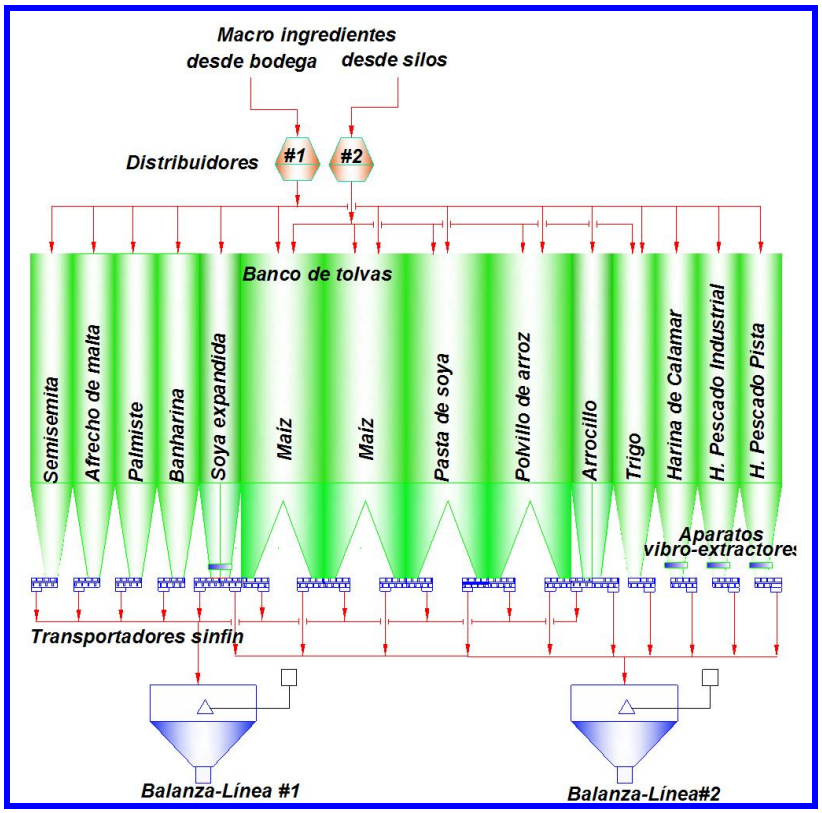


FIGURA 4.4. ESQUEMA DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE MACRO INGREDIENTES

Los distribuidores #1 y #2 que alimentarán el banco de tolvas (Ver Figura 4.4), tendrán respectivamente 14 salidas y 6 salidas, donde cada salida estará conectada a una tolva mediante una tubería de Ø6" en acero negro, con una inclinación mínima de 35º (granos) y 60º (resto de macro ingredientes) para permitir la fluidez de los diferentes ingredientes a almacenarse, según los datos mostrados en la Tabla 25.

TABLA 25

INCLINACIONES DE TUBERÍAS RECOMENDADAS

3.97. Capacidad (TM/h)	*3.98. Material*	*3.99. Inclinación Min. Tubería*	*3.100. Diámetro Min. 3.101. Tubería*
3.102. 20-40	**3.103. Granos**	**3.104. 35º**	**. Ø6pulg**
	3.106. Ingred. suaves	**3.107. 60º**	
3.108. 40-60	**3.109. Granos**	**3.110. 35º**	**3.111. Ø8pulg**
	3.112. Ingred. suaves	**3.113. 60º**	
3.114. 60-80	**3.115. Granos**	**3.116. 35º**	**3.117. Ø10pulg**

Fuente: Robert McEllhiney, Tecnología para la fabricación de alimentos balanceados, Pág. 85.

La mínima capacidad de dosificación de macro ingredientes para que la Línea 1 esté balanceada (cuando se produzca

alimentos para aves en textura polvo) debería ser de 17 TM/h, ya que de las 18 TM/h de alimento en polvo que se requiere producir, el 91.4% lo constituyen los macro ingredientes (tal como se especifica en el Apéndice H), pero para proteger al subproceso de mezclado (cuello de botella) cuando se produzca alimento en textura polvo y por las pequeñas corridas de producción, se duplicará la mínima capacidad de dosificación, es decir se dosificará a 34 TM/h; lo cual implicará que los tornillos sinfín dosificadores tengan un flujo volumétrico de 56 m^3/h, considerando una densidad ponderada de macro ingredientes de 0,612 TM/m^3. En cambio en la Línea 2, donde también se hará alimento para aves en polvo a una tasa de producción de 14TM/h, la capacidad de dosificación másica y volumétrica será respectivamente de 26 TM/h y 42 m^3/h, teniendo en cuenta las consideraciones anteriores.

Por otro lado, las balanzas tendrán un volumen de 4 m^3 (tamaño estándar), considerando que se requiere como mínimo 3,8 m^3 para almacenar 1,85 TM de macro ingredientes para la producción de alimento para ganado (cuya densidad es 0,482 TM/m^3) y 3,3 m^3 para almacenar 1,77 TM de macro ingredientes para camarones (con una densidad de 0,542 TM/m^3), según las fórmulas del Apéndice H.

Tanto las balanzas como las tolvas de almacenamiento estarán fabricadas en planchas lisas en acero negro de 4 mm de espesor (similares a las tolvas actuales). Sus paredes inferiores tendrán una inclinación mínima de 60º para permitir la descarga o fluidez de los diferentes ingredientes a almacenarse.

3) **Premezclado de macro ingredientes**

Una vez dosificados los macro ingredientes en cada línea, estos serán premezclados en dos tolvas mezcladoras (Figura 4.5), una por línea, cuyo volumen será igual al de las balanzas, es decir de 4 m^3. Estas tolvas mezcladoras contarán con celdas de cargas para controlar por diferencia de peso la alimentación de los macro ingredientes al molino de martillos. Cuando esté vacía esta tolva mezcladora enviará una señal analógica al sistema de control (que posteriormente será descrito), el cual hará que se abran las compuertas de las balanzas para que descargue mediante gravedad el siguiente sublote de producción y de esta manera mantener la continuidad del proceso de producción.

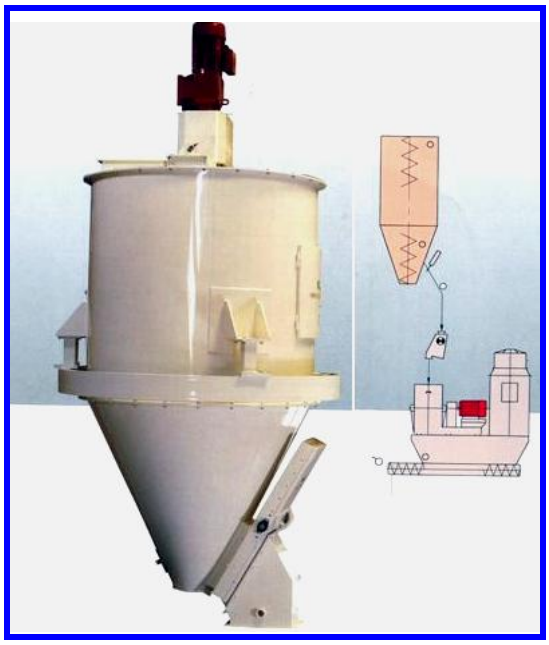


FIGURA 4.5. TOLVA MEZCLADORA
Fuente: Catálogo de Andritz-Sprout Corporation

4) Molienda de macro ingredientes

Premezclados los macro ingredientes serán molinos en dos nuevos molinos de martillos horizontales (Figura 4.6) similares a los actuales (selección hecha en base a la experiencia obtenida de los técnicos de la planta en el uso de este tipo de maquinaria). Los molinos de las Líneas 1 y 2 deberían tener respectivamente una capacidad de producción de 17 TM/h y 13 TM/h, teniendo en cuenta que se requieren 91,4% de macro ingredientes para producir en cada línea 18 TM/h y 14 TM/h de alimento para aves en textura polvo.

FIGURA 4.6. NUEVO MOLINO DE MARTILLOS
Fuente: Catálogo de Andritz-Sprout Corporation

Los macro ingredientes premezclados se molerán en un solo tamaño de agujero de criba o malla (Ø2 mm ó Ø3 mm, dependiendo del tipo de alimento a producir), lo cuál permitirá obtener un tamaño de partícula más uniforme, mejorar la homogeneidad de la mezcla y la calidad final del pelet.

La capacidad del molino de martillos está definida por el área de trabajo o de cribado, la misma que depende de los ingredientes a moler, el tamaño de agujero en la criba y las revoluciones del molino, tal como se mencionó en el capítulo anterior. Para calcular las áreas de trabajo de los nuevos molinos se aplicará regla de 3 a los datos del molino actual de 1780 RPM, cuando se muelen ingredientes en cribas con

agujeros de Ø3 mm para la producción de alimentos en textura polvo:

Molino	Área de Trabajo	Capacidad
Molino Actual	AT=0,88 m^2	C = 8 TM/h
Nuevo Molino 1	AT_1=?	C_1=17 TM/h
Nuevo Molino 2	AT_2=?	C_2=13 TM/h

Por lo tanto, las áreas de trabajo de los molinos de martillos 1 y 2 deberían ser respectivamente de al menos 1,87 m^2 y 1.43 m^2. Pero como los fabricantes de equipos de molienda no producen molinos con estas áreas de trabajo, se tendrá molinos con 2 m^2 (3.100 $pulg^2$) y 1,55 m^2 (2.400 $pulg^2$) de área de trabajo, cuyas capacidades serían respectivamente de 18 y 14 TM/h en cribas con agujeros de Ø3 mm.

Por otro lado, cada molino de martillos estará conectado a un sistema de aspiración de polvos compuesto por un filtro de mangas (Figura 4.7) y un ventilador, con el fin de evitar emisiones de polvo al medio ambiente y para ayudar que el molino trabaje con mayor eficiencia.

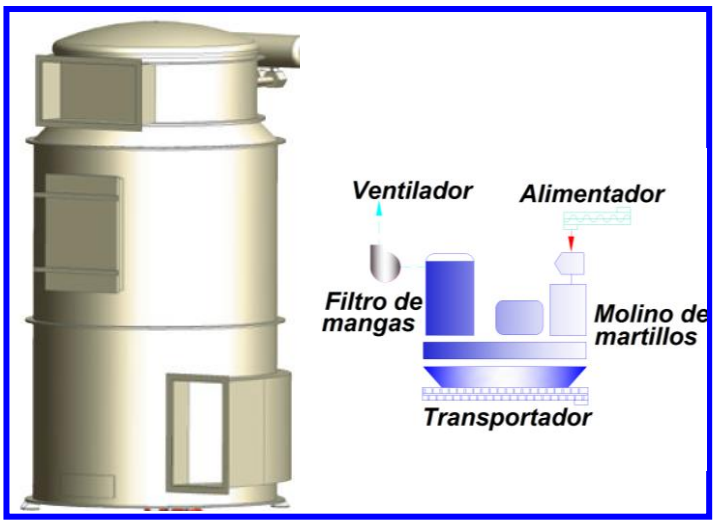


FIGURA 4.7. FILTRO DE MANGAS
Fuente: Catálogo de Andritz-Sprout Corporation

La capacidad del sistema de aspiración de polvo se la mide en unidades de flujo volumétrico como CFM (pies cúbicos de aire por minuto). Algunos fabricantes de equipos de molienda recomiendan que para un apropiado diseño del sistema de aspiración, su capacidad sea: CFM=1,3 x pulg^2 del área de trabajo del molino. Entonces, la capacidad de aspiración del sistema de aspiración de polvo para los molinos 1 y 2 deberá ser respectivamente de al menos 4.030 y 3.120 CFM.

5) Pulverizado de macro ingredientes

En la pulverización de los macro ingredientes para la producción de los alimentos para camarón ya no se utilizará el actual molino de martillos de alta revolución (3600 RPM) donde se obtienen tamaños de partículas alrededor de 250 micrones, sino que se usará un molino pulverizador (Figura 4.8) de 6 TM/h de capacidad productiva (obtenida de la Tabla 23). Este tipo de molino se utilizará con el fin de obtener tamaños de partículas inferiores a los 150 micrones, ya que al tener un menor tamaño de partícula existen mas puntos de contactos, lo cual permitirá mejorar el enlace entre los componentes de la mezcla, así como también va a permitir

que el vapor en el subproceso posterior de preacondicionamiento se condense en mas partículas, haciendo que se transfiera su calor y el agua sea absorbida o internalizada mas rápidamente, formándose una estructura mas sólida, compacta y resistente a la degradación en el agua. Esto ayudará a reducir los costos de producción, tal como lo realizan otras compañías, mediante el reemplazo del trigo utilizado en los alimentos para camarón por maíz, el cual tiene un costo menor.

El molino pulverizador funciona con un sistema de aire negativo o de succión (transporte neumático), el cual sirve para separar las partículas de menor tamaño de las más grandes en un plato clasificador en donde las más grandes son regresadas a la zona de pulverizado y las de menor tamaño son enviadas al subproceso de mezclado (Figura 4.9). El tamaño de partícula esta controlado por el flujo de aire, el cual se puede cambiar durante el proceso. Este tipo de molino no utiliza mallas, por lo tanto no hay tiempo muerto en cambio de mallas por rotura, o limpieza causada por tapaduras.

FIGURA 4.8. MOLINO PULVERIZADOR
Fuente: Catálogo de Muyang Corporation

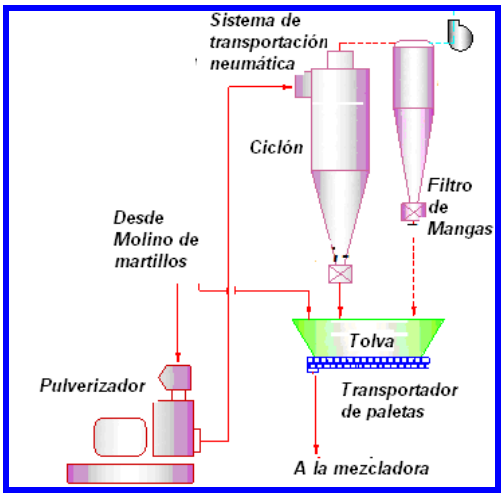


FIGURA 4.9. ESQUEMA DE LOS EQUIPOS DE PULVERIZACIÓN

6) Dosificación de líquidos y micro ingredientes

La dosificación de líquidos y micro ingredientes se la hará de manera automática. Ambos sistemas de dosificación deberán ser capaces de abastecer a las mezcladoras horizontales de las dos líneas de producción.

Para la dosificación de líquidos en las dos nuevas líneas de producción se utilizará el sistema de dosificación de líquidos que se encuentra en la actual línea #1 (Figura 3.8), pero realizando una modificación o ampliación del sistema para la dosificación de dos líquidos más, es decir este sistema dosificará cinco líquidos en los rangos que se muestran en la Tabla 26:

TABLA 26

RANGOS DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDOS

3.118. Líquidos	***3.119. Rango de dosificación***	***3.120. Líneas***
3.121. Aceite de palma	**3.122. 20-40 Kg/ sub lote**	**3.123. 1 y 2**
3.124. Aceite de pescado	**3.125. 20-40 Kg/ sub lote**	**3.126. 2**
3.127. Melaza	**3.128. 20-80 Kg/ sub**	**3.129. 1**

	lote	
3.130. Lecitina de soya	**3.131. 10-20 Kg/ sub lote**	**3.132. 2**
3.133. Agua	**3.134. 5-20 Kg/ sub lote**	**3.135. 1 y 2**

Fuente: Departamento de Producción

En la Figura 4.10 se ha realizado un esquema del sistema de dosificación de líquidos modificado, donde se puede notar que este sistema contará con siete tanques para almacenamiento de líquidos con una capacidad de 50galones (cuatro de los cuáles serán reutilizados), dos tanques básculas de 50galones (uno reutilizado) y siete bombas (cuatro reutilizadas de 40 gal/min), de las cuáles cinco serán para el abastecimiento de líquidos y dos bombas para dosificación a cada una de las mezcladoras.

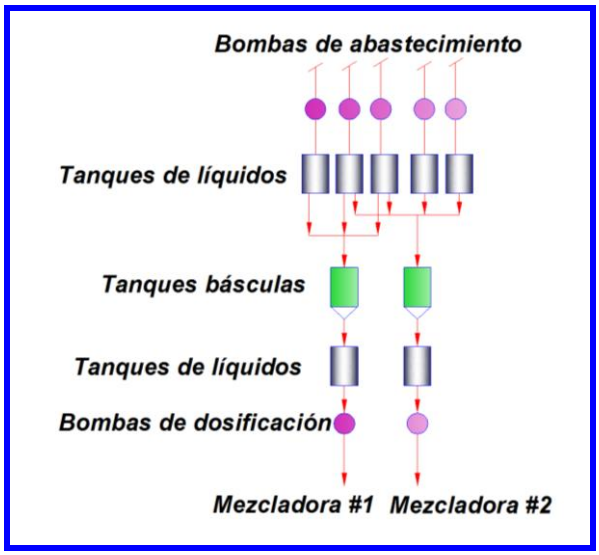


FIGURA 4.10. ESQUEMA DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE LÍQUIDOS

El tiempo de dosificación de líquidos en la mezcladora se espera que sea como máximo de 1/2 minuto como actualmente se realiza, por lo tanto la bomba de dosificación de la línea tendrá que ser capaz de dosificar melaza (mayor proporción por sublote) a una tasa de 160 Kg/min. Esto implicaría que el sistema de dosificación tenga un flujo volumétrico de al menos 0,123m^3/min ó de 33 gal/min, considerando una densidad de la melaza de 1.297 Kg/m^3. Pero para estandarizar la capacidad de las bombas, todas las tres nuevas serán 40 gal/min (similares a las actuales).

Por otro lado, el sistema de dosificación de micro ingredientes estará compuesto por dos balanzas (una de 100 Kg y otra de

30 Kg de capacidad), un pequeño banco de tolvas con tornillos sinfín dosificadores, tal como se muestra en la Figura 4.11.

FIGURA 4.11. SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE MICRO INGREDIENTES
Fuente: Catálogo de E.S.E. Corporation

El banco de tolvas de micro ingredientes estará compuesto por dos tipos de tolvas, las del tipo 1 tendrán un volumen de 1,4 m^3 y las del tipo 2 serán de 0,2 m^3. Los micro ingredientes (incluyendo los macro ingredientes menores) que se almacenarán en las tolvas de 1,4 y 0,2 m^3 serán respectivamente dosificados en las balanzas de 100 y 30Kg de capacidad, los primeros deberán tener un peso comprendido entre 30 y 100Kg, y los segundos deberán tener un peso comprendido entre 1 y 30Kg con un nivel de confianza del 90%. Para ello se tomó la misma muestra que se utilizó para la determinación de las tolvas de los macro ingredientes (tres

primeras semanas del mes de noviembre del 2007) y se siguió el mismo procedimiento, cuyos resultados se presentan en el Apéndice J.

Cabe recalcar que no todos los micro ingredientes a dosificarse en ambas líneas se utilizan en un solo día (incluso algunos de ellos son sustitutos de otros), por lo tanto es necesario determinar la cantidad de tolvas que se necesitará. Para ello se ha realizado combinaciones entre micro ingredientes de formulaciones de 3 tipos de alimentos (considerando como un escenario posible en algún instante de tiempo donde se esté produciendo dos tipos de alimentos diferentes en cada una de las líneas y se tenga que producir otro tipo en cualquiera de ellas), tal como se muestra en el Apéndice K, en el cual se puede notar que se requieren 6 tolvas de 1,4 m^3 (2ª combinación) y 18 tolvas de 0,2 m^3 (1ª combinación).

La capacidad de dosificación del sistema deberá ser como mínimo de 2,4TM/h, considerando que los ingredientes menores representan el 7,4% de la formulación de los alimentos para aves en textura polvo que requieren ser producidos a una capacidad total de 32TM/h. Esto implicará que los tornillos sinfín dosificadores tengan un flujo

volumétrico mínimo de 3 m^3/h, considerando una densidad ponderada de ingredientes menores de 0,786 TM/m^3.

Los micro ingredientes una vez pesados en las balanzas serán almacenados en una tolva de compensación por línea de producción (Figura 4.12), la cual deberá contener 0,15 TM de ingredientes, por lo tanto su volumen será de 0,2m^3 considerando la densidad mencionada de 0,786 TM/m^3 y un porcentaje de llenado del 95%. Luego, serán transportados a cada una de las mezcladoras de las dos líneas de producción, mediante un sistema de transporte neumático (a base de aire) con el fin de evitar la contaminación cruzada. Este sistema de transporte estará compuesto por un filtro de mangas con sus respectivo ventilador y válvula rotativa (equipo que alimentará los micro ingredientes lentamente a la mezcladora).

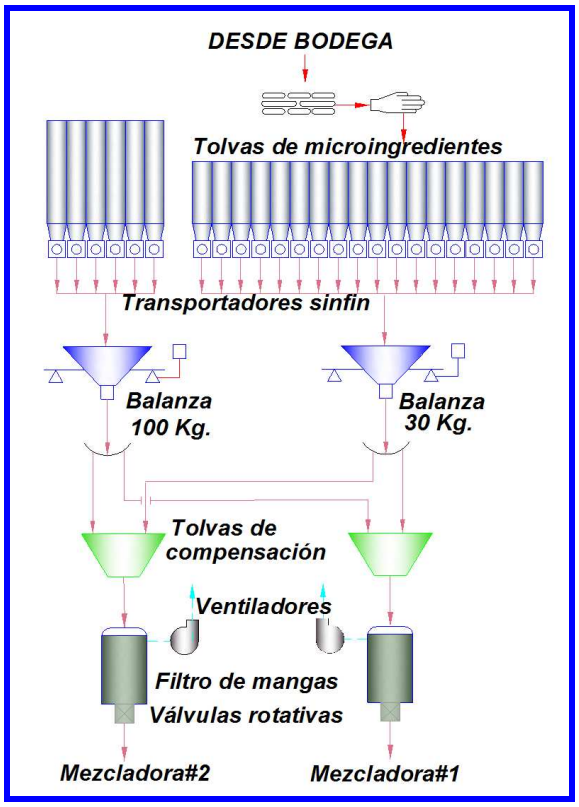


FIGURA 4.12. ESQUEMA DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN Y TRANSPORTE DE MICRO INGREDIENTES

Tanto las tolvas para el almacenamiento de micro ingredientes como la báscula deberán estar diseñadas en acero inoxidable por el hecho de que existen ciertos materiales corrosivos, y tendrán un lado cuya inclinación sea de 60º y con esquinas redondas en su interior, para un excelente flujo de materiales.

7) Mezclado de ingredientes

En el mezclado de ingredientes de la Línea 1 se utilizará una nueva mezcladora horizontal similar a la actual (Figura 4.13), es decir de paletas, con una capacidad de carga de 2 TM y con una capacidad de procesamiento de 18 TM/h; y en la Línea 2 se utilizará la mezcladora de 2 TM capacidad de carga que actualmente se encuentra instalada en la línea 1 y que puede procesar las 14 TM/h requeridas para la producción de alimentos para aves en polvo.

FIGURA 4.13. NUEVA MEZCLADORA HORIZONTAL
Fuente: Catálogo de Muyang Corporation

Una vez mezclado los ingredientes en cada línea de producción, estos serán descargados en una tolva de compensación con un volumen de $4m^3$ (volumen calculado en los subprocesos anteriores para una capacidad de carga de 2TM), los mismos que serán enviados a las tolvas de peletizado o de empaque (en el caso de que se requiera el producto en textura polvo) mediante un transportador de arrastre y un elevador de cangilones con una capacidad de

20TM/h. Estos equipos se encuentran esquematizados en la Figura 4.14.

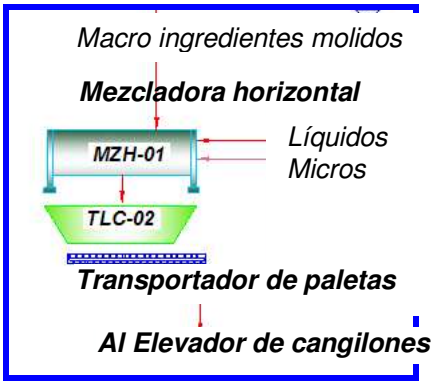


FIGURA 4.14. ESQUEMA DE LOS EQUIPOS DE MEZCLADO

8) Preacondicionamiento y peletizado

Con el fin de reducir o eliminar la carga microbiológica y mejorar la calidad del pelet en el preacondicionamiento se incrementará los actuales tiempos de retención de la mezcla en contacto con el vapor de los alimentos para aves de 30 segundos a 90 segundos y para camarones de 50 segundos a 270 segundos (tiempo recomendado según estudios del Dr. Eugenio Bortone para producir alimentos peletizados de camarón con alta estabilidad en el agua).

Según los cálculos realizados en la Tabla 23, la capacidad de preacondicionado y peletizado de la Línea 1 deberá ser 14 TM/h para alimentos de aves en pelets de Ø3,2 mm y para el caso de la Línea 2, su capacidad debería ser de 6TM/h de

alimentos de camarones en Ø1,8 mm (11 TM/h para alimentos de aves).

La capacidad de preacondionamiento está dada por el volumen de la cámara de preacondicionamiento. Para cumplir con los tiempos de retención requeridos para los alimentos producidos en las Líneas 1 y 2 se debería tener capacidad para retener respectivamente 350 Kg. de alimento para aves y 450Kg de alimento para camarones. Si se considera 70% de llenado en la cámara de preacondicionamiento (para que se realice una buena mezcla) y las densidades de los alimentos de 0,628Kg/litro para aves y 0,587Kg/litro para camarones (según Apéndice H), se necesitaría cámaras de preacondicionamiento con volúmenes de 796 y 1095 litros. Revisando algunos modelos de preacondicionadores mostrados en la Tabla 27 se decidió utilizar en las Líneas 1 y 2, peletizadoras con dos y tres preacondicionadores de 420 litros (Figura 4.15).

TABLA 27

MODELOS DE PREACONDICIONADORES

3.136. Modelo	***3.137. Longitud (mm)***	***3.138. Diámetro (***	***3.139. Volume***

		m m)	n (l)
3.140. CM6K/ 1 2	3.141. 2000	3.142. 400	3.143. 220
3.144. CM701	3.145. 2500	3.146. 500	3.147. 420
3.148. CM901/ C M 3 0	3.149. 3000	3.150. 600	3.151. 750
3.152. CM901 K	3.153. 4000	3.154. 600	3.155. 1000

Fuente: Catálogo de Andritz-Sprout Corporation

FIGURA 4.15. NUEVA PELETIZADORA (LÍNEA 2)
Fuente: Catálogo de Muyang Corporation

La capacidad de peletizado está definida por el área de trabajo del dado, la misma que depende del tipo de alimento a peletizar y el tamaño de agujero en el dado. Para calcular las áreas de trabajo de las nuevas peletizadoras se aplicará regla de 3 a los datos de las dos peletizadoras actuales de la Línea 1 cuando se peletizan alimentos para aves en dados con agujeros de Ø3,2 mm:

Peletizadora	Área de Trabajo	Capacidad
Peletizadoras Actuales	AT=0,278 m^2	C = 8 TM/h
Nueva Peletizadora 1	AT_1=?	C_1=14 TM/h
Nueva Peletizadora 2	AT_2=?	C_2=11 TM/h

Entonces, se tiene que las áreas de trabajo de las peletizadoras 1 y 2 deberían ser respectivamente de 0,487 m^2 y 0,382 m^2. Revisando ciertos modelos de peletizadoras de algunos fabricantes de equipos de peletizado se tiene que para satisfacer estas áreas de trabajo sus dados (Figura 4.16) deberán tener las especificaciones que se muestran en la Tabla 27.

Figura 4.16. DADO DE LA PELETIZADORA

TABLA 28

ESPECIFICACIONES DE LOS DADOS

3.156. Especificaciones	*3.157. Peletizadora 1*	*3.158. Peletizadora 2*
3.159. Diámetro interior (D)	3.160. 0,762 m (30 pulg)	3.161. 0,665 m (26 pulg)
3.162. Ancho total de la pista (L)	3.163. 0,203 m (8 pulg)	3.164. 0,180 m (7 pulg)

3.165. Area de trabajo (3.14xDxL)	**3.166. 0,486 m^2**	**3.167. 0,384 m^2**

Además, los dados de las peletizadoras deberán estar fabricados en acero inoxidable con alto contenido de cromo para evitar la corrosión de estos y por ende evitar la contaminación de los diferentes tipos de alimentos a procesarse.

Por otro lado, cada peletizadora tendrá una tolva de almacenamiento temporal para la alimentación de los ingredientes mezclados en éstas (Figura 4.17), con capacidades de almacenamiento de 28 y 14 m^3 respectivamente, las mismas que permitirán mantener 16 y 8 TM de material en proceso, considerando una densidad de la mezcla de ingredientes para aves de 0,612 TM/m^3 y un porcentaje de llenado del 95%.

FIGURA 4.17. ESQUEMA

DE LOS EQUIPOS DE PELETIZADO

9) Post acondicionamiento

Para la producción de alimentos para camarones en la Línea #2 se utilizará un nuevo post acondicionador con inyectores de vapor (Figura 4.18), el mismo que tendrá una capacidad de 9 TM/h cuando se produzca estos alimentos en pelet de Ø2,2mm (equivalente a 6TM/h en pellet de Ø1.8mm), en el cual se tendrá los pelets retenidos durante un tiempo de 15 minutos, lo cual implicará que la cámara de post acondicionamiento deba ser capaz de almacenar 2,25 TM de alimento en este tiempo, por lo tanto su volumen será de 3,5m^3 considerando una densidad de alimento de camarón peletizado de 0,689 TM/m^3 y un porcentaje de llenado del equipo de 93%.

FIGURA 4.18. NUEVO POST ACONDICIONADOR (LÍNEA 2)
Fuente: Catálogo de Geelen Corporation

10) Enfriado

Para enfriar los productos peletizados de la Línea #1 se utilizará un nuevo enfriador de contraflujo (Figura 4.19), similar al instalado en la actual línea 1, con una capacidad de 14 TM/h para alimentos de aves en pelet de Ø3.2mm, donde los pelets permanecerán retenidos durante un período de tiempo entre 10 minutos y 15 minutos para ser enfriados. Esto implicará que la cámara de enfriamiento mantenga como máximo 3,5 TM de alimento, por lo tanto el volumen de esta cámara será de $5m^3$, considerando una densidad de alimento peletizado para aves de 0,740 TM/m^3 con un porcentaje de llenado del equipo de 95%.

Por otro lado, los requerimientos de aire del ambiente para enfriar los pelets depende del tipo de alimento (avicultura, porcinos, bovinos, camarones, etc.), los cuales pueden variar desde 900 hasta $1500m^3$ de aire por tonelada de producto por hora. Teniendo en cuenta este último dato y la capacidad de 14TM/h requerida, se debe tener un ventilador que genere un flujo mínimo $21.000m^3/h$ de aire.

FIGURA 4.19. NUEVO ENFRIADOR DE CONTRAFLUJO (LÍNEA 1)

Fuente: Catálogo de Muyang Corporation

En el caso de la Línea #2 se utilizará el enfriador de contraflujo que se encuentra instalado en la actual Línea #1 (Figura 3.13), el mismo que tiene una capacidad para el enfriamiento de 12 TM/h de alimento para aves peletizados, mayor a las 11 TM/h necesarias para esta línea. Este equipo a relocalizarse en esta línea de producción permitirá reducir los costos de materiales de alimentos para camarón en 1% por concepto de pérdidas de humedad que se genera en el actual enfriador horizontal donde los pelets salen con una humedad promedio del 10%, mucho menor a la humedad requerida del 11% para ser almacenados.

El enfriador de contraflujo para la nueva línea 2 será conectado al actual equipo depurador de olores (Figura 3.15),

con el fin de evitar las emisiones de malos olores al medio ambiente.

11) Granulado

En el caso de que se requiera la producción de alimentos en textura granulada, los alimentos peletizados de cada línea de producción pasarán por un nuevo desmoronador (Figura 4.20) similar a los ya instalados en las líneas actuales, pero con mayor capacidad productiva, es decir estos tendrán respectivamente capacidades de 14 y 11 TM/h para el desmoronado de alimentos en pelets para aves de Ø3.2mm.

FIGURA 4.20. NUEVO DESMORONADOR
Fuente: Catálogo de Andritz-Sprout Corporation

En la Figura 4.21 se ha realizado un esquema de los equipos de post acondicionado, enfriado y granulado.

FIGURA 4.21. ESQUEMA DE LOS EQUIPOS DE POST ACONDICIONADO, ENFRIADO Y GRANULADO

12) Tamizado

El tamizado de los alimentos será realizado en las zarandas de las líneas actuales de producción, para luego ser direccionadas a las tolvas de almacenamiento de producto terminado, las mismas que estarán distribuidas tal como se muestra en la Tabla 29

TABLA 29

DISTRIBUCIÓN DE LAS TOLVAS DE PRODUCTO TERMINADO

3.168.Alime		***3.171.Línea***	***3.172.Núm***
	3.170.Textura		
3.169.para:			

3.173. Aves	3.174. Granulado, Pelet	3.175. 1 y 2	3.176. 2
3.177. Cerd	3.178. Granulado, Pelet	3.179. 1 y 2	3.180. 2
3.181. Cama	3.182. Granulado, Pelet	3.183. 2	3.184. 1
3.185. Gana	3.186. Pelet	3.187. 1	3.188. 1
3.189. Aves/	3.190. Polvo / Pelet	3.191. 1 y 2	3.192. 2

	, Gr an ul ad o		

En la Figura 4.22 se muestra un esquema de los equipos de zarandeo y el banco de tolvas de producto terminado.

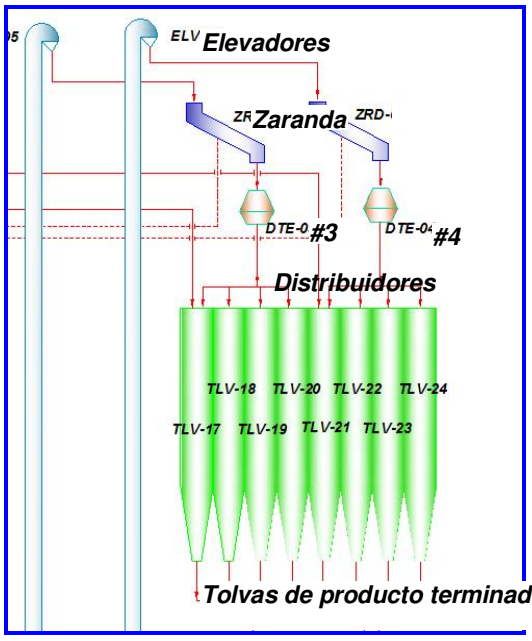


FIGURA 4.22. ESQUEMA DE LOS EQUIPOS DE ZARANDEO Y ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO

13) Adición de aceite post-peletizado

En el caso de los alimentos de camarón que requieren la adición de aceite, esta se la realizará en un nuevo homogenizador automático (Figura 4.23) con una capacidad de 10TM/h (capacidad un poco superior a las 8,6TM/h determinadas en la sección anterior para la producción de alimento para camarón en pelet de Ø2,2mm), el mismo que deberá ser capaz de dosificar entre 20 a 80Kg/TM, por lo tanto su bomba de dosificación deberá adicionar aceite a una tasa de 800Kg/h, es decir su flujo deberá ser como mínimo de 0,88m^3/h (equivalente a aproximadamente 4gal/min), si se considera una densidad de 910Kg/m^3.

FIGURA 4.23. NUEVO HOMOGENIZADOR
Fuente: Catálogo de Andritz-Sprout Corporation

14) Empaque

Una vez que los alimentos balanceados hayan sido bañados en aceite o no, se procederá al empaque de los mismos utilizando los actuales equipos de empaque que serán reubicados a cada una de las nuevas líneas de producción, tal como se presenta en el Figura 4.24. Como se mencionó en el capítulo anterior, cada línea esta constituida por una empacadora electrónica, una cosedora, un transportador de banda horizontal y uno inclinado. La capacidad de los equipos de empacado de las Líneas 1 y 2 es de 20 y 15TM/h respectivamente, por lo tanto se tiene suficiente capacidad para mantener la continuidad del proceso en el caso de que se procese alimentos para aves en textura polvo.

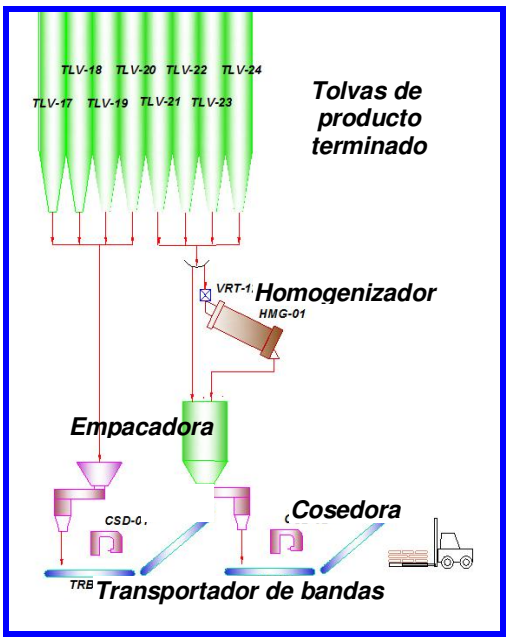


FIGURA 4.24. ESQUEMA DE LOS EQUIPOS DE EMPAQUE

Por otro lado, el proceso de producción estará controlado por un sistema de control (Figura 4.25), el mismo que utilizará computadoras personales como estaciones de trabajo gráficas para el operador, y controladores lógicos programables o PLC como dispositivos de control para las máquinas y equipos del proceso.

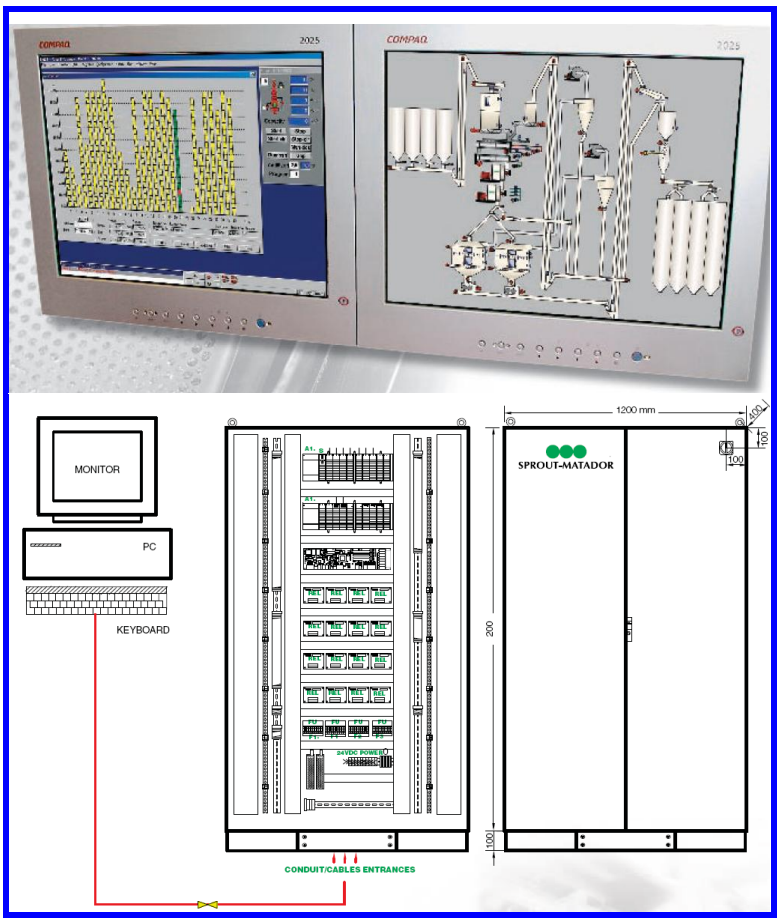


FIGURA 4.25. SISTEMA DE CONTROL
Fuente: Catálogo de Andritz- Sprout Corporation

Las computadoras y controladores programables estarán centralizados en un cuarto de control desde el cual un operador podrá realizar los arranques de los equipos, programar todas las secuencias del proceso de producción, paradas, monitoreo permanente del proceso, cargar fórmulas de los alimentos a producir. El sistema grabará todos los datos del proceso en una base de datos y presentará en "tiempo real" e histórico curvas con valores numéricos y gráficos de barra, así como también generará reportes de producción, de consumo de energía por línea de producción, reportes de alarmas y de eventos, uso de ingredientes para control de inventario (Figura 4.19), facilitando de ésta manera la trazabilidad de productos terminados e ingredientes.

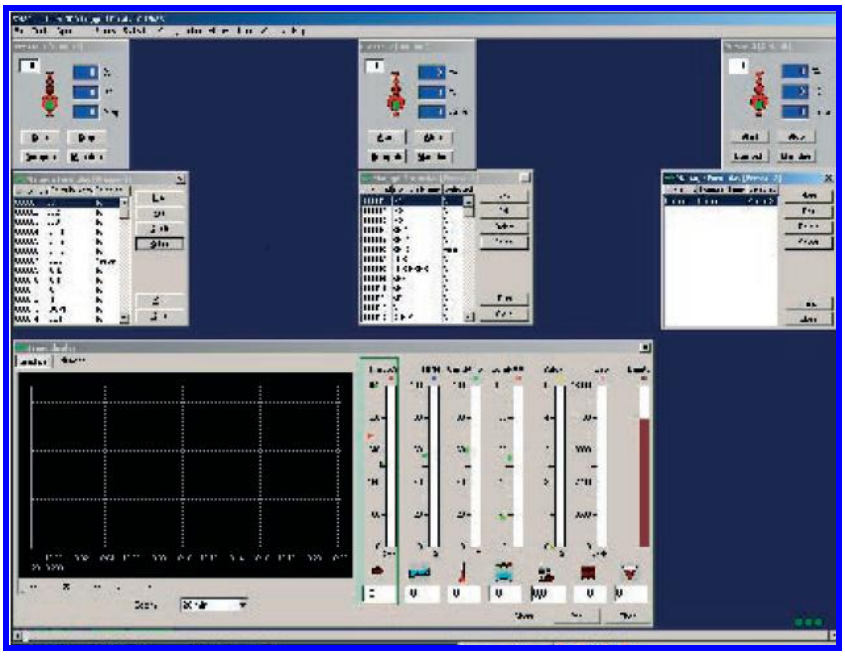


FIGURA 4.26. REPORTES DEL SISTEMA DE CONTROL
Fuente: Catálogo de Andritz- Sprout Corporation

4.3. Diagramación del nuevo proceso productivo

Una vez determinados los requerimientos técnicos de las maquinarias y equipos para las operaciones del nuevo proceso de producción se procederá a la diagramación del nuevo proceso productivo. Para ello se han realizado los diagramas de flujo y de proceso, de la misma manera como se realizó en el capítulo anterior.

El diagrama de flujo se ha realizado en los Apéndices L.1 y L.2, mediante la integración de cada uno de los esquemas de ubicación de equipos presentados en la sección anterior, con el objeto de determinar la cantidad de equipos para el transporte y almacenamiento del producto en proceso, donde se halló que se requerirán 6 elevadores de cangilones, 8 tolvas de compensación y 8 transportadores de paletas. En el Apéndice K.1 se muestra el diagrama de flujo propuesto de las Líneas #1 y 2 desde el abastecimiento a tolvas de dosificación hasta el mezclado de ingredientes. Y en el Apéndice K.2 se presenta el diagrama de flujo propuesto de las dos líneas de producción desde el peletizado hasta el empaque de productos terminados. Como complemento a este diagrama se ha realizado la distribución de los equipos en un diagrama tridimensional, tal como se muestra en el Apéndice L.

Con el fin de comprender los diagramas de flujos anteriores y para su posterior análisis de valor se realizaron los diagramas de procesos de las líneas 1 y 2. En el Apéndice M.1 se muestra el diagrama de proceso propuesto de la línea 1 para la producción de alimento para aves en textura granulada y en el Apéndice M.2 se muestra el diagrama de proceso propuesto de la línea 2 para la producción de alimento para camarones en textura granulada.

4.4. Análisis de valor del nuevo proceso productivo

Una vez realizado los diagramas del nuevo proceso productivo se realizó el análisis de valor de éste (Tabla 30) y se determinó que las actividades que agregan valor, es decir las operaciones, representan el 55% para el caso de la nueva línea #1 y el 52% para el caso de la nueva línea #2.

TABLA 30

ANÁLISIS DE VALOR DEL NUEVO PROCESO PRODUCTIVO

Simbología	Tipo de actividad	Línea 1		Línea 2	
		Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
	Operación	12	55%	15	52%
	Transporte	5	23%	8	28%
	Inspección	0	0%	0	0%
	Demora	0	0%	0	0%
	Almacenamiento	5	23%	6	21%
TOTAL		**22**	**100%**	**29**	**100%**

Por otro lado, en la Tabla 30 se muestra una comparación entre los análisis de valor del proceso productivo actual y del nuevo

proceso productivo, donde se puede observar que en la línea #1 se ha aumentado 1 operación y se ha realizado una reducción de 4 transportes y 1 almacenamiento; y en la línea #2 se ha reducido 5 transportes y 3 almacenamientos.

TABLA 31

COMPARACIÓN ENTRE LAS ACTIVIDADES DEL ACTUAL Y DEL NUEVO PROCESO PRODUCTIVO

Simbología	Tipo de actividad	Línea 1			Línea 2		
		Actual	Nuevo	Reducción	Actual	Nuevo	Reducción
	Operación	11	12	-1	15	15	0
	Transporte	9	5	4	13	8	5
	Inspección	0	0	0	0	0	0
	Demora	0	0	0	0	0	0
	Almacenamiento	6	5	1	9	6	3
TOTAL		**26**	**22**	**4**	**37**	**29**	**8**

4.5. Conclusiones

En este capítulo se determinó que la capacidad de producción real requerida para satisfacer la demanda futura sería de 18,99 TM/H, la misma que estaría distribuida en 69% para la Línea #1 y 31% para la Línea #2. Además, se calculó las capacidades teóricas o de diseño de estas líneas de producción y se determinó que la Línea 1 deberá ser capaz de producir 14 y 18TM/h de alimentos para aves en textura pelet y polvo; en contraste a la

Línea 2 que deberá producir este tipo de alimento a una tasa de de 11 y 14TM/h.

Se determinaron los requerimientos técnicos del nuevo proceso de producción, el mismo que contará con:

- Un sistema de dosificación automática de macro ingredientes, micro ingredientes y líquidos.
- Dos nuevos molinos de martillos y un pulverizador.
- Dos nuevas tolvas mezcladoras, una mezcladora horizontal nueva y una mezcladora horizontal actual.
- Dos nuevas peletizadoras, una con dos preacondicionadores y la otra con tres pre acondicionadores para garantizar tiempos de retención respectivamente de 90 y 270 segundos.
- Dos enfriadores de contraflujo, uno nuevo y el otro actual.
- Un nuevo post acondicionador y el sistema actual de depuración de olores.
- Dos nuevos desmoronadores.
- Dos zarandas actuales.
- Equipos de empaque actuales.
- Un nuevo sistema de control para el proceso, el mismo que utilizará ordenadores y controladores lógicos programables.

Se realizó la diagramación y análisis de valor del nuevo proceso productivo y se determinó que se reducirían 5 actividades que no agregan valor en la línea #1 y 8 de éstas actividades en la línea #2.

CAPITULO 5

5. EVALUACIÓN FINANCIERA

Concluido el diseño del nuevo proceso productivo se procederá a realizar la evaluación financiera del proyecto con el objeto de determinar su viabilidad o factibilidad, el mismo que indicará la conveniencia de realizar el proyecto. Para ello, en este capítulo se empezará estimando los ingresos y egresos del proyecto, luego se determinará los estados de resultados y flujos de efectivos incrementales esperados para finalmente determinar la viabilidad del proyecto.

5.1. Estimación de ingresos

Para estimar los ingresos generados por el proyecto, durante su período de vida útil comprendido en el período 2009-2018, se utilizarán las proyecciones de ventas obtenidas en el capítulo 2 (mostradas en las Tablas 7 y 8), y precios proyectados de cada uno de los tipos alimentos balanceados que se muestra en el Apéndice O. Para estas proyecciones de precios se ha

considerado que los precios obtenidos en el año 2007 (Tabla 32) son incrementados para compensar la inflación en 3.76% anual (considerando la inflación máxima esperada para el año 2008, según datos del Banco Central del Ecuador, mostrados en la Figura 5.1).

TABLA 32

PRECIOS DE LOS ALIMENTOS BALANCEADOS EN EL AÑO 2007

Alimento balanceado	*Precio (US$/TM)*
Aves	370,71
Cerdos	370,02
Ganado	272,69
Camarón	528,27
Otros	581,62

Fuente: Departamento Financiero

FIGURA 5.1. PREVISIONES DE LA INFLACIÓN 2008

En las tablas 33 y 34 se ha calculado los ingresos por ventas durante el período de 10 años de vida útil del proyecto (2009-2018) usando los datos mencionados.

TABLA 33

INGRESOS POR VENTAS (US$) PARA EL PERÍODO 2009-2013

Alimento	2009	2010	2011	2012	2013
Aves	17.556.836	19.358.965	21.271.793	23.301.096	25.452.930
Cerdos	5.985.961	6.638.669	7.331.997	8.068.079	8.849.148
Ganado	3.355.448	3.748.629	4.166.634	4.610.772	5.082.420
Camarones	6.331.853	7.131.851	7.983.057	8.888.191	9.850.105
Otros	1.107.625	1.232.716	1.365.648	1.506.833	1.656.706
TOTAL	**34.337.722**	**38.110.829**	**42.119.128**	**46.374.972**	**50.891.309**

TABLA 34

INGRESOS POR VENTAS (US$) PARA EL PERÍODO 2014-2018

Alimento	2014	2015	2016	2017	2018
Aves	27.733.639	30.149.874	32.708.600	35.417.118	38.283.075
Cerdos	9.677.548	10.555.732	11.486.275	12.471.870	13.515.344
Ganado	5.583.016	6.114.073	6.677.171	7.273.971	7.906.210
Camarones	10.871.789	11.956.379	13.107.159	14.327.574	15.621.235
Otros	1.815.718	1.984.346	2.163.087	2.352.465	2.553.026
TOTAL	**55.681.711**	**60.760.403**	**66.142.293**	**71.842.999**	**77.878.890**

Cabe mencionar que no se considerará ingresos por la venta de los activos a reemplazarse (que han cumplido su vida útil), ya que dichos ingresos serán utilizados para el desalojo de las presentes líneas productivas y el preacondicionamiento del área ocupada por las mismas.

5.2. Estimación de egresos

Una vez estimado los ingresos durante la vida útil del proyecto se procederá a estimar los egresos, la cual estará conformada por los costos de inversión del proyecto, los costos de materias primas, los costos operativos y los gastos.

5.2.1. Costos de inversión del proyecto

Para la ejecución y puesta en marcha del proyecto se incurrirá en los costos de inversión que se muestran en la Tabla 35, en la cual se puede notar que el costo total de la inversión es de $2'806.425, el mismo que se encuentra detallado en los Apéndices O.1 y O.2, basado en las cotizaciones realizadas a algunos contratistas dedicados a la venta y montaje de equipos para el procesamiento de alimentos balanceados.

TABLA 35

COSTOS DE INVERSIÓN DEL PROYECTO

Elementos de inversión	Costos (US$)
Maquinarias y equipos	1.596.260
Edificio metálico	207.000
Instalaciones mecánicas	194.000
Instalaciones del sistema eléctrico y automático	283.940
Obras civiles	70.500
Transporte e impuestos	454.725
TOTAL	**2.806.425**

5.2.2. Costos de Materias Primas

Para las proyecciones de costos de materias primas durante su período de vida útil (2009-2018), se utilizará los volúmenes de ventas proyectados y los costos unitarios obtenidos en el 2007 (Tabla 36) incrementados a una tasa inflacionaria anual del 3.76%, tal como se muestra en el Apéndice Q.

TABLA 36

COSTOS UNITARIOS (US$/TM) DE MATERIAS PRIMAS

OBTENIDOS EN EL AÑO 2007

Alimento balanceado	*Costos 2007 (US$/TM)*
Aves	300,51
Cerdos	299,95
Ganado	204,43
Camarón	410,42
Otros	407,14

Fuente: Departamento Financiero

Con la ejecución del proyecto se espera reducir los costos de las materias primas de alimentos para camarón en 9.6%, por dos motivos que se mencionaron el capítulo anterior:

- El mejoramiento del proceso de pulverizado permitirá reemplazar el trigo por maíz (30% utilizado en la fórmula de este tipo de alimento según Apéndice H). Si se considera un costo (promedio del año 2007) de US$364/TM para trigo y US$247/TM para maíz, el ahorro sería de US$35,1/TM, lo cual expresado en porcentaje con respecto al costo total de

materia prima de alimento para camarón del año 2007, este sería del 8.6%.

- El hecho de reemplazar el actual enfriador horizontal de la Línea de producción #2 por uno de contraflujo, permitirá reducir los costos de materias primas de este tipo de alimento en 1% por concepto de mermas por humedad.

Teniendo en cuenta lo especificado anteriormente, en las Tablas 37 y 38 se han calculado los costos de materias primas esperados durante el período del 2009 al 2018.

TABLA 37

COSTOS (US$) DE MATERIAS PRIMAS DURANTE EL PERÍODO 2009-2013

Alimento	2009	2010	2011	2012	2013
Aves	13.716.482	15.693.094	17.243.703	18.888.732	20.633.088
Cerdos	4.676.601	5.381.551	5.943.589	6.540.284	7.173.448
Ganado	2.424.425	2.810.352	3.123.730	3.456.701	3.810.296
Camarones	4.741.032	5.540.823	6.202.135	6.905.345	7.652.668
Otros	747.241	862.901	955.953	1.054.783	1.159.694
Subtotal	**26.305.781**	**30.288.720**	**33.469.111**	**36.845.846**	**40.429.194**
(-) Ahorros	-452.769	-529.149	-592.304	-659.460	-730.830
TOTAL	**25.853.013**	**29.759.572**	**32.876.807**	**36.186.385**	**39.698.364**

TABLA 38

COSTOS (US$) DE MATERIAS PRIMAS DURANTE EL PERÍODO 2014-2018

Alimento	2014	2015	2016	2017	2018
Aves	22.481.916	24.440.605	26.514.803	28.710.429	31.033.679
Cerdos	7.844.979	8.556.868	9.311.200	10.110.160	10.956.039
Ganado	4.185.594	4.583.727	5.005.883	5.453.305	5.927.295
Camarones	8.446.427	9.289.058	10.183.113	11.131.269	12.136.330
Otros	1.271.003	1.389.042	1.514.161	1.646.726	1.787.118
Subtotal	**44.229.918**	**48.259.300**	**52.529.161**	**57.051.888**	**61.840.461**
(-) Ahorros	-806.634	-887.105	-972.487	-1.063.036	-1.159.020
TOTAL	**43.423.284**	**47.372.195**	**51.556.673**	**55.988.852**	**60.681.441**

5.2.3. Costos operativos

En el año 2007 se obtuvieron los costos operativos que se muestran en la Tabla 39. Al inicio del año 2008, el costo de mano de obra es incrementado, por la exigencia del Gobierno según el acuerdo ministerial de trabajo y empleo No. 189, en la cual se estipuló un incremento anual de US$30 al sueldo básico

unificado mensual durante el período 2008-2011 (Apéndice R). Se espera que para este año el impacto total del incremento en el costo de mano de obra sea de US$73.726, tal como se puede observar en la Tabla 40.

TABLA 39

COSTOS OPERATIVOS VARIABLES Y FIJOS OBTENIDOS EN EL AÑO 2007

Costos Variables (US$/TM)	
Repuestos y Mantenimiento	3,98
Energía Eléctrica	2,99
Agua Potable	0,24
Combustibles y Lubricantes	2,09
Costos Fijos (US$)	
Mano de Obra Directa e Indirecta	895.405
Depreciación	119.850
Seguro	72.150
Suministros	63.517
Otros costos	85.450

Fuente: Departamento Financiero

TABLA 40

IMPACTO TOTAL DEL INCREMENTO DEL SUELDO BÁSICO UNIFICADO EN EL AÑO 2008

INCREMENTO DEL COSTO DE MAÑO DE OBRA	
Número de Trabajadores con sueldo básico unificado	82
Incremento del sueldo básico unificado	US$30/mes
Porcentaje de Costo de Sobretiempo	65%
Porcentaje de Costos Beneficios de Ley	35%

Incremento total mensual	5.480
Incremento total del año	65.756

Fuente:Departamento de RRHH

Durante el período de vida útil se considerará las siguientes variaciones:

- Los costos de repuestos y mantenimiento por tonelada, según el Departamento de Mantenimiento, se espera que se reduzcan en un 10%, por el hecho de contar con maquinarias y equipos nuevos.
- Los costos de electricidad por tonelada se espera que sean reducidos en 20.6%, por el hecho de que la planta modernizada tendría una carga instalada de 2.151 KW y su capacidad productiva instalada sería de 23,8 TM/h, entonces su consumo teórico sería de 90,4KW-h/TM; en contraste con la planta actual que tiene un consumo teórico de 113,9KW-h/TM (=1.595KW/14 TM/h).
- Los costos de mano de obra se espera que sean reducidos en el primer año del proyecto en US$150.084, tal como se muestra en el Apéndice S. Cabe recalcar que no se considerará reducción de costos por sobretiempos, para compensar de alguna manera los costos por despido de personal (fijo y tercerizado) y los incrementos al sueldo básico unificado esperado para el período 2009-2011.

- La inversión del proyecto se espera que sea depreciada linealmente en 10 años (sin considerar valor de rescate), por lo tanto se despreciará un monto anual de US$280.643.
- Los costos operativos, excepto la depreciación, serán incrementados mediante una tasa inflacionaria del 3.76%. En el caso de la mano de obra se aplicará la tasa inflacionaria después del año 2011.

Considerando lo mencionado, en el Apéndice se muestran los costos operativos variables y fijos previstos durante la vida útil del proyecto. En las Tablas 41 y 42 se muestran los costos operativos netos durante el período del 2009 al 2018.

TABLA 41

COSTOS OPERATIVOS (US$) DURANTE EL PERÍODO 2009-2013

Descripción	2009	2010	2011	2012	2013
Repuestos y Mantenimiento	321.425	356.516	393.792	433.367	475.362
Energía Eléctrica	214.642	238.076	262.968	289.396	317.439
Agua Potable	20.756	23.022	25.429	27.984	30.696
Combustibles y Lubricantes	187.543	208.018	229.767	252.858	277.361
Mano de Obra	811.076	811.076	811.076	841.573	873.216
Depreciación	280.643	280.643	280.643	280.643	280.643
Seguro	77.678	80.598	83.629	86.773	90.036
Suministros	68.383	70.954	73.622	76.391	79.263
Otros costos	91.997	95.456	99.045	102.769	106.633
TOTAL	**2.074.142**	**2.164.359**	**2.259.971**	**2.391.754**	**2.530.648**

TABLA 42

COSTOS OPERATIVOS (US$) DURANTE EL PERÍODO 2014-2018

Descripción	2014	2015	2016	2017	2018
Repuestos y Mantenimiento	519.902	567.119	617.152	670.145	726.251
Energía Eléctrica	347.182	378.712	412.124	447.512	484.978
Agua Potable	33.572	36.621	39.852	43.274	46.897
Combustibles y Lubricantes	303.349	330.898	360.091	391.011	423.748
Mano de Obra	906.049	940.116	975.465	1.012.142	1.050.199
Depreciación	280.643	280.643	280.643	280.643	280.643
Seguro	93.421	96.934	100.579	104.360	108.284
Suministros	82.243	85.335	88.544	91.873	95.328
Otros costos	110.642	114.803	119.119	123.598	128.245
TOTAL	**2.677.002**	**2.831.182**	**2.993.567**	**3.164.559**	**3.344.573**

5.2.4. Gastos

La compañía también necesita incurrir en gastos administrativos, financieros y de ventas para su buen funcionamiento. Estos gastos se considerará que son incrementados por una tasa inflacionaria del 3.76%. Adicionalmente los gastos de ventas variarán de acuerdo al volumen de ventas proyectado, tal como se puede observar en las tablas 43 y 44.

TABLA 43

GASTOS (US$) PARA EL PERÍODO 2009-2013

Gastos	2009	2010	2011	2012	2013
G. Administrativos	1.198.295	1.243.351	1.290.101	1.338.608	1.388.940
G. Financieros	221.457	229.784	238.424	247.389	256.691
G. de Ventas	286.249	317.501	350.697	385.941	423.340
TOTAL	**1.706.001**	**1.790.635**	**1.879.222**	**1.971.939**	**2.068.971**

TABLA 44

GASTOS (US$) PARA EL PERÍODO 2014-2018

Gastos	2014	2015	2016	2017	2018
G. Administrativos	1.441.164	1.495.352	1.551.577	1.609.917	1.670.449
G. Financieros	266.342	276.357	286.748	297.529	308.716
G. de Ventas	463.006	505.056	549.613	596.807	646.773
TOTAL	**2.170.512**	**2.276.764**	**2.387.938**	**2.504.253**	**2.625.939**

5.3. Determinación de los estados de resultados esperados

Una vez estimado los ingresos y egresos se puede determinar los estados de resultados esperados (también conocidos como estados de pérdidas y ganancias) durante el año 2008 y el período de vida útil del proyecto (2009-2018), tal como se muestran en las Tablas 45, 46 y 47, en los cuáles se ha calculado los márgenes de utilidad neta (razón entre la utilidad neta y las ventas). En el Apéndice U se encuentran los estados de resultados esperados durante el período 2009-2018, en el caso de que no se implemente el proyecto.

TABLA 45

ESTADO DE RESULTADOS PARA EL AÑO 2008

Descripción	2008
Ventas	31.796.998
Costos de Materias primas	-25.252.554
Costos de Producción	-2.084.694
Gastos	-1.634.129

Utilidad antes de Part. A trabajadores	2.825.621
Participación a Trabajadores (15%)	-423.843
Utilidad antes de Impuesto a la Renta	2.401.778
Impuesto a la Renta (25%)	-600.444
Utilidad Neta (US$)	**1.801.333**
Margen de Utilidad Neta	**5,67%**

TABLA 46

ESTADO DE RESULTADOS PARA EL PERÍODO 2009-2013

Descripción	2009	2010	2011	2012	2013
Ventas	34.337.722	38.110.829	42.119.128	46.374.972	50.891.309
Costos de Materias Primas	-26.825.086	-29.759.572	-32.876.807	-36.186.385	-39.698.364
Costos de Producción	-2.074.142	-2.164.359	-2.259.971	-2.391.754	-2.530.648
Gastos	-1.706.001	-1.790.635	-1.879.222	-1.971.939	-2.068.971
Utilidad antes de Part. a trabajadores	3.732.493	4.396.263	5.103.128	5.824.895	6.593.326
Participación a Trabajadores (15%)	-559.874	-659.439	-765.469	-873.734	-988.999
Utilidad antes de Impuesto a la Renta	3.172.619	3.736.824	4.337.659	4.951.160	5.604.327
Impuesto a la Renta (25%)	-793.155	-934.206	-1.084.415	-1.237.790	-1.401.082
Utilidad Neta (US$)	**2.379.464**	**2.802.618**	**3.253.244**	**3.713.370**	**4.203.245**
Margen de Ut. Neta	**6,93%**	**7,35%**	**7,72%**	**8,01%**	**8,26%**

TABLA 47

ESTADO DE RESULTADOS PARA EL PERÍODO 2014-2018

Descripción	2014	2015	2016	2017	2018
Ventas	55.681.711	60.760.403	66.142.293	71.842.999	77.878.890
Costos de Materias Primas	-43.423.284	-47.372.195	-51.556.673	-55.988.852	-60.681.441
Costos de Producción	-2.677.002	-2.831.182	-2.993.567	-3.164.559	-3.344.573
Gastos	-2.170.512	-2.276.764	-2.387.938	-2.504.253	-2.625.939
Utilidad antes de Part. a trabajadores	7.410.912	8.280.262	9.204.114	10.185.336	11.226.937
Participación a	-1.111.637	-1.242.039	-1.380.617	-1.527.800	-1.684.040

Trabajadores (15%)					
Utilidad antes de Impuesto a la Renta	6.299.275	7.038.223	7.823.497	8.657.536	9.542.896
Impuesto a la Renta (25%)	-1.574.819	-1.759.556	-1.955.874	-2.164.384	-2.385.724
Utilidad Neta (US$)	**4.724.457**	**5.278.667**	**5.867.623**	**6.493.152**	**7.157.172**
Margen de Ut. Neta	**8,48%**	**8,69%**	**8,87%**	**9,04%**	**9,19%**

En las tablas anteriores se puede observar que el margen de utilidad neta esperado crece desde 5.67% en el 2008 a 9.19% en el 2018.

5.4. Estimación de flujos de efectivo incrementales

Determinados los estados de resultados se continuará con la determinación de los flujos de efectivo de la compañía con y sin el proyecto, los mismos que se determinan sumando la utilidad neta y la depreciación. Una vez determinados estos, se determina los flujos de efectivos incrementales durante el período 2009-2018, tal como se muestra en las tablas 48 y 49.

TABLA 48

FLUJOS DE EFECTIVOS INCREMENTALES (2009-2013)

Descripción	2009	2010	2011	2012	2013
Utilidad Neta	2.379.464	2.802.618	3.253.244	3.713.370	4.203.245
Depreciación	280.643	280.643	280.643	280.643	280.643
Flujo de efectivo anual (con proyecto)	2.660.107	3.083.260	3.533.887	3.994.013	4.483.888
Flujo de efectivo anual (sin proyecto)	-1.966.257	-2.008.190	-2.052.784	-2.114.273	-2.177.545
Flujo de efectivo incremental	693.850	1.075.071	1.481.103	1.879.740	2.306.343

TABLA 49

FLUJOS DE EFECTIVOS INCREMENTALES (2014-2018)

Descripción	2014	2015	2016	2017	2018
Utilidad Neta	4.724.457	5.278.667	5.867.623	6.493.152	7.157.172
Depreciación	280.643	280.643	280.643	280.643	280.643
Flujo de efectivo anual (con proyecto)	5.005.099	5.559.310	6.148.265	6.773.794	7.437.815
Flujo de efectivo anual (sin proyecto)	-2.242.648	-2.309.630	-2.378.539	-2.449.427	-2.522.344
Flujo de efectivo incremental	2.762.451	3.249.680	3.769.726	4.324.368	4.915.471

5.5. Determinación de la viabilidad del proyecto

Realizada la estimación de los flujos de efectivos incrementales se procederá a la determinación de la viabilidad del proyecto, para lo cual se utilizará tres índices financieros que a continuación se describen y calculan:

- **Valor presente neto (VPN).-** Es la diferencia entre lo que cuesta un proyecto de presupuesto de capital y lo que vale (su valor de mercado). El VPN es el valor presente de todos los flujos de efectivo relacionados con el proyecto, todos sus costos e ingresos ahora y en el futuro. Se considera que un proyecto de inversión es viable si el VPN es positivo. La fórmula de cálculo es:

$$VPN = FE_0 + \frac{FE_1}{(1+r)} + \frac{FE_2}{(1+r)^2} + ... + \frac{FE_n}{(1+r)^n} = \sum_{t=0}^{n} \frac{FE_t}{(1+r)^t} \ ,$$

donde:

FE_t es el flujo de efectivo en el año *t* (0 al 10).

r es la tasa de corte real o ajustada.

La tasa de corte real o rendimiento mínimo requerido por los accionistas para invertir es del 15%, pero como se ha considerado una tasa de inflación del 3.76% en las estimaciones anteriores de ingresos y egresos, se debe calcular la tasa de corte ajustada (r'), aplicando la siguiente fórmula:

$$(1+r') = (+r)(+i) \Rightarrow r' = r + i + ir$$

Reemplazando los datos, se tiene que la tasa de corte ajustada es del 19.3%, la misma que se la utiliza en la fórmula de VPN en conjunto con los flujos de efectivos incrementales mostrados en las tablas 48 y 49, donde se obtiene un VPN positivo, el cual indica que el proyecto es viable.

$$VPN = -2.806.425 + \frac{693.850}{1+0.193} + \frac{1.075.071}{(1+0.193)^2} + ... + \frac{4.915.471}{(1+0.193)^{10}} = \$\,5.822.150$$

- **Tasa interna de retorno (TIR).-** Es el rendimiento esperado de un proyecto de presupuesto de capital. La TIR es la tasa de descuento que hace que el valor presente total de todos los flujos de efectivo esperados (FE) de un proyecto sumen cero. Si la TIR excede a la tasa de corte se considera que el proyecto es viable. Su ecuación de cálculo es:

$$FE_0 + \frac{FE_1}{(1+TIR')} + \frac{FE_2}{(1+TIR')^2} + ... + \frac{FE_n}{(1+TIR')^n} = \sum_{t=0}^{n} \frac{FE_t}{(1+TIR')^t} = 0$$

Por lo tanto, usando los flujos de efectivo incrementales de las Tablas 48 y 49, se obtiene:

$$-2.882.754 + \frac{603.496}{1+\text{TIR}'} + \frac{878.605}{(1+\text{TIR}')^2} + ... + \frac{3.079.478}{(1+\text{TIR}')^{10}} = 0 \Rightarrow \text{TIR}' = 50.3\%$$

La tasa interna de retorno de 50.3% que se ha hallado está influenciada por la inflación, es decir es una tasa interna de retorno ajustada, por lo tanto para hallar la TIR real es necesario aplicar la misma fórmula que se usó para hallar la tasa de corte ajustada:

$$(1+\text{TIR}') = (1+\text{TIR})(1+i) \Rightarrow \text{TIR} = \frac{\text{TIR}'-i}{1+i} = \frac{0.503-0.038}{1.038} = 45\%$$

Por lo tanto se tiene que la tasa interna de retorno real es del 45%, la misma que es mayor a la tasa de corte real del 15%, lo cual muestra la viabilidad del proyecto.

- **Tiempo de recuperación descontado.-** Es el tiempo que los flujos de efectivo futuros descontados (flujos de efectivo a valor presente) de una inversión tardan en igualar el costo inicial de la inversión. Se considera que el proyecto de inversión se debe emprender si éste es menor a un número preestablecido de años.

En la Tabla 50 se ha calculado el tiempo de recuperación descontado, llevando a valor presente (año 0) los flujos de efectivo incrementales mostrados en las Tablas 48 y 49 con la misma tasa de corte ajustada del 19.3%.

TABLA 50

CÁLCULO DEL TIEMPO DE RECUPERACIÓN DESCONTADO

Año		Flujo de efectivo incremental	Flujo de efectivo descontado	Flujo de efectivo descontado acumulado
0	2008	-2.806.425	-2.806.425	-2.806.425
1	2009	693.850	581.484	-2.224.941
2	2010	1.075.071	755.060	-1.469.882
3	2011	1.481.103	871.770	-598.112
4	2012	1.879.740	927.228	329.116
5	2013	2.306.343	953.421	1.282.537
6	2014	2.762.451	957.035	2.239.572
7	2015	3.249.680	943.509	3.183.081
8	2016	3.769.726	917.249	4.100.330
9	2017	4.324.368	881.805	4.982.135
10	2018	4.915.471	840.015	5.822.150

Como se puede notar en la Tabla 50, el tiempo de recuperación descontado es de 3 años 8 meses, el mismo que es menor a los 6 años que se tenía como tiempo máximo para la recuperación de la inversión.

Por otro lado, se dirá que los resultados obtenidos corresponden a un escenario optimista, por lo tanto se determinará qué tan sensible es el proyecto a algunos cambios en las proyecciones:

- En un escenario conservador se considerará que los precios de ventas proyectados no crezcan a la tasa inflacionaria de 3.76%, sino a un punto porcentual menor, es decir a una tasa anual del 2.76%. También, se considerará un 10% más del costo de inversión en caso de que se genere imprevistos.
- En un escenario pesimista, se considerará lo especificado en el párrafo anterior y que las ventas anuales esperadas crezcan a un punto porcentual menos de lo proyectado en las tablas 8 y 9, es decir se considerará durante los primeros cinco años un crecimiento promedio anual del 5% y durante los últimos años un crecimiento promedio anual del 4%, tal como se muestra en el Apéndice V. Además se considerará que los ahorros por concepto de materias primas para alimentos de camarón disminuyen a la mitad, es decir a 4.8%.

En los Apéndices W y X se han realizado los cálculos de flujos de efectivos incrementales respectivamente para estos dos tipos de escenarios. En la Tabla 51 se muestra a manera de resumen los índices financieros correspondientes a cada tipo de escenario, los cuales demuestran la factibilidad del proyecto siguiendo el análisis hecho anteriormente.

TABLA 51

ÍNDICES FINANCIEROS POR ESCENARIO

Índices financieros	*Optimista*	*Conservador*	*Pesimista*

TIR	45%	35%	27%
VPN	$ 5.822.150	$ 3.567.823	$ 1.845.935
Tiempo de recuperación descontado	3 años 8 meses	4 años 4 meses	5 años 8 meses

5.6. Conclusiones

En éste capítulo se determinó los ingresos y egresos que se generaría durante la vida útil del proyecto, los cuáles fueron utilizados para determinar los estados de resultados, donde se halló que el margen de utilidad neta esperado crecería desde 5.67% en el 2008 (sin proyecto) a 9.19% (con proyecto) en el 2018.

Mediante el uso de los flujos de efectivos incrementales se evaluó financieramente el proyecto con una tasa de corte del 15%, modificada por una inflación anual del 3.76%, lo cual permitió obtener en cada uno de los escenarios evaluados, un Valor Presente Neto positivo, una Tasa Interna de Retorno superior a la tasa de corte y que la inversión del proyecto se recuperaría en menos de los 6 años esperados, los mismos que indicaron que el proyecto es viable.

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

1. Se analizó el mercado de alimentos balanceados y se realizaron las proyecciones de ventas futuras por tipo de animal para el período de vida útil del proyecto de 10 años mediante la aplicación de regresión lineal a los datos de ventas históricas de la compañía Balanfeed, en los cuales se determinó que las ventas crecerían en los 5 primeros años del proyecto a una tasa promedio del 6% anual y en los 5 siguientes años a una tasa promedio del 5% anual, siendo el volumen de ventas esperado para el 2018 de 135.093 TM de alimento balanceado.

2. Se analizó el proceso productivo actual, donde se observó que el 59% de las actividades realizadas en cada una de las líneas de producción no agregaban valor.

3. Mediante el desarrollo del análisis de operaciones y de capacidad se determinó los principales requerimientos del nuevo proceso productivo como:
   - El incremento de la capacidad de producción real de 11,23 a 18,99 TM/H para satisfacer la demanda futura de balanceados.
   - La integración de las dos líneas de producción en un torre de producción, donde se aprovechó la gravedad como medio de transporte para reducir algunos elevadores y transportadores.
   - El cambio de orden de las operaciones de limpieza, dosificación de ingredientes, premezclado y molienda de ingredientes para automatizar estas operaciones.
   - La calidad de los productos sería mejorada moliendo los ingredientes en un mismo tamaño de criba, pulverizando a un menor tamaño de partícula los ingredientes para poder hacer alimentos de camarón en pelets de 1,8mm de diámetro, incrementando el tiempo de retención preacondicionamiento y la adquisición de varios equipos de mejor tecnología, lo cual también permitió reducir los costos de producción.
4. Por medio de la diagramación y análisis de valor del nuevo proceso productivo se determinó que se reducirían 5

actividades que no agregan valor en la Línea #1 y 8 de éstas actividades en la Línea #2.

5. Se determinó que el proyecto de reingeniería es viable mediante la evaluación financiera del mismo en diferentes escenarios, donde se obtuvo un Valor Presente Neto positivo, una Tasa Interna de Retorno superior a la tasa de corte del 15% y que la inversión del proyecto se recuperaría en menos de los 6 años previstos por los accionistas.

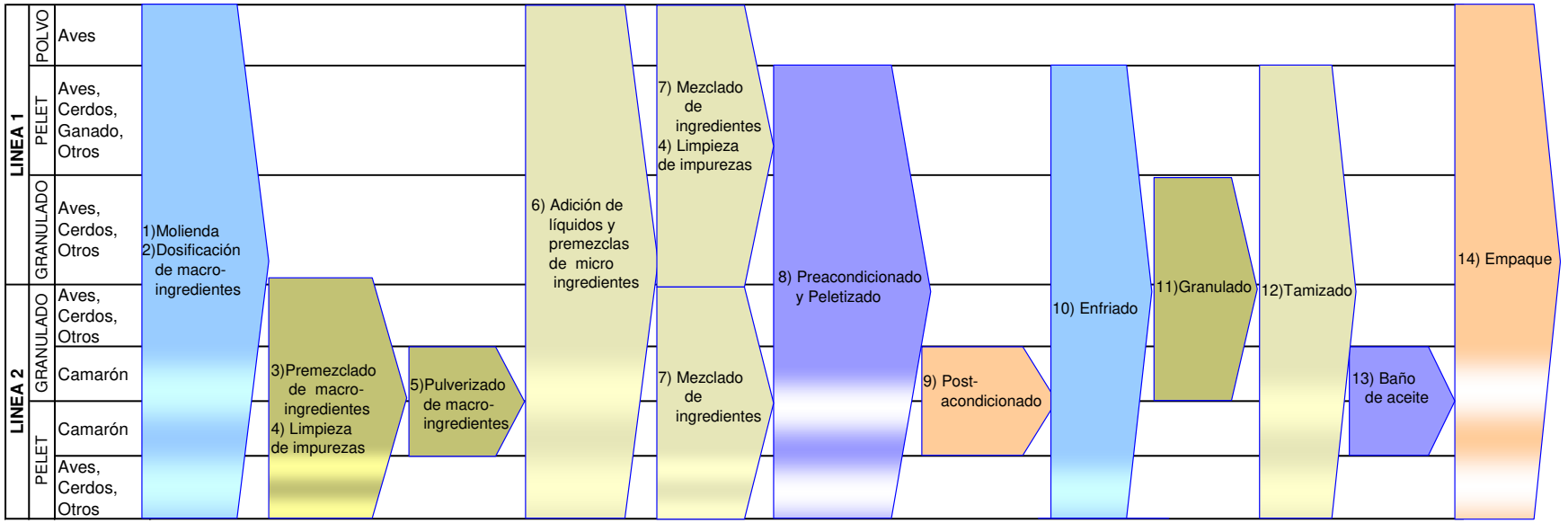
6.2. Recomendaciones

Un paso a seguir dentro del contexto de la reingeniería debe ser el reposicionamiento de la compañía, basado en una diferenciación pronunciada con respecto a la competencia en términos de costos y calidad de servicio que genere un valor agregado al cliente. En vista de que este reposicionamiento desembocará en mayores volúmenes de ventas, se recomienda implementar una estructura organizacional sólida o por lo menos estable que sea capaz de utilizar herramientas de mejoramiento continuo que le permita a Balanfeed ser competitiva a través del tiempo en el mercado de alimentos balanceados.

APÉNDICES

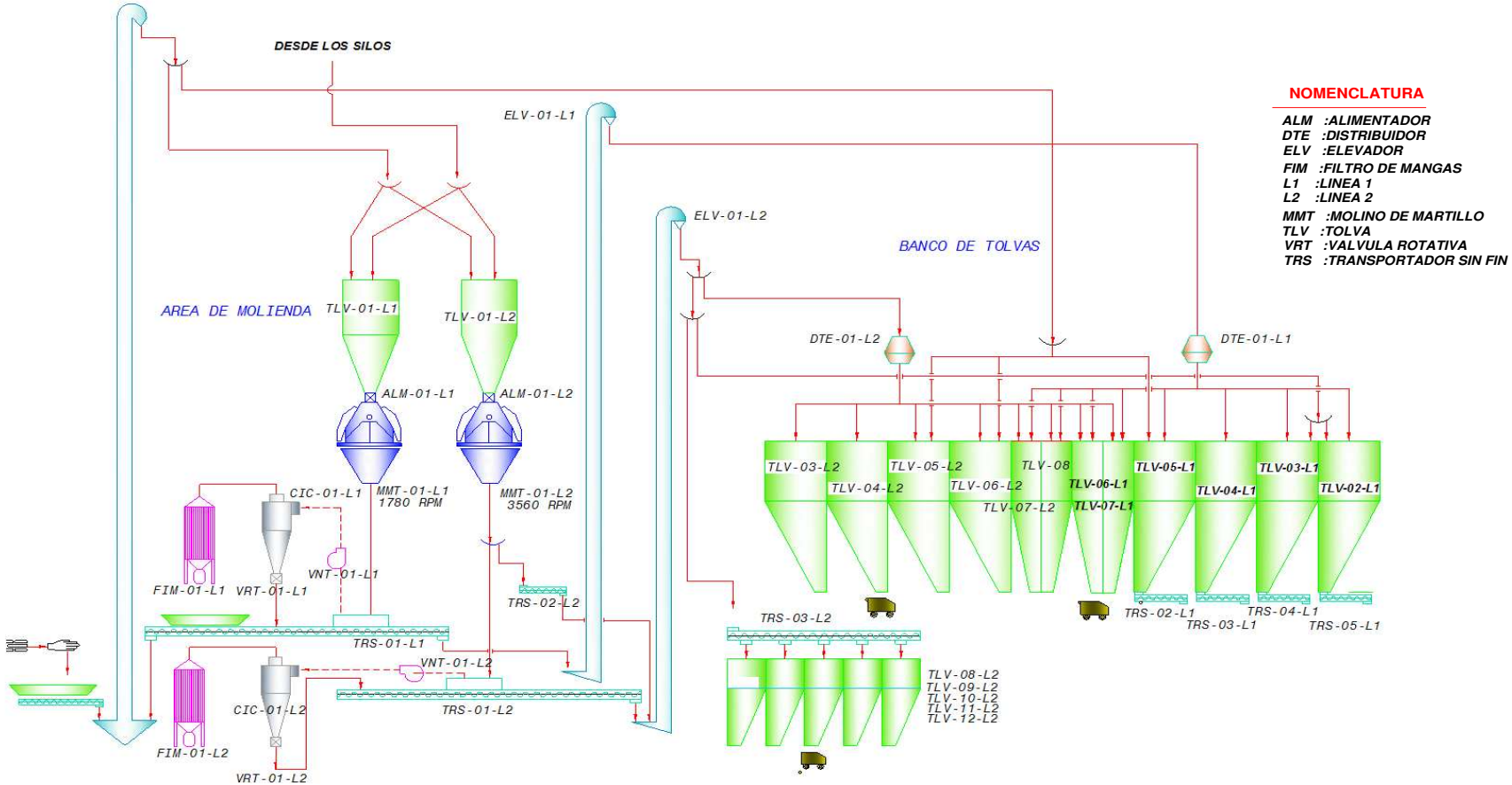
APÉNDICE A

DIAGRAMA DE BLOQUE ACTUAL DE LOS SUBPROCESOS DE PRODUCCIÓN POR TIPO DE ALIMENTOS Y LÍNEA DE PRODUCCIÓN



APÉNDICE B.1

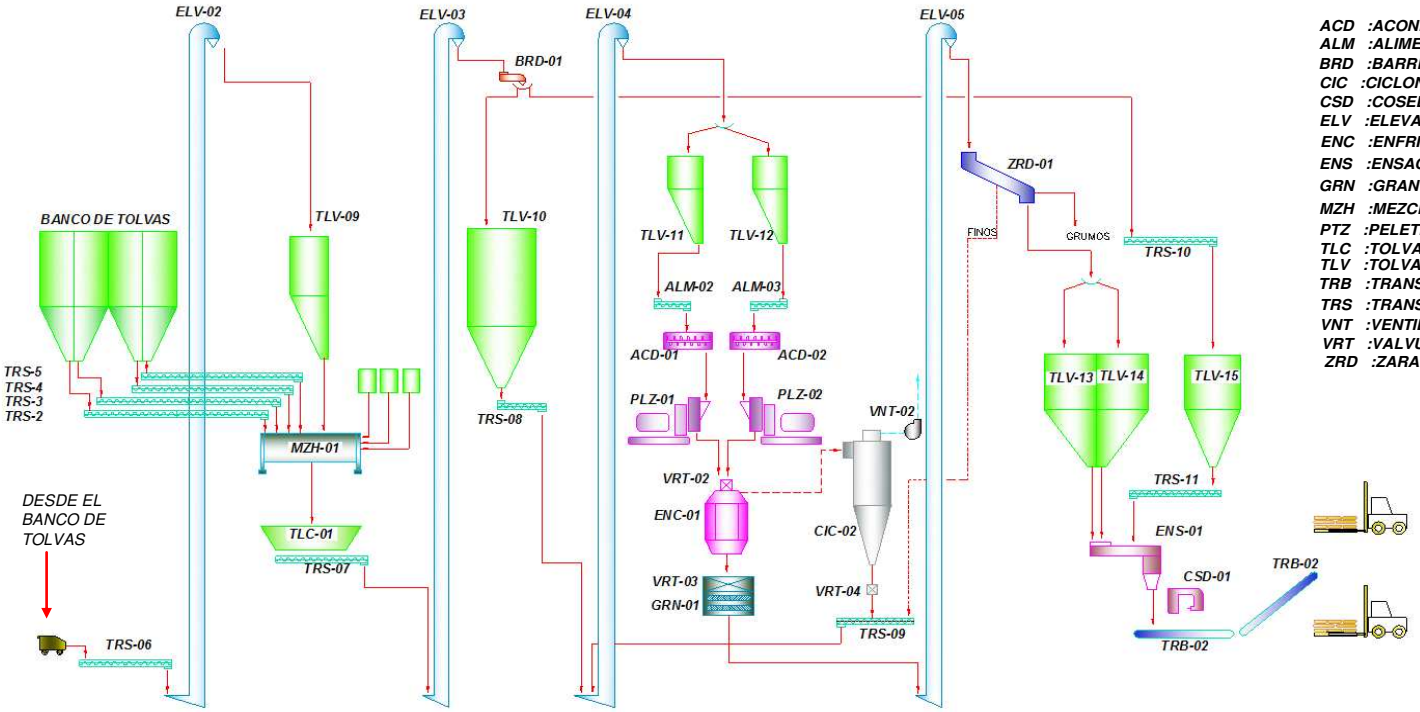
DIAGRAMA DE FLUJO ACTUAL DE LAS LÍNEAS #1 Y #2 DESDE LA MOLIENDA HASTA EL ALMACENAMIENTO DE MACRO INGREDIENTES EN EL BANCO DE TOLVAS



APÉNDICE B.2

DIAGRAMA DE FLUJO ACTUAL DE LA LÍNEA #1 DESDE LA DOSIFICACIÓN DE MACRO INGREDIENTES

HASTA EL EMPAQUE DE PRODUCTOS TERMINADOS



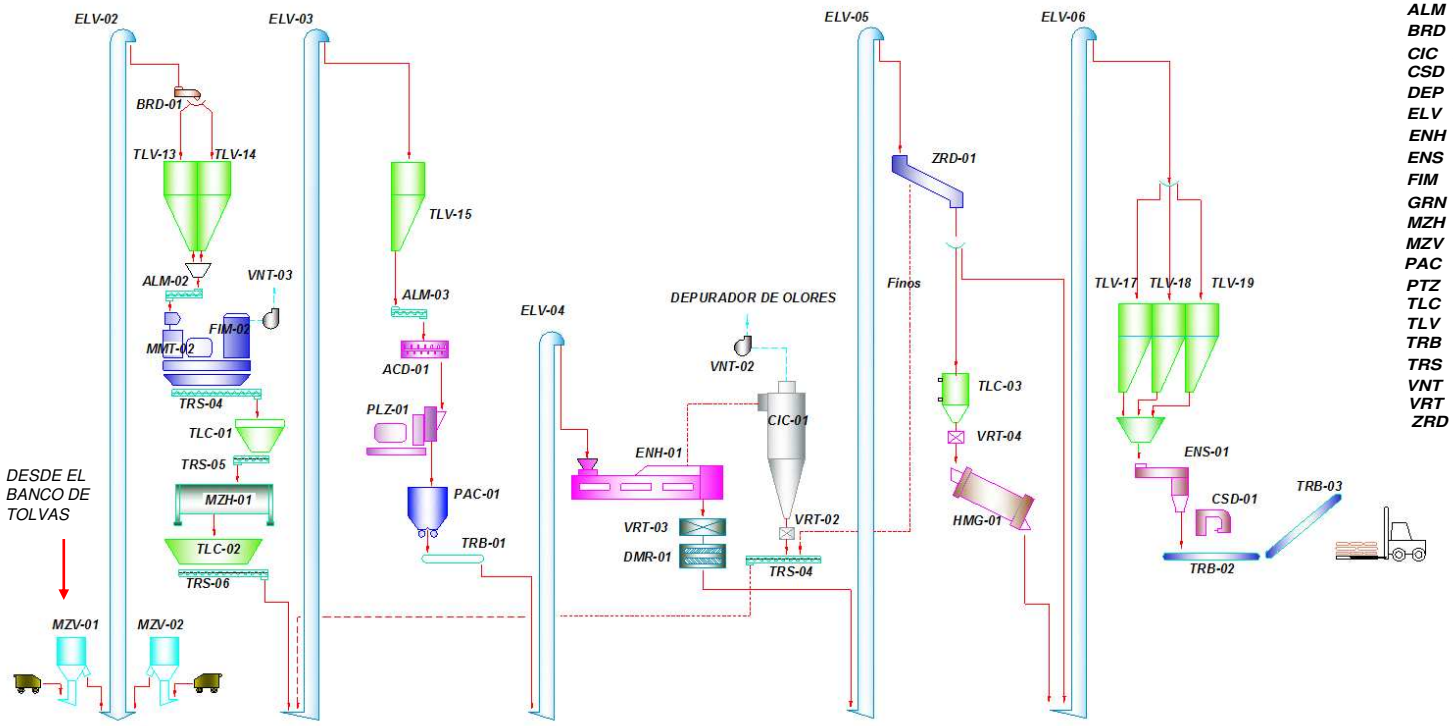
NOMENCLATURA

ACD :ACONDICIONADOR
ALM :ALIMENTADOR
BRD :BARREDOR
CIC :CICLON
CSD :COSEDORA
ELV :ELEVADOR
ENC :ENFRIADOR DE CONTRAFLUJO
ENS :ENSACADORA
GRN :GRANULADOR
MZH :MEZCLADORA HORIZONTAL
PTZ :PELETIZADORA
TLC :TOLVA DE COMPENSACION
TLV :TOLVA
TRB :TRANSPORTADOR DE BANDA
TRS :TRANSPORTADOR SIN FIN
VNT :VENTILADOR
VRT :VALVULA ROTATIVA
ZRD :ZARANDA

APÉNDICE B.3

DIAGRAMA DE FLUJO ACTUAL DE LA LÍNEA #2 DESDE LA DOSIFICACIÓN DE MACRO INGREDIENTES

HASTA EL EMPAQUE DE PRODUCTOS TERMINADOS

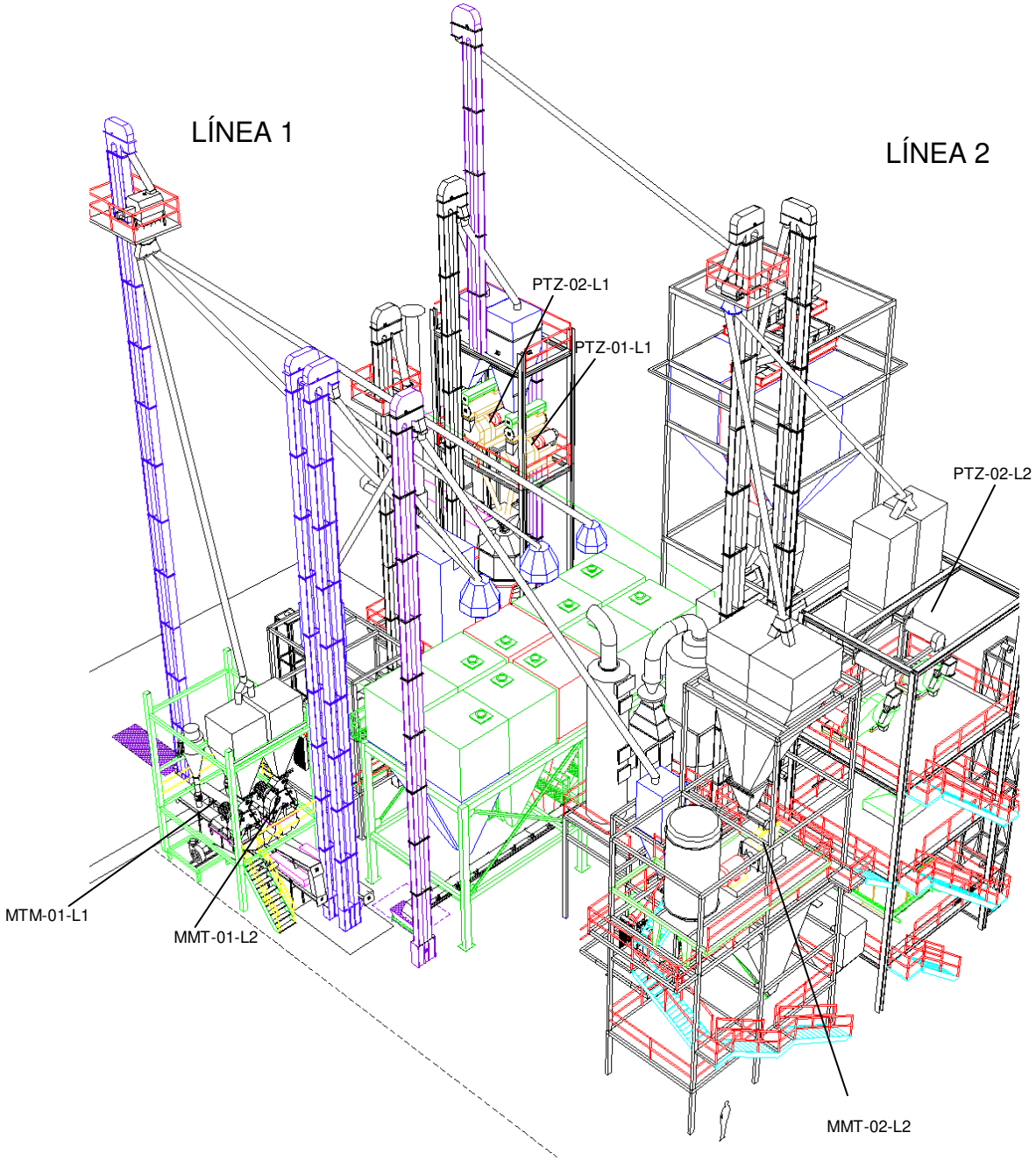


NOMENCLATURA

ACD :ACONDICIONADOR
ALM :ALIMENTADOR
BRD :BARREDOR
CIC :CICLON
CSD :COSEDORA
DEP : DEPURADOR DE OLORES
ELV :ELEVADOR
ENH :ENFRIADOR HORIZONTAL
ENS :ENSACADORA
FIM : FILTRO DE MANGAS
GRN :GRANULADOR
MZH :MEZCLADORA HORIZONTAL
MZV :MEZCLADORA VERTICAL
PAC :POST-ACONDICIONADOR
PTZ :PELETIZADORA
TLC :TOLVA DE COMPENSACION
TLV :TOLVA
TRB :TRANSPORTADOR DE BANDA
TRS :TRANSPORTADOR SIN FIN
VNT :VENTILADOR
VRT :VALVULA ROTATIVA
ZRD :ZARANDA

APÉNDICE C

DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS DE LAS ACTUALES LÍNEAS 1 Y 2



Área de Torre deProducción: 1.080 m^2
Altura máxima (elevador) : 27,30 m

APÉNDICE D.1

DIAGRAMA DE PROCESO ACTUAL DE LA LÍNEA #1 (PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PARA AVES EN TEXTURA GRANULADA)

DIAGRAMA DE PROCESO ACTUAL	Simbología		Resultados
Area: Línea #1 de Producción		Operación	11
Descripción del proceso: Producción de alimento para pollos en textura granulada		Transporte	9
		Inspección	0
Empieza:: Abastecimiento de macro ingredientes		Demora	0
Termina: Cosido de sacos de producto terminado		Almacenamiento	6
		TOTAL	26

Pasos	Símbolo	Descripción de la Actividad
1		Abastecimiento de macro ingredientes a tolvas de molienda
2		Almacenamiento temporal de macro ingredientes en tolvas
3		Molienda de macro ingredientes en cribas de 2mm y 4mm
4		Transporte de macro ingredientes molidos en el transportador de tornillo al elevador de cangilones
5		Transporte de macro ingredientes molidos en el elevador de cangilones a las tolvas de dosificación
6		Almacenamiento temporal de macro ingredientes molidos
7		Pesado de macro ingredientes
8		Transporte de macro ingredientes en el transportador de tornillo a la mezcladora
9		Mezclado de macro-ingredientes con micro-ingredientes y líquidos
10		Descarga de mezla de ingredientes en tolva de compensación
11		Transporte de mezcla de ingredientes en transportador de tornillo al elevador de cangilones
12		Transporte de mezcla de ingredientes en el elevador de cangilones
13		Limpieza de mezcla de ingredientes en el barredor
14		Almacenamiento temporal de mezcla de ingredientes en tolva
15		Transporte de mezcla de ingredientes en transportador de tornillo al elevador de cangilones
16		Transporte de mezcla de ingredientes en el elevador de cangilones
17		Almacenamiento temporal de mezcla de ingredientes en las tolvas de peletización
18		Pre-acondicionamiento de mezcla de ingredientes con vapor de agua durante 45 segundos
19		Peletizado de ingredientes en dados de 3.2 mm
20		Enfriamiento de pelets
21		Granulado de pelets
22		Transporte de alimento granulado en el elevador de cangilones a la zaranda
23		Zarandeo de alimento granulado
24		Almacenamiento temporal del alimento granulado
25		Ensacado del alimento granulado
26		Cosido de sacos

APÉNDICE D.2

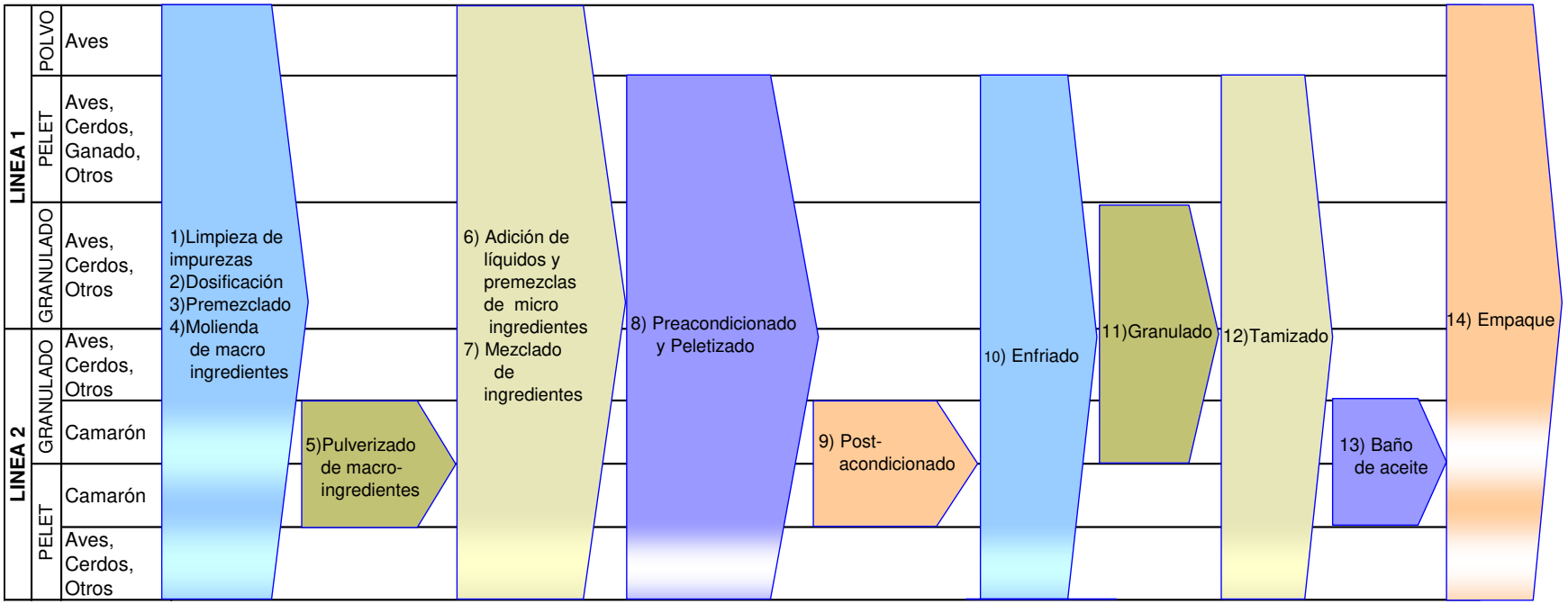
DIAGRAMA DE PROCESO ACTUAL DE LA LÍNEA #2 (PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PARA CAMARÓN EN TEXTURA GRANULADA)

DIAGRAMA DE PROCESO ACTUAL	Simbología		Resultados
Area: Línea #2 de Producción		Operación	15
Descripción del proceso: Producción de alimento para camarón en textura granulada		Transporte	13
		Inspección	0
Empieza:: Abastecimiento de macro ingredientes		Demora	0
Termina: Cosido de sacos de producto terminado		Almacenamiento	9
		TOTAL	37

Pasos	Símbolo	Descripción de la Actividad
1		Abastecimiento de macro ingredientes
2		Almacenamiento temporal de macro ingredientes en tolvas
3		Molienda de macro ingredientes en cribas de 2mm
4		Transporte de macro ingredientes molidos en el transportador de tornillo al elevador de cangilones
5		Transporte de macro ingredientes molidos en el elevador de cangilones a las tolvas de dosificación
6		Almacenamiento temporal
7		Pesado de macro-ingredientes molidos en carros báscula
8		Transporte de macro ingredientes molidos en carros báscula
9		Mezclado de macro ingredientes en mezcladoras verticales
10		Transporte de mezcla de macro ingredientes en elevador de cangilones
11		Limpieza de mezcla de macro ingredientes en el barredor
12		Almacenamiento temporal de mezcla de macro ingredientes en tolva de compensación
13		Pulverizado de macro-ingredientes a 250 micrones
14		Almacenamiento temportal de macro-ingredientes pulverizados
15		Transporte de macro-ingredientes pulverizados en transportador de tornillo a la tolva de mezclado
16		Almacenamiento temporal de macro-ingredientes pulverizados
17		Transporte de macro-ingredientes pulverizados en transportador de tornillo a mezcladora horizontal
18		Mezclado de macro-ingredientes con micro-ingredientes y líquidos
19		Descarga de mezla de ingredientes en tolva de compensación
20		Transporte de mezcla de ingredientes en transportador de tornillo al elevador de cangilones
21		Transporte de mezcla de ingredientes en elevador de cangilones a las tolvas de peletización
22		Almacenamiento temporal de mezcla de ingredientes en las tolvas de peletización
23		Pre-acondicionamiento de mezcla de ingredientes con vapor de agua durante 45 segundos
24		Peletizado de ingredientes en dados de 2.2 mm
25		Post-acondicionamiento de pelets
26		Transporte de pelets calientes en el transportador de bandas al elevador de cangilones
27		Transporte de pelets calientes en el elevador de cangilones al enfriador
28		Enfriamiento de pelets
29		Granulado de pelets
30		Transporte de alimento granulado en el elevador de cangilones a la zaranda
31		Zarandeo de alimento granulado y descarga a la tolva de homogenizado
32		Almacenamiento temportal de alimento granulado
33		Aplicación de aceite de pescado a alimento granulado en el homogenizador
34		Transporte de alimento granulado bañado en aceite en el elevador de cangilones a la zaranda
35		Almacenamiento temporal del alimento de camarón granulado en tolvas de producto terminado
36		Ensacado del alimento de camarón granulado
37		Cosido de sacos

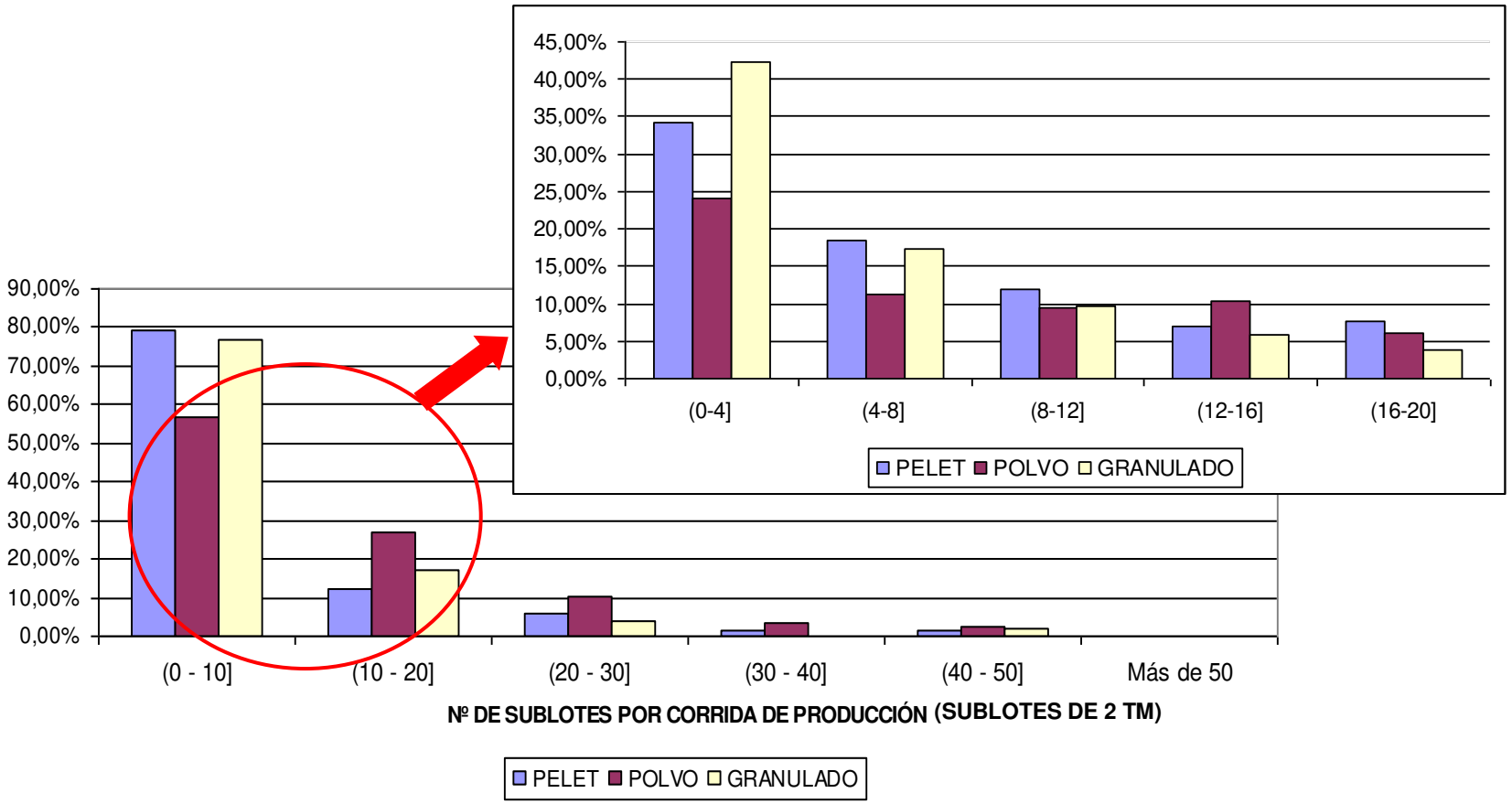
APÉNDICE E

DIAGRAMA DE BLOQUE PROPUESTO DE LOS SUBPROCESOS DE PRODUCCIÓN POR TIPO DE ALIMENTOS Y LÍNEA DE PRODUCCIÓN



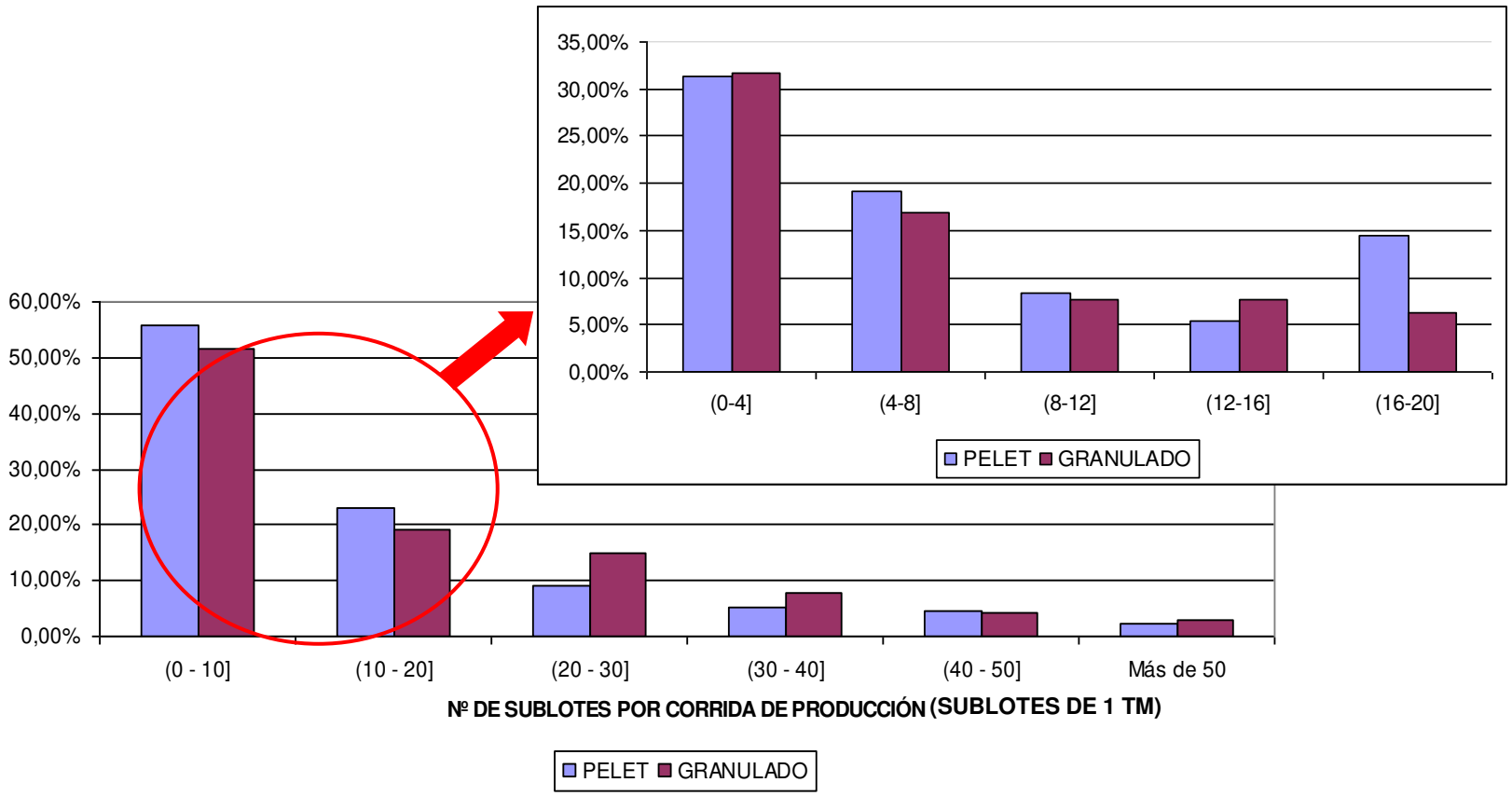
APÉNDICE F.1

NÚMERO DE SUBLOTES POR CORRIDA DE PRODUCCIÓN DE LA LÍNEA 1 SEGÚN TEXTURA DEL ALIMENTO



APÉNDICE F.2

NÚMERO DE SUBLOTES POR TIRAJE DE PRODUCCIÓN DE LA LÍNEA 2 SEGÚN TEXTURA DEL ALIMENTO



APÉNDICE G

SELECCIÓN DE INGREDIENTES QUE IRÁN EN TOLVAS DE MACRO INGREDIENTES

Macro ingrediente consumidos en el 2007	Consumo semanal promedio (TM)	# Corridas de producción semanal en que se incluyó	# Sublotes semanal en el que se incluyó	En Kg por 2 TM de alimento					¿Irá en Tolvas de Macro ingredientes?
				Promedio	Desviación Estándar	Mín	Máx	Promedio + 1,3 *Desv. Estándar	
Maíz	933	65	1.113	1.038	244	178	1.405	1.355	Sí
Pasta de Soya	471	115	2.331	292	151	59	723	488	Sí
Polvillo de Arroz	191	58	1.093	240	96	1	440	365	Sí
Arrocillo	100	29	800	154	50	89	240	219	Sí
Trigo	79	17	298	515	156	150	796	717	Sí
Semi semita	77	25	272	292	185	85	600	533	Sí
Harina Pescado Ind.	53	24	368	251	221	29	820	539	Sí
Soya Expandida	31	22	319	72	38	3	160	121	Sí
Palmiste	24	10	104	220	95	140	400	343	Sí
Caliza	23	35	905	37	37	20	195	85	No
Harina Pescado Pista	14	13	271	93	32	10	120	134	Sí
Banharina	12	9	109	130	30	100	160	169	Sí
Afrecho de Malta	8	15	102	131	96	9	400	255	Sí
Harina de Huesos	8	29	329	32	10	2	56	45	No
Apanadura	8	7	94	73	17	60	86	95	No
Harina de Calamar	7	8	46	87	19	60	100	111	Sí

APÉNDICE H

FÓRMULAS TÍPICAS DE LOS PRINCIPALES ALIMENTOS BALANCEADOS

GANADO (Línea 1)			
Ingrediente	**Porcentaje**	**Kg/sublote**	**ρ (TM/m^3)**
Semisemita	20,0%	400,0	0,398
Maíz	19,0%	380,0	0,720
Polvillo de arroz	15,5%	310,0	0,363
Palmiste	15,3%	306,0	0,513
Afrecho de malta	10,5%	210,0	0,237
Banharina	8,0%	160,0	0,567
Pasta de soya	4,1%	82,6	0,587
Ingredientes mayores	**92,4%**	**1848,6**	**0,482**
Caliza	2,0%	40,6	1,089
Micro ingredientes	1,5%	30,8	0,914
Ingredientes menores	**3,6%**	**71,4**	**1,014**
Melaza	4,0%	80,0	1,297
Líquidos	**4,0%**	**80,0**	**1,297**
Total	**100,0%**	**2000,0**	**0,534**

CAMARONES (Línea 2)			
Ingrediente	**Porcentaje**	**Kg/sublote**	**ρ (TM/m^3)**
Trigo	30,0%	600,0	0,596
Polvillo de arroz	20,0%	400,0	0,363
Pasta de soya	20,0%	400,0	0,587
Harina de calamar	5,0%	100,0	0,510
Harina de pescado	8,5%	170,6	0,523
Arrocillo	5,0%	100,0	0,818
Ingredientes mayores	**88,5%**	**1770,6**	**0,542**
Micro ingredientes	4,5%	89,4	0,958
Ingredientes menores	**4,5%**	**89,4**	**0,958**
Aceite de pescado	6,0%	120,0	0,910
Lecitina	1,0%	20,0	1,010
Líquidos	**7,0%**	**140,0**	**0,924**
Total	**100,0%**	**2000,0**	**0,587**

AVES (Líneas 1 y 2)			
Ingrediente	**Porcentaje**	**Kg/sublote**	**ρ (TM/m^3)**
Maíz	54,0%	1079,8	0,720
Pasta de soya	14,0%	279,8	0,587
Polvillo de arroz	12,0%	240,0	0,363
Semisemita	6,3%	125,8	0,507
Afrecho de malta	5,0%	100,0	0,237
Ingredientes mayores	**91,3%**	**1825,4**	**0,612**
Caliza	4,0%	80,6	0,818
Harina de Huesos	1,8%	35,0	0,530
Micro ingredientes	1,6%	32,4	0,965
Ingredientes menores	**7,4%**	**148**	**0,782**
Aceite de palma	1,3%	26,6	0,900
Líquidos	**1,3%**	**26,6**	**0,900**
Total	**100,0%**	**2000,0**	**0,628**

CERDOS (Líneas 1 y 2)			
Ingrediente	**Porcentaje**	**Kg/sublote**	**ρ (TM/m^3)**
Maíz	61,3%	1226,8	0,720
Pasta de soya	25,0%	500,0	0,587
Soya expandida	8,0%	160,0	0,507
Ingredientes mayores	**94,3%**	**1886,8**	**0,667**
Caliza	1,2%	24,4	1,089
Micro ingredientes	2,4%	48,8	1,020
Ingredientes menores	**3,7%**	**73,2**	**1,043**
Aceite de palma	2,0%	40,0	0,900
Líquidos	**2,0%**	**40,0**	**0,900**
Total	**100,0%**	**2000,0**	**0,667**

APÉNDICE I

DETERMINACIÓN DE NÚMEROS DE TOLVAS Y FRECUENCIAS DE LLENADO PARA MACRO INGREDIENTES

Macro ingrediente	Porcentaje de consumo	Consumo promedio (TM /día)	Probabilidad de consumo diario	Consumo Real (TM /día)	Densidad (TM/m^3)	Número de Tolvas	Volumen de Tolva (m^3)	Porcentaje de llenado	Frecuencia de llenado/día
Maíz	42,1%	192,04	0,97	198,0	0,720	2	28	95%	5
Pasta de Soya	22,8%	104,02	1,00	104,0	0,587	1	28	95%	7
Polvillo de Arroz	8,7%	39,76	1,00	39,8	0,363	1	28	95%	4
Trigo	3,8%	17,44	0,90	19,4	0,596	1	14	95%	2
Arrocillo	3,4%	15,71	0,92	17,1	0,818	1	14	95%	2
Pescado Industrial	3,1%	14,21	0,77	18,5	0,523	1	14	95%	3
Semisemita	3,0%	13,68	0,87	15,7	0,398	1	14	95%	3
Palmiste	1,7%	7,86	0,43	18,3	0,513	1	14	95%	3
Soya Expandida	1,3%	5,99	0,87	6,9	0,507	1	14	95%	1
Banharina	0,6%	2,73	0,45	6,1	0,567	1	14	95%	1
Afrecho de Malta	0,6%	2,85	0,76	3,7	0,237	1	14	95%	1
Pescado Pista	0,6%	2,61	0,7	3,7	0,523	1	14	95%	1
Harina de Calamar	0,5%	2,30	0,50	4,6	0,510	1	14	95%	1
Número total de tolvas						**10**	**14 m^3**		
						4	**28 m^3**		

APÉNDICE J

DETERMINACIÓN DE INGREDIENTES QUE IRÁN EN TOLVAS DE MICRO INGREDIENTES

Ingrediente	Consumo semanal (Kg)	# Corridas en que se incluyó	Nr. Baches en que se incluyó	En Kilogramos por 2 TM de alimento					Tipo de tolva
				Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Máximo	Prom+ 1,3 *Desv.	
Caliza	22.730	35	905	36,7	37,0	1,1	195,0	84,8	1
Fosfato Mono Cálcico	14.255	39	44	39,1	16,9	5,9	67,0	61,1	1
Harina de huesos	8.092	29	329	32,2	10,1	2,2	56,0	45,3	1
Apanadura	8.085	4	94	73,0	17,0	60,0	86,0	95,1	1
Aminoácido 1	7.913	63	72	12,6	6,7	1,2	28,2	21,3	2
Sal	7.268	66	75	13,7	6,9	6,3	48,3	22,6	2
Proteína	6.013	23	26	55,4	25,0	5,0	98,0	87,9	1
Aminoácido 2	4.479	60	71	6,6	3,5	0,1	13,0	11,2	2
Fosfato Bicálcico	3.637	12	14	26,6	17,0	1,4	58,6	48,7	1
Aminoácido 3	1.826	50	57	4,5	2,8	0,3	12,7	8,2	2
Acidificante	1.632	39	44	9,5	7,6	2,0	20,0	19,3	2
Urea	1.604	3	3	41,8	14,2	25,4	60,0	60,2	1
Atrapante micotoxinas 1	1.439	39	44	3,5	1,7	2,0	10,0	5,7	2
Minerales aves	1.350	40	46	2,6	0,7	1,6	4,0	3,5	2
Antifúngico	1.231	82	94	1,8	0,5	1,0	4,0	2,4	2
Vitaminas aves	1.143	30	34	2,9	0,8	1,6	6,0	4,0	2
Núcleo Mineral	1.102	32	36	2,4	1,8	0,4	6,7	4,8	2
Aglutinante	751	14	16	5,3	1,0	4,0	6,0	6,5	2
Pigmentante	651	15	17	2,9	1,5	0,6	4,1	4,8	2
Enzima 1	502	19	22	1,6	0,5	1,0	2,0	2,3	2
Enzima 2	415	26	30	1,0	0,3	0,6	1,2	1,4	2
Coccidiostato 1	408	18	20	1,7	0,6	0,6	2,0	2,4	2
Coccidiostato 2	296	12	14	1,4	0,5	1,0	2,0	2,1	2
Antioxidante	293	81	92	0,4	0,1	0,3	0,8	0,6	Manual
Enzima 2	189	7	8	2,0	0,0	2,0	2,0	2,0	2
Núcleo Mineral	173	4	4	18,9	5,9	15,5	29,0	26,5	2
Vitaminas cerdos	165	19	22	3,7	0,6	2,0	4,0	4,5	2
Minerales cerdos	165	19	22	3,8	0,5	2,0	4,0	4,5	2
Mineral ganado	130	4	5	2,7	0,1	2,5	2,8	2,9	2
Atrapante micotoxinas 2	95	19	22	1,8	0,3	1,0	2,0	2,2	2
Otros (23 micro ingredientes)	396								Manual

APÉNDICE K

COMBINACIONES ENTRE MICROINGREDIENTES DE LAS FÓRMULAS DE ALIMENTOS BALANCEADOS

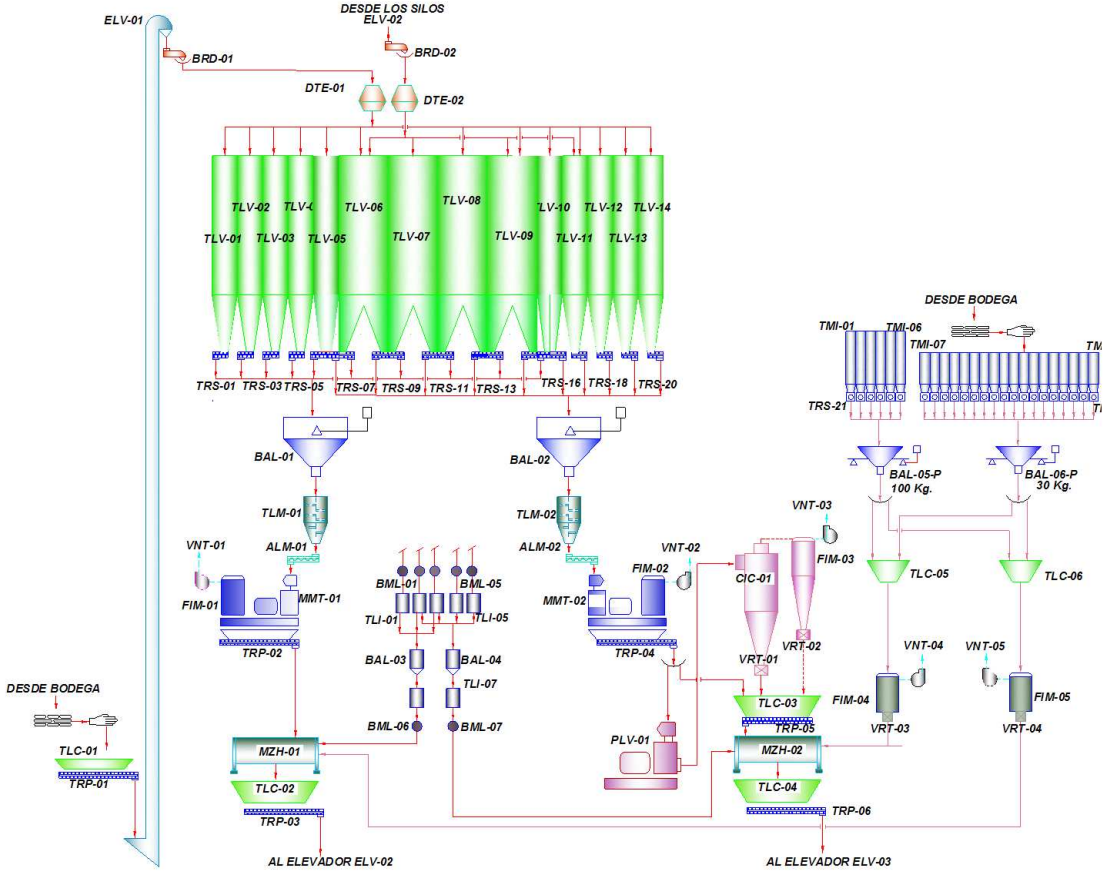
1ª combinación Aves-Camarones-Cerdos		
No.	Micro ingredientes	Tipo de Tolva
1	Fosfato mono cálcico	1
2	Harina de huesos	1
3	Caliza	1
4	Sal	1
1	Aminoácido 1	2
2	Aminoácido 2	2
3	Aminoácido 3	2
4	Aglutinante	2
5	Atrapante micotoxinas 1	2
6	Atrapante micotoxinas 2	2
7	Pigmentante	2
8	Minerales aves	2
9	Antifúngico	2
10	Vitamina cerdos	2
11	Minerales cerdos	2
12	Vitaminas aves	2
13	Núcleo mineral	2
14	Enzima 1	2
15	Enzima 2	2
16	Saborizante	2
17	Coccidiostato 1	2
18	Acidificante	2
1	Antioxidante	Manual

2ª combinación Aves-Camarones-Ganado		
No.	Micro ingredientes	Tipo de Tolva
1	Sal	1
2	Harina de huesos	1
3	Caliza	1
4	Apanadura	1
5	Fosfato mono cálcico	1
6	Urea	1
1	Aminoácido 1	2
2	Aminoácido 2	2
3	Aminoácido 3	2
4	Pigmentante	2
5	Minerales aves	2
6	Vitaminas aves	2
7	Núcleo mineral	2
8	Minerales ganado	2
9	Antifúngico	2
10	Enzima 1	2
11	Enzima 2	2
12	Coccidiostato 1	2
13	Atrapante micotoxinas 2	2
14	Aglutinante	2
1	Antioxidante	Manual

3ª combinación Camarones-Ganado-Cerdos		
No.	Micro ingredientes	Tipo de Tolva
1	Sal	1
2	Apanadura	1
3	Caliza	1
4	Urea	1
5	Fosfato mono cálcico	1
1	Atrapante micotoxinas 1	2
2	Atrapante micotoxinas 2	2
3	Aminoácido 1	2
4	Aminoácido 2	2
5	Aminoácido 3	2
6	Antifúngico	2
7	Vitaminas cerdos	2
8	Minerales cerdos	2
9	Minerales ganado	2
10	Aglutinante	2
11	Saborizante	2
12	Proteína	2
13	Coccidiostato 1	2

APÉNDICE L.1

DIAGRAMA DE FLUJO PROPUESTO DE LAS LÍNEAS #1 Y 2 DESDE EL ABASTECIMIENTO A TOLVAS DE DOSIFICACIÓN HASTA EL MEZCLADO DE INGREDIENTES

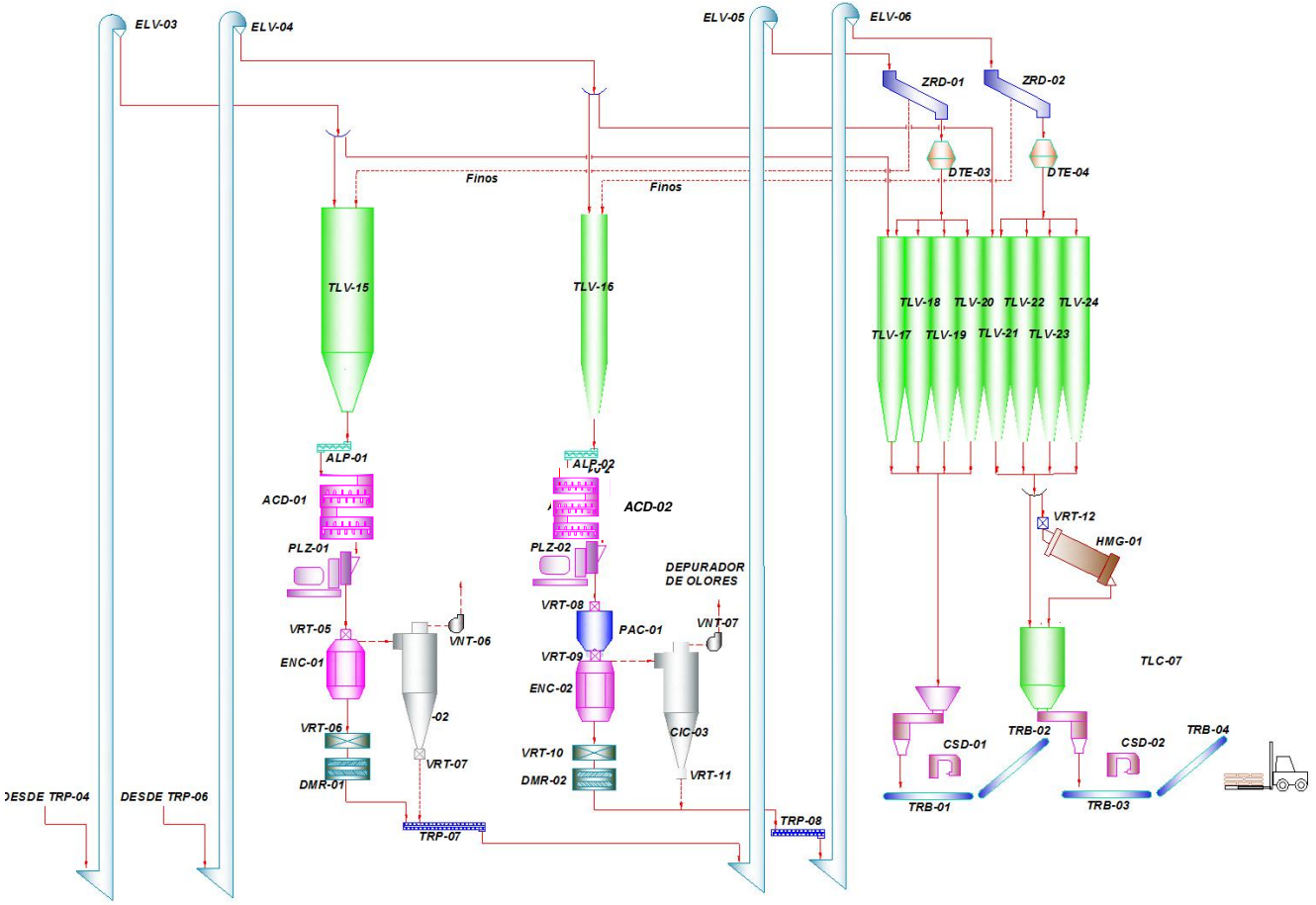


NOMENCLATURA

ALM :ALIMENTADOR
BAL : BALANZA
BRD :BARREDOR
CIC : CICLON
DTE :DISTRIBUIDOR
ELV :ELEVADOR
FIM :FILTRO DE MANGAS
MMT :MOLINO DE MARTILLO
MZH :MEZCLADORA HORIZONTAL
PLV :PULVERIZADOR
TLC :TOLVA DE COMPENSACION
TLI : TANQUE DE LIQUIDO
TLM :TOLVA MEZCLADORA
TLV :TOLVA
TMI :TOLVA DE MICRO-INGREDIENTE
VRT :VALVULA ROTATIVA
TRS :TRANSPORTADOR SIN FIN
TRP :TRANSPORTADOR DE PALETAS
VNT :VENTILADOR

APÉNDICE L.2

DIAGRAMA DE FLUJO PROPUESTO DE LAS LÍNEAS #1 Y 2 DESDE EL PELETIZADO HASTA EL EMPAQUE DE PRODUCTOS TERMINADOS

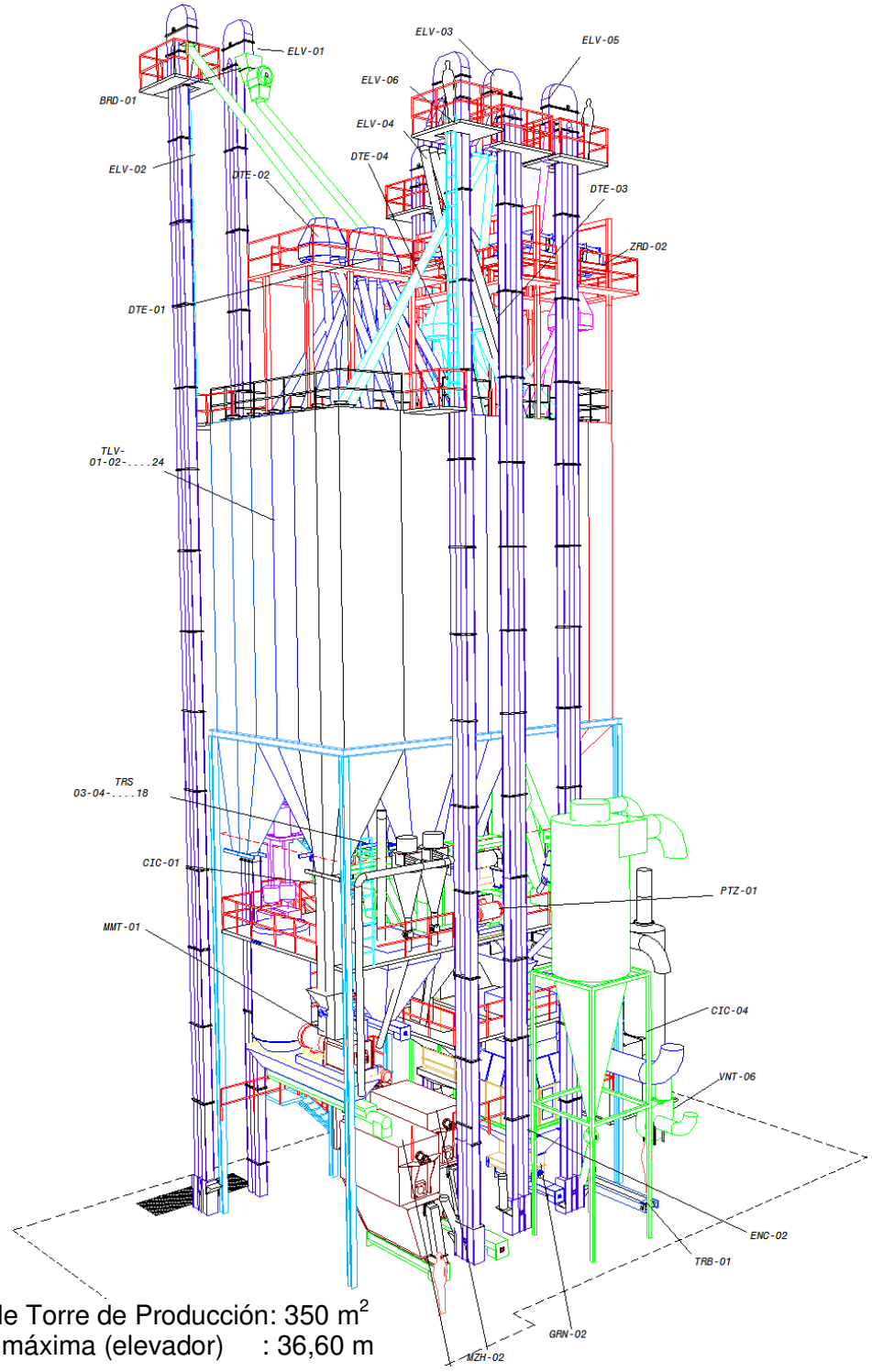


NOMENCLATURA

ACD :ACONDICIONADOR
ALM :ALIMENTADOR DE MOLINO
ALP :ALIMENTADOR DE PELETIZADORA
CIC :CICLON
CSD :COSEDORA
DTE :DISTRIBUIDOR
ELV :ELEVADOR
ENC :ENFRIADOR DE CONTRAFLUJO
ENS :ENSACADORA
DMR :DESMORONADOR
HMG :HOMOGENIZADOR
PAC :POST-ACONDICIONADOR
PTZ :PELETIZADORA
TLC :TOLVA DE COMPENSACION
TLV :TOLVA
TRB :TRANSPORTADOR DE BANDA
TRP :TRANSPORTADOR DE PALETAS
VNT :VENTILADOR
VRT :VALVULA ROTATIVA
ZRD :ZARANDA

APÉNDICE M

DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS DE LAS NUEVAS LÍNEAS 1 Y 2



Área de Torre de Producción: 350 m^2
Altura máxima (elevador) : 36,60 m

APÉNDICE N.1

DIAGRAMA DE PROCESO PROPUESTO DE LA LÍNEA #1 (PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PARA AVES EN TEXTURA GRANULADA)

DIAGRAMA DE PROCESO PROPUESTO	Simbología		Resultados
Area: Línea #1 de Producción		Operación	12
Descripción del proceso: Producción de alimento para pollos en textura granulada		Transporte	5
		Inspección	0
Empieza:: Abastecimiento de macro ingredientes		Demora	0
Termina: Cosido de sacos de producto terminado		Almacenamiento	5
		TOTAL	22

Pasos	Símbolo	Descripción de la Actividad
1		Abastecimiento de macro ingredientes
2		Limpieza de macro ingredientes en el barredor
3		Almacenamiento temporal de macro ingredientes en tolvas
4		Transporte de macro ingredientes en transportador de tornillo a tolva de pesado
5		Pesado de macro-ingredientes
6		Mezclado de macro ingredientes
7		Molienda de macro ingredientes en cribas de 2 mm.
8		Transporte de macro ingredientes molidos
9		Mezclado de macro-ingredientes con micro-ingredientes y líquidos
10		Descarga de mezla de ingredientes en tolva de compensación
11		Transporte de mezcla de ingredientes en transportador de paletas al elevador de cangilones
12		Transporte de mezcla de ingredientes en elevador de cangilones a la tolva de peletización
13		Almacenamiento temporal de mezcla de ingredientes en la tolva de peletización
14		Pre-acondicionamiento de mezcla de ingredientes con vapor de agua durante 180 segundos.
15		Peletizado de ingredientes en dados de 3.2 mm.
16		Enfriamiento de pelets
17		Granulado de pelets
18		Transporte de alimento granulado en el elevador de cangilones a la zaranda
19		Zarandeo de alimento granulado y descarga a la tolva de despacho
20		Almacenamiento temporal de alimento granulado
21		Ensacado del alimento
22		Cosido de sacos

APÉNDICE N.2

DIAGRAMA DE PROCESO PROPUESTO DE LA LÍNEA #2 (PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PARA CAMARÓN EN TEXTURA GRANULADA)

DIAGRAMA DE PROCESO PROPUESTO	Simbología		Resultados
Area: Línea #2 de Producción		Operación	15
Descripción del proceso: Producción de alimento para camarón en textura granulada		Transporte	8
		Inspección	0
Empieza:: Abastecimiento de macro ingredientes		Demora	0
Termina: Cosido de sacos de producto terminado		Almacenamiento	6
		TOTAL	29

Pasos	Símbolo	Descripción de la Actividad
1		Abastecimiento de macro ingredientes
2		Limpieza de macro ingredientes en el barredor
3		Almacenamiento temporal de macro ingredientes en tolvas
4		Transporte de macro ingredientes en transportador de tornillo a tolva de pesado
5		Pesado de macro-ingredientes
6		Premezclado de macro ingredientes
7		Molienda de macro ingredientes en cribas de 2 mm.
8		Transporte de macro ingredientes molidos en transportador de paletas
9		Pulverizado de macro ingredientes a 150 micrones.
10		Transporte de macro ingredientes pulverizados en transportador neumático
11		Almacenamiento temporal de macro-ingredientes pulverizados
12		Transporte de macro-ingredientes pulverizados a la mezcladora
13		Mezclado de macro-ingredientes con micro-ingredientes y líquidos
14		Descarga de mezla de ingredientes en tolva de compensación
15		Transporte de mezcla de ingredientes en transportador de paletas al elevador de cangilones
16		Transporte de mezcla de ingredientes en elevador de cangilones a las tolvas de peletización
17		Almacenamiento temporal de mezcla de ingredientes en las tolvas de peletización
18		Pre-acondicionamiento de mezcla de ingredientes con vapor de agua durante 120 segundos
19		Peletizado de ingredientes en dados de 1.8 mm.
20		Post-acondicionamiento de pelets
21		Enfriamiento de pelets
22		Granulado de pelets
23		Transporte de alimento granulado en el elevador de cangilones a la zaranda
24		Zarandeo de alimento granulado y descarga a la tolva de despacho
25		Almacenamiento temporal de alimento granulado
26		Aplicación de aceite de pescado a alimento granulado en el homogenizador
27		Almacenamiento temporal de alimento granulado en tolva de compensación
28		Ensacado del alimento de camarón granulado
29		Cosido de sacos

APÉNDICE O

PRECIOS PROYECTADOS (US$/TM) POR TIPO DE ALIMENTO BALANCEADO PARA EL PERÍODO 2008-2018

Alimento Balanceado	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Aves	384,65	399,11	414,12	429,69	445,84	462,61	480,00	498,05	516,77	536,21	556,37
Cerdos	383,93	398,36	413,34	428,88	445,01	461,74	479,10	497,12	515,81	535,20	555,33
Ganado	282,94	293,58	304,62	316,07	327,96	340,29	353,08	366,36	380,13	394,43	409,26
Camarón	548,14	568,75	590,13	612,32	635,34	659,23	684,02	709,74	736,42	764,11	792,84
Otros	603,49	626,18	649,73	674,16	699,51	725,81	753,10	781,42	810,80	841,28	872,91

APÉNDICE P.1

COSTOS DE INVERSIÓN (1ª parte)

ELEMENTOS DE INVERSIÓN	INCLUYE	OBSERV.	COSTO (US$)	ORIGEN
1. MAQUINARIAS Y EQUIPOS [(1)]				
Abastecimiento y Dosificación de macro ingredientes				
Transportador de paleta #1	TRP-01	Nuevo	5.120	Local
Tolva de compensación #1	TLC-01	Nuevo	2.310	Local
Elevadores de cangilones #1 y #2	ELV-01 y ELV-02	Nuevo	55.150	Local
Barredores #1 y #2	BRD-01 y BRD-2	Nuevo	53.080	Importado
Distribuidores #1 y #2	DTE-01 y DTE-02	Nuevo	13.630	Local
Tolvas (macro ingredientes) #1 a #14	TLV-01 a TLV-14	Nuevo	90.740	Local
Aparatos vibro extractores #1 a #4	AVE-01 a AVE-04	Nuevo	24.000	Importado
Transportadores de tornillos sinfín #1 a #20	TRS-01 a TRS-20	Nuevo	89.800	Local
Balanza #1 y #2	BAL-01 y BAL-02	Nuevo	19.210	Importado
Premezclado, Molienda y Pulverizado				
Tolvas mezcladoras #1 y #2	TLM-01 y TLM-02	Nuevo	22.000	Importado
Molino de martillos #1	ALM-01, MMT-01, FIM-01 y VNT-01,	Nuevo	78.000	Importado
Molino de martillos #2	ALM-01, MMT-02, FIM-02 y VNT-02	Nuevo	52.800	Importado
Molino pulverizador	PLV-01, CIC-01, FIM-03, VNT-03,	Nuevo	60.520	Importado
Dosificación de líquidos y micros y Mezclado				
Sistema de dosificación de micro ingredientes	TMI-01 a TMI-24, TRS-21 a TRS-44, FIM-04 a FIM-06, BAL-05 y BAL-06, VNT-04 a VNT-06, VRT-03 y VRT-04	Nuevo	110.000	Importado
Equipos adicionales para el sistema de dosificación de líquidos	BML-05 a BML-07, TLI-05 a TLI-07, BAL-04	Nuevo	26.520	Importado
Tolvas de compensación #2 a #5	TLC-02 a TLC-06	Nuevo	11.500	Local
Transportadores de paletas #2 a #6	TRP-02 a TRP-06	Nuevo	30.500	Local
Mezcladora horizontal #1	MZH-01	Nuevo	40.640	Importado
Mezcladora horizontal #2	MZH-02	Existente	0	Reutilizado
Peletizado, Post acondicionado, Enfriado y Granulado				
Elevadores de cangilones #3 y #4	ELV-03 y ELV-04	Nuevo	55.150	Local
Tolvas (peletizado) #15 y #16		Nuevo	15.110	Local
Peletizadora #1	ALP-01, ACD-01 y PLZ-01	Nuevo	226.900	Importado
Peletizadora #2	ALP-02, ACD-02 y PLZ-02	Nuevo	200.300	Importado
Post acondicionador	PAC-01	Nuevo	42.230	Importado
Enfriador de contraflujo #1	ENC-01, VNT-06 y CIC-02	Nuevo	36.800	Importado
Enfriador de contraflujo #2	ENC-02, VNT-07 y CIC-03	Existente	0	Reutilizado
Depurador de olores	DEP-01	Existente	0	Reutilizado
Valvulas rotativas #5 a #11	VRT-05 a VRT-11	Nuevo	24.220	Importado
Desmoronador #1 y #2	DMR-01 y DMR-02	Nuevo	42.400	Importado
Transportadores de paletas #7 y #8	TRP-07 y TRP-08	Nuevo	12.200	Local
Tamizado, Baño de aceite y Empaque				
Elevadores de cangilones #5 y #6	ELV-05 y ELV-06	Nuevo	55.150	Local
Zarandas #1 y #2	ZRD-01 y ZRD-02	Existente	0	
Distribuidor #3 y #4	DTE-03 y DTE-04	Nuevo	9.300	Local
Tolvas (producto terminado) #17 y #24	TLV-17 a TLV-24	Nuevo	40.400	Local
Válvula rotativa #12	VRT-12	Nuevo	3.460	Importado
Homogenizador #1	HMG-01 y HMG-02	Nuevo	42.600	Importado
Tolva de compensación #7	TLC-07	Nuevo	4.520	Local
Ensacadora #1 y #2	ENS-01 y ENS-02	Existente	0	Reutilizado
Cosedora #1 y #2	CSD-01 y CSD-02	Existente	0	Reutilizado
Transportadores de bandas #1 y #2	TRB-01 y TRB-02	Existente	0	Reutilizado
SUBTOTAL			**1.596.260**	

APÉNDICE P.2

COSTOS DE INVERSIÓN (2ª parte)

2. EDIFICIO METÁLICO				
Estructura principal			207.000	Local
Estructura de pantalla y cubierta				
Escaleras				
Pintura				
SUBTOTAL			**207.000**	
3. INSTALACIONES MECÁNICAS				
Montaje de equipos y maquinarias			194.000	Local
Grúas, transporte y montacargas				
Personal para arranque y puesta en marcha				
SUBTOTAL			**194.000**	
4. INSTALACIONES DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y AUTOMÁTICO				
Tableros de distribución y correción de factor de potencia			24.160	Importado
Tableros de fuerza de motores			70.800	Importado
Tableros de control con PLC			46.200	Importado
Control con computador de supervisión			19.110	Importado
Materiales para montaje e iluminación			123.670	Importado
SUBTOTAL			**283.940**	
5. OBRAS CIVILES				
Cimentaciones (piso del edificio metálico)			70.500	Local
SUBTOTAL			**70.500**	

INVERSIÓN SUBTOTAL REQUERIDA	**2.351.700**	(A)

DESGLOSE DE LA INVERSIÓN		
Local	949.880	(B)
Importación	1.401.820	(C)

ESTIMACIÓN DEL COSTO DE IMPORTACIÓN DE EQUIPOS		
Valor FOB (Free on Board)	1.401.820	=(C)
Flete Marítimo	56.073	
Valor CIF (Cost Insurance & Freight)	1.457.893	
Seguro (0.6% CIF)	8.747	
Aduana (5% CIF)	72.895	
Tasa modernización (1% Aduana)	729	
Fodinfa (10% Aduana)	7.289	
SUBTOTAL	1.547.553	
IVA (12%)	185.706	
Transporte (Aduana a planta)	6.000	
Trámites varios	700	
Almacenaje	2.600	
TOTAL	**1.742.560**	(D)

TRANSPORTE E IMPUESTOS PARA IMPORTACIONES	340.740	(D)-(C)
IVA DE EQUIPOS Y TRABAJOS LOCALES (12%)	113.986	12% de (B)
6. TRANSPORTE E IMPUESTOS TOTALES	**$ 454.725**	(E)

COSTO DE INVERSIÓN TOTAL	**$ 2.806.425**	(A)+(E)

APÉNDICE Q

COSTOS DE MATERIAS PRIMAS PROYECTADOS (US$/TM) POR TIPO DE ALIMENTO BALANCEADO

PARA EL PERÍODO 2008-2018

Alimento Balanceado	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Aves	311,81	323,53	335,70	348,32	361,42	375,01	389,11	403,74	418,92	434,67	451,01
Cerdos	311,23	322,93	335,07	347,67	360,74	374,31	388,38	402,98	418,13	433,86	450,17
Ganado	212,12	220,10	228,37	236,96	245,87	255,11	264,71	274,66	284,99	295,70	306,82
Camarón	425,85	441,87	458,48	475,72	493,61	512,16	531,42	551,40	572,14	593,65	615,97
Otros	422,45	438,33	454,81	471,91	489,65	508,07	527,17	546,99	567,56	588,90	611,04

APÉNDICE R

INCREMENTO DEL SALARIO BÁSICO UNIFICADO SEGÚN ACUERDO MINISTERIAL DE TRABAJO Y EMPLEO No. 189 DEL 27 DE DICIEMBRE DEL AÑO 2007

PROPUESTA GUBERNAMENTAL QUE BUSCA EQUIPARAR PROGRESIVAMENTE HASTA EL AÑO 2011 EL VALOR DEL INGRESO FAMILIAR CON EL VALOR DE LA CANASTA FAMILIAR BÁSICA

AÑO	SUELDO O SALARIO BÁSICO UNIFICADO MENSUAL		INGRESO FAMILIAR (2)	CANASTA FAMILIAR BÁSICA CON 3,8% AL FINAL DEL AÑO 2008 (3)
	US $	INCREMENTO		
2008 (1)	200	17,65%	373,33	485,34
2009	230	15,00%	429,33	503,78
2010	260	13,05%	485,33	522,92
2011	290	11,54%	541,33	542,79

(1) El sueldo o salario básico unificado mensual de los trabajadores en general se incrementará en US$30 para el año 2008.

(2) De acuerdo al INEC, el ingreso familiar incluye el sueldo o salario mensual unificado más la parte proporcional de la décimotercera y décimocuarta remuneraciones, multiplicado por 1.6 perceptores de ingresos, por familia.

(3) El costo de la Canasta Familiar Básica de cada año se ha calculado en este cuadro aplicando el rango máximo de inflación previsto por el Banco Central del Ecuador, para el fin del período del año 2008 y para el fin del período de cada año subsiguiente.

APÉNDICE S

REDUCCIÓN DE PERSONAL DE PRODUCCIÓN ESPERADO

Personal de Operaciones	Situación Actual			Situación Futura			Reducción	Costo por empleado [1] (2008)	
	1er Turno	2do Turno	Total	1er Turno	2do Turno	Total			
Jefe de Producción	1	0	1	1	0	1	0		
Supervisores de Turno	2	1	3	1	1	2	1	$ 770,42	
Operadores de molienda	1	1	2	0	0	0	2	$ 525,32	$
Abastecedores de molienda	2	2	4	2	2	4	0		
Operadores de mezclado	2	2	4	0	0	0	4	$ 487,52	$
Ayudantes de mezclado	4	4	8	0	0	0	8	$ 380,65	$
Operadores de premezclas de micro ingredientes	7	0	7	1	1	2	5	$ 464,45	$
Operador de peletizado	2	2	4	1	1	2	2	$ 542,27	$
Empacador	2	2	4	2	2	4	0		
Cosedor	2	2	4	2	2	4	0		
Estibador	2	2	4	2	2	4	0		
Montacarguista	1	1	2	1	1	2	0		
Personal sacafranco de producción	6		6	0		0	6	$ 380,65	$
TOTAL			**53**			**25**	**28**		**$**

[1] El costo por empleado, incluye el salario, más los sobretiempos y los beneficios de ley.

APÉNDICE T

COSTOS OPERATIVOS VARIABLES Y FIJOS ESPERADOS PARA EL PERÍODO 2008-2018

Descripción	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2
Repuestos y Mantenimiento	4,13	3,86	4,00	4,15	4,31	4,47	4,64	
Energía Eléctrica	3,10	2,58	2,67	2,77	2,88	2,98	3,10	
Agua Potable	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	
Combustibles y Lubricantes	2,17	2,25	2,33	2,42	2,51	2,61	2,71	
Mano de Obra	961.161	811.076	811.076	811.076	841.573	873.216	906.049	94
Depreciación	119.850	280.643	280.643	280.643	280.643	280.643	280.643	28

Seguro	74.863	77.678	80.598	83.629	86.773	90.036	93.421	9
Suministros	65.905	68.383	70.954	73.622	76.391	79.263	82.243	8
Otros costos	88.663	91.997	95.456	99.045	102.769	106.633	110.642	11

APÉNDICE U

ESTADO DE RESUTADOS ESPERADOS SI NO SE IMPLEMENTARA EL PROYECTO DURANTE EL PERÍODO 2009-2018

Descripción	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Ventas	32.992.565	34.233.085	35.520.249	36.855.811	38.241.589	39.679.473	4
Costos de Materiales	-26.202.050	-27.187.247	-28.209.487	-29.270.164	-30.370.722	-31.512.662	-3
Costos de Producción	-2.188.188	-2.293.101	-2.399.487	-2.485.201	-2.574.138	-2.666.420	
Gastos	-1.706.001	-1.790.635	-1.879.222	-1.971.939	-2.068.971	-2.170.512	
Utilidad antes de Part. a trabajadores	2.896.325	2.962.102	3.032.053	3.128.507	3.227.757	3.329.880	
Participación a Trabajadores (15%)	-434.449	-444.315	-454.808	-469.276	-484.164	-499.482	
Utilidad antes de Impuesto a la Renta	2.461.877	2.517.786	2.577.245	2.659.231	2.743.594	2.830.398	
Impuesto a la Renta (25%)	-615.469	-629.447	-644.311	-664.808	-685.898	-707.599	
Utilidad Neta	**1.846.407**	**1.888.340**	**1.932.934**	**1.994.423**	**2.057.695**	**2.122.798**	
Margen de Utilidad Neta	**5,60%**	**5,52%**	**5,44%**	**5,41%**	**5,38%**	**5,35%**	

APÉNDICE V

VENTAS PROYECTADAS (TM) PARA EL PERÍODO 2009-2018 EN UN ESCENARIO PESIMISTA

Tipo de animal	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Aves	42.856	45.383	47.858	50.281	52.651	54.97
Cerdos	14.380	15.228	16.059	16.872	17.667	18.44
Ganado	12.423	13.156	13.873	14.576	15.263	15.93
Camarones	11.116	11.772	12.414	13.042	13.657	14.25
Otros	1.769	1.874	1.976	2.076	2.174	2.27
TOTAL	82.545	87.413	92.180	96.846	101.412	105.88
% crecimiento anual	**3%**	**6%**	**5%**	**5%**	**5%**	**4**

APÉNDICE W

FLUJOS DE EFECTIVOS INCREMENTALES EN UN ESCENARIO CONSERVADOR

Descripción	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Utilidad Neta		1.959.557	2.106.909	2.232.995	2.315.931	2.371.818	2.397.84
Depreciación		280.643	280.643	280.643	280.643	280.643	280.64
Flujo de efectivo anual (con proyecto)		2.240.199	2.387.551	2.513.638	2.596.574	2.652.460	2.678.48
Flujo de efectivo anual (sin proyecto)		-1.562.799	-1.383.269	-1.192.379	-1.003.679	-801.344	-584.67
Flujo de efectivo incremental	-3.087.068	677.400	1.004.283	1.321.259	1.592.894	1.851.117	2.093.81

APÉNDICE X

FLUJOS DE EFECTIVOS INCREMENTALES EN UN ESCENARIO PESIMISTA

Descripción	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Utilidad Neta		1.780.679	1.865.511	1.925.483	1.939.364	1.923.998	1.877.40
Depreciación		280.643	280.643	280.643	280.643	280.643	280.64
Flujo de efectivo anual (con proyecto)		2.061.321	2.146.154	2.206.125	2.220.007	2.204.641	2.158.04
Flujo de efectivo anual (sin proyecto)		-1.564.558	-1.387.094	-1.198.665	-1.012.852	-813.862	-601.03
Flujo de efectivo incremental	-3.087.068	496.764	759.060	1.007.461	1.207.155	1.390.778	1.557.01

BIBLIOGRAFÍA

1. ACEDO-RICO JUAN, “Soluciones tecnológicas en fábricas de piensos para el cumplimiento de las normativas sobre calidad, seguridad y medio ambiente”, XX Curso de Especialización FEDNA, Barcelona, España, 2004.

2. BORTONE EUGENIO, “Diseño de plantas de alimentos balanceados especializadas para peces y crustáceos”, Monterrey Nuevo León, México, 2001.

3. EMERY DOUGLAS, FINNERTY JOHN y STOWE JOHN, “Fundamentos de Administración Financiera”, Prentice Hall, México, 2000.

4. HIDALGO WILSON, “AFABA”, Mayo 2007, Pág.6-9.

5. MCELLHINEY ROBERT, “Tecnología para la Fabricación de Alimentos Balanceados”, American Feed Industry Association, Kansas, 1994.

6. ROOYEN R.S. VAN, “Improved pellet quality following the implementation of a HACCP system in a commercial animal feed plant” (Tesis, Facultad de Ciencia Veterinaria, Universidad de Pretoria, 2005).