

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**“DISEÑO DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PARA LA  
PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA  
AVES, CERDOS Y VACUNOS ”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTADO POR**

**SANCHEZ LUYO YSABEL ANGELICA**

**CALLAO – SETIEMBRE – 2017**

**PERÚ**

## PRÓLOGO DEL JURADO

La presente Tesis fue Sustentada por la señorita Bachiller **SÁNCHEZ LUYO YSABEL ANGÉLICA** ante el **JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS** conformado por los siguientes Profesores Ordinarios :

ING° CARLOS ALEJANDRO ANCIETA DEXTRE	PRESIDENTE
ING° CHAMPA HENRÍQUEZ ÓSCAR MANUEL	SECRETARIO
ING° AVELINO CARHUARICRA CARMEN GILDA	VOCAL
ING° MACHACA GONZÁLES LEONARDO FELIX	ASESOR

Tal como está asentado en el Libro de Actas N° 2 de Tesis sin Ciclo de Tesis Folio N° 103 y Acta N° 286 de fecha **VEINTISÉIS DE DICIEMBRE DE 2017**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la Modalidad de Titulación de Tesis sin Ciclo de Tesis, de conformidad establecido por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado por Resolución N° 135-2017-CU de fecha 22 de junio de 2017 y modificado por Resolución N° 631-2017-R de fecha 24 de julio de 2017

# ÍNDICE

	Pag
RESUMEN	07
ABSTRACT	08
INTRODUCCIÓN	09
I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1. Identificación del problema	11
1.2.1. Problema general	13
1.2.2. Problema específico	13
1.2. Formulación del problema	13
1.3. Objetivos de la Investigación	14
1.3.1. Objetivo General.	14
1.3.2. Objetivos específicos.	14
1.4. Justificación	14
1.5. Importancia	15
II. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes del estudio	17
2.2. Marco teórico	19
2.2.1. Factores que influyen en el proceso de producción de alimentos	
Balanceados	19
2.2.2. Proceso de manufactura de alimentos de calidad.	27
2.2.3. Descripción del proceso de producción de alimentos	
Balanceados	31
2.3. Definiciones de términos básicos para la investigación	32
III. VARIABLES E HIPÓTESIS	35
3.1. Variables de la investigación	35
3.2. Operacionalización de variables	36
3.3. Hipótesis	37
3.3.1. Hipótesis general	37
3.3.2. Hipótesis específico	37
IV. METODOLOGÍA	38
4.1. Tipo de investigación	38

	Pag
4.2. Diseño de la investigación	38
4.3. Población y muestra	40
4.3.1. Población de la investigación	40
4.3.2. Muestra de la investigación	40
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
4.5. Procesamiento estadístico y análisis de datos	41
V. INGENIERÍA DEL PROYECTO	42
5.1. Localización de planta	42
5.1.1. Análisis de los factores locacionales	44
5.1.2. Evaluación y selección de la localización de planta	57
5.2. Tamaño de planta	59
5.2.1. Tamaño de planta máximo	59
5.2.2. Tamaño de planta intermedio	68
5.2.1.1. Tamaño de planta – materia prima	68
5.2.1.2. Tamaño de planta – inversión	71
5.2.3. Tamaño de planta máximo	72
5.2.3.1. Tamaño de planta – para todo equilibrio	72
5.2.4. Selección de tamaño de planta	75
5.2.3.1. Tamaño de planta – para todo equilibrio	72
5.3. Ingeniería de proceso	88
5.3.1. Desarrollo de proceso	88
5.3.1.1. Diagrama de bloques	109
5.3.1.2. Diagrama de flujo codificado	109
5.3.1.3. Plan maestro o plot plan	109
5.3.2. Diseño de equipos	145
5.3.3. Evaluación económica.	174
5.3.3.1. Financiamiento	185
VI. RESULTADOS	158
VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	165
VIII. CONCLUSIONES	168
IX. RECOMENDACIONES	169

X.	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	Pag	170
XI.	APENDICE		173
XII.	ANEXOS		176

## TABLAS DE CONTENIDO

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 5.1.	Producción de alimentos balanceados a nivel nacional.		60
Tabla N° 5.2.	Población de : aves de carne, ganado porcino y vacuno a nivel de región Lima		61
Tabla N° 5.3.	Ración diaria de alimentos balanceados para ave de carne, ganado Porcino y vacuno		61
Tabla N° 5.4.	Demanda de alimentos balanceados a nivel de región Lima		62
Tabla N° 5.5.	Demanda de alimento balanceado para ganado porcino a nivel de región Lima		63
Tabla N° 5.6.	Modelos econométricos y sus coeficientes de correlación		64
Tabla N° 5.7.	Proyección de la demanda de alimento balaceado para ganado porcino según el modelo econométrico		65
Tabla N° 5.8.	Tasa de crecimiento		66
Tabla N° 5.9.	Materia prima e insumos para alimentos balanceados de la región Lima		69
Tabla N° 5.10.	Dieta típica para cerdos en desarrollo		69
Tabla N° 5.11.	Materia prima e insumos disponibles y utilizados		70
Tabla N° 5.12.	Costos de materia prima		73
Tabla N° 5.13.	Cálculo de los costos totales para la determinación del tamaño de planta – punto equilibrio		74
Tabla N° 5.14.	Estado de pérdidas y ganancias del tamaño de planta máximo. Tamaño de Planta – Mercado		77
Tabla N° 5.15.	Estado de pérdidas y ganancias de tamaño de planta intermedio. Tamaño de Planta – Inversión		79
Tabla N° 5.16.	Estado de pérdidas y ganancias de tamaño de planta Intermedio. Tamaño de Planta – Materia prima		80

	Pag
Tabla N° 5.17. Estado de pérdidas y ganancias de tamaño de planta mínimo.	
Tamaño de Planta – Punto de equilibrio	81
Tabla N° 5.18. Utilidades y tamaños de plantas	82
Tabla N° 5.19. Requerimiento de los alimentos balanceados para pollos de carne	83
Tabla N° 5.20. Requerimiento de los alimentos balanceados para gallinas ponedoras	83
Tabla N° 5.21. Requerimiento de los alimentos balanceados para gallinas Reproductoras	84
Tabla N° 5.22. Requerimiento de los alimentos balanceados para porcinos	84
Tabla N° 5.23. Requerimiento de los alimentos balanceados para vacunos de leche	85
Tabla N° 5.24. Requerimiento de los alimentos balanceados para vacunos de carne	85
Tabla N° 5.25. Requerimiento de materia prima en el alimento balanceado para ganado Porcino	98
Tabla N° 5.26. Requerimiento de materia prima en el alimento balanceado para gallinas ponedoras	99
Tabla N° 5.27. Requerimiento de materia prima en el alimento balanceado para ganado vacuno	99
Tabla N° 5.28. Ingredientes intermedios	101
Tabla N° 5.29. Características de mezcladoras “CEMA” de cintas Helicoidales	146
Tabla N° 5.30. Estimación de la Inversión del capital fijo, ICF	180
Tabla N° 5.31. Estimación de la inversión del capital de trabajo	181
Tabla N° 5.32. Estado de pérdidas y ganancias	184
Tabla N° 6.1. Localización planta óptima	187
Tabla N° 6.2. Tamaño de planta óptimo	187
Tabla N° 6.3. Requerimiento de materia prima en el alimento balanceado para ganado porcino	187
Tabla N° 6.4. Requerimiento de materia prima en el alimento balanceado para gallinas ponedoras	188
Tabla N° 6.5. Requerimiento de materia prima en el alimento balanceado para ganado vacuno	188
Tabla N° 6.6. Estado de pérdidas y ganancias	191

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pag
Cuadro N° 3.1. Operacionalización de variables	36
Cuadro N° 5.1. Lugares de ubicación de la planta de industrial	42
Cuadro N° 5.2. Mapa geográfico de la localidad (distrito) de Lurín	43
Cuadro N° 5.3. Mapa geográfico de la localidad (distrito) de Carabayllo	43
Cuadro N° 5.4. Distritos y los lugares que se forman parte de la cuenca del rio Lurín	45
Cuadro N° 5.5. Distrito y lugares incluidos por la cuenca de rio Lurín	46
Cuadro N° 5.6. Extensión de la zona ganadera y agrícola	47
Cuadro N° 5.7. Plan de desarrollo agropecuario de la parte media y alta de la cuenca de Lurín 2013 – 2018	47
Cuadro N° 5.8. Distrito de Carabayllo y sus alrededores	49
Cuadro N° 5.9. Plano de Distrito de Carabayllo	49
Cuadro N° 5.10. Producción de maíz, trigo y alfalfa, Tm/año	50
Cuadro N° 5.11. Producción pecuaria de las localidades de Carabayllo y Lurín	51
Cuadro N° 5.12. Población económicamente activa	52
Cuadro N° 5.13. Abastecimiento de energía eléctrica	52
Cuadro N° 5.14. Abastecimiento de agua potable	53
Cuadro N° 5.15. Distancia desde de Lima a Lurín	54
Cuadro N° 5.16. Vías de acceso para la cuenca del valle de Lurín	54
Cuadro N° 5.17. Distancia desde de Lima a Carabayllo	55
Cuadro N° 5.18. Transporte desde Lima	55
Cuadro N° 5.19. Precio en dólares por metro cuadrado en Lurín y Carabayllo	56
Cuadro N° 5.20. Clima, temperatura, y humedad relativa	56
Cuadro N° 5.21. Calificación y ponderación	57

	Pag
Cuadro N° 5.22. Evaluación y calificación de los factores locacionales	58
Cuadro N° 5.23. Resumen de la evaluación de la localización	59
Cuadro N° 5.24. Alimentos ricos en hidratos de carbono	86
Cuadro N° 5.25. Alimentos ricos en minerales	88
Cuadro N° 5.26. Alimentos proteicos	88
Cuadro N° 5.27. Aditivos nutricionales	90
Cuadro N° 5.28. Aditivos no nutricionales	91
Cuadro N° 5.29. Estimación del costo directo de producción	175
Cuadro N° 5.30. Estimación del costo fijo	175
Cuadro N° 5.31. Estimación de costo generales	176
Cuadro N° 5.32. Estimación de costos directos, CD	177
Cuadro N° 5.33. Estimación de costos indirectos, CID	177

### **ÍNDICE DE DIAGRAMAS**

Diagrama N° 5.1 Diagrama de bloques para producción de alimentos balanceados para gallinas ponedoras	145
Diagrama N° 5.2 Diagrama de flujo codificado para producción de alimentos Balanceados para gallinas ponedoras	146
Diagrama N° 5.3 Plan maestro para producción de alimentos balanceados para aves, porcinos, y vacunos	147

### **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Grafico N° 5.1. Modelo econométrico seleccionado	64
Grafico N° 5.2. Tamaño de planta – punto de equilibrio	74



## RESUMEN

Se ha diseñado la planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos con una capacidad de producción 13162 tm/año, cuya inversión asciende a \$ 11 234 932 con una rentabilidad alta, cuya tasa de interés de retorno económico (TIRE) es del 32,4635% , y su valor actual neto económico (vane) es de \$ 7 011 110,55, con un capital financiado de \$ 7 864 452,4 al 12% de interés anual pagados dentro 5 años, y el capital de aporte propio es de \$ 3 370 479,6, la tasa de interés de retorno financiero (TIRF) es del 86,39% , y su valor actual neto financiero es de \$13 484 539,53

Para tal efecto, la planta ha sido localizada en el distrito de Lurín de región Lima. Luego de diseñar el producto se ha seleccionado la tecnología a utilizar en el proceso, el cual depende de la eficiencia de los equipos y del costo más no de la variedad de procesos; seleccionada la tecnología, se ha diseñado el proceso elaborando los diagramas de bloques y de flujo que han sido usados para el diseño y dimensionamiento de cada equipo con su capacidad de operación.

El costo total de producción determinado para el proyecto es de 710,42 \$/TM

Finalmente, para la elaboración del plano de distribución de planta se han diseñado los equipos principales y de uso genérico detalladamente que componen la unidad de producción, usando los datos de diseño y las condiciones de operación obtenidos experimentalmente.

Palabra clave : Diseño de una planta industrial para la producción de alimentos balanceados de aves, cerdos y vacunos.

## ABSTRACT

The industrial plant has been designed for the production of balanced feed for poultry, pigs and cattle with a production capacity of 13162 TM/year, whose investment amounts to \$ 11 234 932 with a high yield, whose economic interest rate of return (TIRE) is 32,4635%, and its net present value (VANE) is \$ 7 011 110.55, with a funded capital of \$ 7 864 452,4 at 12% annual interest paid within 5 years, and The capital of own contribution is \$ 3 370 479.6, the rate of interest of financial return (TIRF) is of 86.39%, and its net present financial value is of \$ 13 484 539,53

For this purpose, the plant has been located in the Lurín district of Lima region.

After designing the product has been selected the technology to be used in the process, which depends on the efficiency of the equipment and the cost but not the variety of processes; Technology has been selected, the process has been designed by designing the flow and block diagrams that have been used for the design and sizing of each equipment with its operating capacity.

The total cost of production determined for the project is \$ 710,42 / MT

Finally, for the elaboration of the plan of distribution of plant, the main equipment and of generic use in detail that compose the unit of production have been designed, using the data of design and the conditions of operation obtained experimentally.

This industrial plant generates a positive environmental impact since there is no significant environmental contamination.

## INTRODUCCIÓN

Todos los animales necesitan alimentos para poder vivir, aunque ellos mismos se alimentan, muchos animales domésticos son alimentados por sus dueños. Este alimento es conocido como alimento para animales, el cual contiene nutrientes esenciales para mantener la salud y productividad de los animales domésticos. Muchas investigaciones han sido realizadas para determinar el tipo de alimentos que podrían usarse para hacer el alimento animal nutritivo.

Sin embargo, en muchos lugares de nuestro país, los animales son alimentados realmente con los residuos de los alimentos consumidos por los humanos. Ellos son frecuentemente mezclados con maíz, arroz, afrecho, papas y otros alimentos semejantes. Estos no son nutricionalmente beneficiosos para los animales, particularmente si ellos están siendo criados para huevos, leche, o matanza.

El alimento animal es producido de una gran variedad de sustancias tales como harina de pescado, harina de soya, harina de carne y huesos, salvado de arroz, hojuelas de cebada y maíz, así como un número de otros granos y granos para productos. Ingredientes esenciales como almidón, harina, miel o melaza y grasas. La proporción exacta de cada ingrediente específico dependerá del tipo de cultivo o materiales que se encuentra en la región o localidad donde la planta será instalada y en el tipo de alimento que esta produce. Todos los ingredientes son obtenidos fácilmente en todo los lugares del país.

En este trabajo detallaremos el diseño de la planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos considerando los fundamentos y procedimientos de diseño, como una alternativa de solución producir alimentos

balanceados para un pequeña y mediana industria en zonas donde alimentan a sus animales y otros especies con alimentos preparados en forma artesanal.

## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Identificación del problema**

La industria de alimentos balanceados se inicia en el Perú en el año 1934, con una producción de ensayo llevada a cabo por una empresa pionera, hasta llegar al nivel actual que supera el millón de toneladas anuales.

A fines de los años cincuenta e inicios de los sesenta, se establecen las primeras plantas para la producción de alimentos balanceados, como son: Nicolini (nicovita), Purina, Compañía Molinera Santa Rosa (vitaovo), etc. A consecuencia de la demanda generada por un creciente número de granjas, principalmente en la Región de Lima. Esto se realizó en forma modesta, siendo nuestro país uno de los pioneros en esta parte del continente. Como apoyo, se fundó el comité de alimentos Balanceados y productos pecuarios en 1966, el cual organizó cursos invitando a técnicos y profesionales calificados de Estados Unidos de América, Inglaterra, Argentina y Uruguay.

Esta nueva industria estimuló el cultivo del maíz amarillo duro, del sorgo granífero y de alfalfa. Asimismo, el empleo de harina de pescado, pasta de algodón, melaza de caña de azúcar, harina de huesos, carbonato de calcio y otros componentes como vitaminas, micronutrientes minerales, antibióticos, etc., el cual genera y genera desarrollo en nuestro país.

En la actualidad, la fabricación de alimentos balanceados emplea equipos mecánicos de alta tecnología como mezcladoras de premix, peletizadoras, dosadores volumétricos y equipos de mezclado. Todos estos equipos son importados.

El diseño de una planta especializada para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos cubre las mismas etapas de diseño de cualquier otra planta de alimentos balanceados. Sin embargo, existen detalles que diferencian a una planta especializada para la producción de alimentos balanceados para otras especies o tipos de animales.

Es por eso que, de acuerdo a la situación actual en que se encuentra nuestro país en crecimiento y la gran expectativa de desarrollo en esta industria con equipos de fabricación nacional y al mismo tiempo que genere un desarrollo social debido al consumo de materia prima de producción nacional, se busca solucionar algunos problemas que aqueja a nuestro país mediante un desarrollo agroindustrial tecnificado para una pequeña y mediana industrias en las zonas ganaderas de la región Lima y provincias.

El diseño de esta planta propuesta responde a una necesidad tecnológica que tiene el sector agroindustrial peruano para una mediana industria, al no proponer e implementar nuevas tecnologías de proceso para nuestras múltiples materias primas, y también a una oportunidad de negocio surgida debido a la demanda en el Perú.

En el presente trabajo de tesis se pretende diseñar una planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos, utilizando los fundamentos y procedimiento de diseño de una planta industrial para una mediana industria, los cuales incluyen la localización y tamaño de planta, ingeniería de proceso, ingeniería de diseño detallado de equipos, evaluación económica y la elaboración del plano de distribución de planta.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

El diseño de una planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos abarca varios aspectos, entre los cuales el más relevante, y teniendo en cuenta a la descripción inicial del objeto de investigación, se podrá plantear la siguiente pregunta :

**¿Cómo se diseñará una planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos?**

Es un sistema problemático constituido por un problema científico.

### **1.2.2. Problemas específicos**

- 1) ¿De qué manera se determinara la localización, y el tamaño de planta óptimo para la producción industrial de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos?
- 2) ¿Cómo y con qué tecnología se lograra la producción industrial de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos?
- 3) ¿Cuál será la inversión y la rentabilidad económica para la producción industrial de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos?
- 4) ¿Cómo se lograra elaborar el plano de distribución de la planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Diseñar una planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- 1) Evaluar y determinar la localización y el tamaño de planta óptimo para la producción industrial de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.
- 2) Determinar la tecnología apropiada y los parámetros de operación del proceso para la producción industrial de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.
- 3) Determinar la inversión y la rentabilidad económica para la producción industrial de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.
- 4) Diseñar los equipos principales y de uso genérico y elaborar el plano de disposición o distribución de planta para producción industrial de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.

### **1.4. Justificación de la investigación**

La presente propuesta de tesis se justifica por lo siguiente :

- 1) Al investigar en las literaturas existentes (artículos publicados) no se ha encontrado hasta la actualidad los estudios sobre el diseño de una planta para la producción industrial de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos mediante la fundamentación y el procedimiento adecuado para el diseño de una planta industrial.



- 2) La planta diseñada para la producción industrial de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos responde a una necesidad tecnológica que tiene el sector industrial peruano, al no proponer e implementar nuevas tecnologías de proceso para nuestras múltiples materias primas usando maquinarias y equipos de fabricación nacional, y también a una oportunidad de negocio que surge debido a la demanda de alimentos balanceados para aves, cerdos y vacunos debido al crecimiento poblacional y el consumo de carnes de aves, cerdos y vacunos.
- 3) Presentar el diseño detallado de la planta de alimentos balanceados diseñada específicamente para fabricar alimentos de aves, cerdos y vacunos.
- 4) Dar un valor agregado a la materia prima para obtener mayores utilidades e impulsar la actividad agrícola, incentivando al agricultor al sembrío de plantaciones de maíz amarillo duro; e incrementar sus niveles económicos, diseñando una planta industrial para la producción industrial de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.
- 5) Dar la disponibilidad de suministro a los clientes con nuevas formulaciones nutricionales y no adoptar procedimientos convencionales en donde el producto es retenido por varias semanas.
- 6) Reducir los tiempos en las operaciones de mezclado y peletizado con beneficios económicos a favor del futuro inversionistas.

### **1.5. Importancia de la investigación**

De acuerdo a la situación actual en que se encuentra nuestro país y debido a la globalización del mercado, hace que se importe gran cantidad de alimentos de

origen animal y a bajo costo; esto hace que los productores nacionales no puedan competir debido al elevado costo de los alimentos balanceados; por este motivo, dicho productores se orientan alimentar sus ganados con alimentos de baja calidad lo que incide la baja calidad de sus productos proteicos. Es por eso la gran importancia de esta industria a nivel nacional porque originaría la baja en los precios de la fuente más importante de proteínas, a la vez que se crea un desarrollo social y se disminuye la desnutrición que grandemente está arraigada en nuestros pueblos.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes del estudio**

Actualmente los estudios sobre el diseño de una planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos, proporciona la alternativa de producir industrialmente alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos para una pequeña y mediana industria, lo que con lleva a investigar más y, que de ellos se derivan :

- 1) Bortone en 2007, ha diseñado una planta especializada para la fabricación de alimentos balanceados para peces y crustáceos donde menciona que cubre las mismas etapas de diseño de cualquier otra planta de balanceados y menciona que el diseño de plantas es un proceso multidisciplinario que involucra expertos en varios campos tales como la ingeniería (civil, mecánica, industrial, química), economía, nutrición, sanidad y seguridad industrial y recomienda utilizar los servicios de empresas y consultores con experiencia reconocida en este campo.
- 2) Arbe Falcón en el 2010, publica una tesis sobre el diseño y construcción de una planta de alimentos balanceados para la Universidad Nacional de Ucayali, menciona que la Tesis consistió en el diseño, construcción, puesta en operación y posterior ensayo de una Planta de Alimentos balanceados a partir de máquinas adquiridas y un edificio construido por la Universidad Nacional de Ucayali. La ubicación de la planta es el campus universitario. Los fines para los cuales se concibió la planta fueron productivos, de investigación, de

capacitación y de promoción. Tal diversidad de fines exigió una metódica identificación de términos de referencia para el diseño y construcción.

Además, menciona que ha utilizado los recursos de la Región, especialmente el empleo de maderas tropicales en la construcción de estructuras. Así como el empleo de los recursos tecnológicos de la localidad, lográndose la construcción de todos los componentes de la Planta con excepción de las máquinas en la ciudad de Pucallpa.

- 3) Ottevanger Milling Engineers 2008, compañía Holandesa con más de cien años de experiencia, publica un texto sobre el diseño y fabricación de equipo completas para el procesamiento de granos y alimentos.
- 4) López – Gómez en 1999, ha estudiado el área de alimentos balanceados para animales y menciona que los descubrimientos de los procesos eran solo en forma empíricas y se necesitó tiempo y observaciones para determinar sus fundamentos y poder aplicarlos en la elaboración de alimentos balanceados para animales a gran escala.
- 5) Ulrich, en 1990, en su publicación menciona que el tipo de operaciones que intervienen y el orden en que se ejecutan determinan la naturaleza del producto final y por esta razón es necesario, dentro del diseño de plantas para alimentos balanceados que se desea producir se debe tomar en cuenta las consideraciones básicas requeridas con las finalidad de obtener un producto de calidad.
- 6) Sule, D. R., en 2001, en su publicación menciona que dentro del proceso de diseño existen numerosas técnicas que orientan la generación del proceso de

diseño adecuado y ayudan a satisfacer las necesidades del producto deseado.

Básicamente consideran los siguientes aspectos :

- a) Selección del lugar geográfico donde se construirá la planta
- b) Determinación del equipo necesario para efectuar el proceso.
- c) Diseño de la línea de producción y el layout de las áreas de la planta en base al tipo de proceso.
- d) Estimación de los costos básicos de inversión y de equipo de la planta y que servirán de base a la evaluación financiera

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Factores que influyen en el proceso de producción de alimentos balanceados**

- 1) **Ingredientes.**- Usualmente se incorporan más ingredientes en las formulas según el tipo de alimentos balanceados así como atractantes, aglutinantes etc.)

La selección de ingredientes tiene un impacto directo en la textura, hidroestabilidad, uniformidad, capacidad productiva (extrusión o peletización), factibilidad (costo) y por sobre toda su calidad nutricional. En el caso específico de alimentos balanceados para animales es común utilizar ingredientes tales como el afrecho de trigo para reducir el costo. Si bien este ingrediente presenta un beneficio en el costo por tonelada producida, tiene un efecto contrario con la calidad final de alimento porque afecta directamente la hidroestabilidad y las conversiones finales.

Para seleccionar ingredientes que se utilizaran en fórmulas para los animales y especies es importante considerar el tipo de proceso (extrusión o

peletización), porque dependiendo del proceso utilizado y de la composición final de la fórmula, se puede afectar directamente las características físicas del producto tales como la densidad, la forma, textura, color, y su estabilidad en el agua.

Los ingredientes comúnmente utilizados en la fabricación de alimentos balanceados para animales son :

**a) Ingredientes proteicos de origen animal**

- Harinas de Pescado
- Pescado Crudo
- Harinas de Sangre
- Harinas de carne y Hueso.
- Harinas de Carne.

Este tipo de ingredientes solo contribuyen a la calidad de la proteína (perfil de aminoácidos) y no a las propiedades funcionales del producto que se está sometiendo al proceso (extrusión, peletización, pre y post-acondicionamiento)

Esto se debe a que las proteínas de origen animal no se expanden o se combinan con otros ingredientes en la mezcla de la misma manera que las proteínas de origen vegetal. Una de estas razones es el proceso al cual han sido sometidos estos ingredientes. Principalmente, todas las harinas de carne o pescado son subproductos de procesos térmicos los cuales alteran la estructura cuaternaria de las proteínas y sobre todo su solubilidad. Por lo tanto, es muy importante tomar en cuenta el tipo de

proceso térmico utilizado porque dependiendo del tiempo y la temperatura la calidad (solubilidad) puede ser afectada reduciendo su digestibilidad final.

En los últimos años los procesos de producción de materias primas proteicas han mejorado al punto de lograr mejoras en la solubilidad de las proteínas de más del 30%. Este tipo de procesos permiten que las proteínas sean más solubles mejorando su digestibilidad y funcionalidad.

También es posible utilizar proteínas animales o subproductos que están crudos, es decir no han sido procesados térmicamente. Este puede ser el caso de alimentos para camarón que contienen pescado fresco o calamares, o vísceras de pescado, o en el caso de alimentos expandidos para mascotas en donde carne cruda en emulsión se incorpora en el pre acondicionador.

Debido al incremento de desechos de las industrias procesadoras de carnes (ganado y aves) al igual que las de pescado, cada vez es más difícil deshacerse de estos subproductos. Una alternativa es utilizar estos subproductos frescos con alto contenido de agua en mezclas con cereales (maíz etc.) y procesarlos térmicamente con un extrusor para así producir un nuevo ingrediente el cual se puede incorporar en la formulación de alimentos balanceados.

#### **b) Ingredientes proteicos de origen vegetal**

- Harina de Soya
- Harinas de Trigo(gluten)

- Harinas de algodón
- Harinas de otras oleaginosas

Las proteínas vegetales contribuyen en gran medida al total de la proteína de la ración. También las proteínas vegetales, como es el caso del gluten de trigo no solo es fuente una fuente de proteína, sino también es un aglutinante natural. Este último tiene mucha importancia en los alimentos de animales en general donde el gluten contribuye en la hidroestabilidad del pellet.

Las proteínas vegetales se caracterizan por :

- Su alta solubilidad en el agua
- Deficiencia de algunos aminoácidos (metionina y cisteína). En este caso las deficiencias de un ingrediente se pueden complementar con otras fuentes proteicas de origen animal o vegetal con diferente perfil de aminoácidos.
- El bajo costo de la proteína –relación volumen de proteína por unidad de costo.
- Buena fuente de proteína y energía cuando se utilizan en su estado natural como es el caso del frijol de soya.
- La producción de alimentos balanceados de calidad comienza con la selección de ingredientes de Calidad. Si por razones económicas compramos ingredientes de poca calidad (nutricional), en otras palabras “basura”, solo se podrá producir “basura”. Las materias



primas o ingredientes conforman el 90% de los costos de manufactura.

Por eso es importante que los fabricantes de piensos incluyan en su programa de compras de materias primas, estándares o parámetros de medición de la calidad. Con esto se asegura la uniformidad de los ingredientes y las formulas finales que al mismo tiempo permiten controlar los demás procesos productivos. Estos estándares dependiendo de la fuente de la materia prima pueden ser análisis fisico- químicos tales como: Proteína cruda, perfil de amino ácido, tamaño de partícula, contenido de almidón, etc.

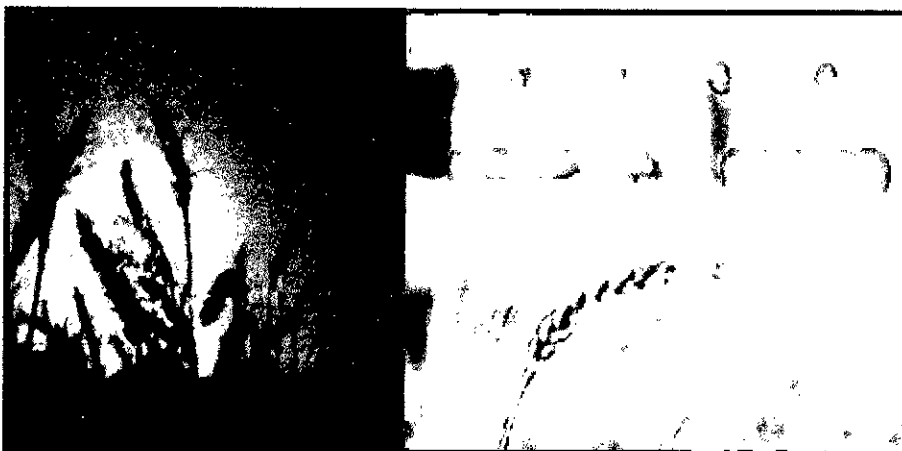
La incorporación de ingredientes de calidad es factor importante en la formulación de raciones que cubren los requerimientos específicos para la especie que se está formulando. Por lo tanto, un alimento de calidad comienza con ingredientes de “calidad” los cuales han sido seleccionados de acuerdo a estrictos estándares nutricionales.

- c) **Ingredientes farináceos.-** Las harinas de cereales pueden conformar entre un 15% a un 70% del total de la formula. Los más utilizados en formulas par peces y camarones son: trigo entero, subproductos de maíz, subproductos de la industria molinera de trigo (harinillas de trigo bajas en gluten), afrecho de trigo, germen de trigo, harina de arroz, sorgo, y harina de trigo (diferente contenido de proteína)

El almidón, es el principal componente de casi todos estos cereales y sus derivados. El almidón de las harinas no es solo fuente de energía

disponible sino también un aglutinante para alimentos peletizados. También sirve como agente de expansión en el proceso de extrusión y es determinante para lograr densidades que permitan que el alimento flote.

En el caso del afrecho de trigo, aunque económico y contiene cierta cantidad de almidón aun adherido, se debe utilizar con precaución porque en niveles superiores al 3% en fórmulas para camarones tiene un efecto negativo en la hidroestabilidad. Esto se debe principalmente a que: primero, interfiere con el enlace entre los compuestos de la formula como el almidón, el gluten y otras proteínas, reduciendo así la matriz que impide que el pellet se disuelva en el agua; segundo, la fibra al humedecerse se expande logrando la ruptura de la estructura del pellet que conlleva a la disgregación de su estructura afectando la hidroestabilidad. Esto se puede contrarrestar hasta cierto punto, moliendo el afrecho a texturas finas (<160 micras), pero por ser una fibra su molienda requiere de equipos especializados como los pulverizadores con clasificación por sistema neumático.



**2) Tamaño del alimento.-** Los pellet de alimentos varían de acuerdo al tipo y uso de alimentos balanceados, usualmente para aves es de 2,0 mm de diámetro y producido en dados con relaciones de compresión de 20 – 22 en comparación con los pellets para cerdos de 5,0 mm y producidos en dados con relaciones de compresión de 12 – 14

Los Alimentos pulverizados o migajas con dimensiones menores a 0,4 mm de diámetro los cuales son utilizados para alimentar a los camarones. Este tipo de alimentos iniciadores requieren de más espacio para almacenamiento, zarandas de separación, y equipos de molienda extras no comúnmente utilizados en plantas de balanceados para otros animales.

**3) Presentación del alimento – características físicas.-** Diseñar el producto describiendo sus propiedades fisicoquímicas, como son :

- Su hidroestabilidad
- Tamaño de partícula
- Forma de las partículas
- Densidad o peso específico
- Higroscopicidad
- Carga estática
- Adhesividad

Las primeras tres propiedades son las más importantes. Las partículas grandes y pequeñas no se mezclan bien. Se puede lograr un mejor mezclado cuando el rango de diferencia de tamaño de partículas es menor. Las

partículas de alta densidad, como los minerales, tienden a agregarse en el fondo de la mezcladora.

La higroscopicidad que es la tendencia de los ingredientes de atraer agua también puede causar problemas en el mezclado. Un material muy higroscópico puede absorber agua del medio ambiente y formar grumos o pelotas que no se dispersan bien en el mezclado. Un ejemplo de un ingrediente muy higroscópico es la urea. Este último lo podemos conseguir como componente fundamental en las fórmulas de aglutinantes sintéticos comúnmente utilizados en las fórmulas de camarón. Por esta razón es que los aglutinantes sintéticos se endurecen y pierden su actividad aglutinante cuando están expuestos a altas temperaturas y humedades ambientales.

Otros ingredientes, además de ser higroscópicos, pueden también cargarse con electricidad estática. Esto también es causante de segregación en el mezclado debido a que algunos de estos ingredientes se pueden pegar a las paredes de las tolvas o de las mezcladoras en dispersarse en la mezcla.

Como ya fue mencionado en la sección de molienda, uno de los sitios en donde se puede controlar la variación de los ingredientes es en la molienda. El uso apropiado de molinos de martillos o pulverizadores puede producir el tamaño deseado de partículas. El tamaño adecuado de las partículas de la mezcla ayudara a obtener una mezcla más homogénea, a aumentar el rendimiento del animal, y a mejorar el procesamiento de la mezcla para lograr un pellet con más estabilidad en el agua.

- 4) **Procesos especiales.-** El proceso de producción de alimentos balanceados para animales consideran las siguientes operaciones unitarias : Pulverización, que requiere filtros de mangas para reducir las mermas. Molienda múltiple seleccionando tamaño de partícula, Post Molienda, Pre – acondicionamiento más de 3 minutos, Post-acondicionamiento de pellets del alimento balanceado, Adición de líquidos en el mezclado y después del enfriador.
- 5) **Capacidad de manufactura de los equipos.-** Debido a la relación de compresión una prensa peletizadoras de 100 HP que normalmente produce 12 TM/hora de alimento para cerdos solo puede producir 1,5 – 2,0 TM/hora de alimento balanceado con alta hidroestabilidad. Molienda más fina requiere de equipos más sofisticados, con más rpm, HP, y menor capacidad.

### **2.2.2. Procesos de Manufactura de alimentos de calidad**

Una vez que se tienen ingredientes de calidad ahora es necesario que los procesos productivos se hagan con “Calidad”. No se puede producir alimentos de calidad si los procesos utilizados no son controlados. Por eso el control de procesos debe ser parte de los controles de calidad.



A continuación revisaremos todos los procesos productivos más importantes que se pueden emplear en la manufactura de alimentos balanceados para animales.

1) **Molienda.**- Se define como la reducción por medios mecánicos del tamaño de las partículas de un ingrediente o mezcla de ingredientes que conforman una formula completa. El tamaño de partícula final dependerá del tipo de alimento que se esté fabricando. Con esto quiero decir que no es lo mismo fabricar un alimento para animales que para un camarón en la fase final de engorde. Evidentemente el tamaño de las partículas de la mezcla para los animales (< 100 micras) debe ser mucho menor que para el camarón de engorde (< 250 micras)

La molienda es el paso más limitante en la producción de alimentos balanceados y representa el 50% – 60% de los costos de manufactura.

Al considerar la molienda también debemos tomar en cuenta su impacto en el mezclado porque esta afecta directamente la homogeneidad de la mezcla y del producto final (pellet o producto estrujado)

Cuando consideramos los procesos de aglomeración como la peletización o de extrusión el tamaño final de la partícula y la uniformidad de la mezcla tienen un efecto directo en estos procesos. En el caso de la peletización en el que se utilizan dados con orificios de 2,2 mm de diámetro, requiere que el tamaño de la partícula no sea mayor a 260 micras (malla 60 US Tyler), pero es preferible tener un tamaño de partícula entre 150 – 180 micras. Es necesario tomar en cuenta que la prensa peletizadoras debe cumplir su

función de presionar y compactar la mezcla en un paquete llamado pellet y no utilizar los rodillos y la pista del dado como un molino para reducir el tamaño de la mezcla. Esto último solo lograría reducir la eficiencia del equipo, incrementar las mermas por finos, e incrementar los costos energéticos.

- 2) **La molienda y el proceso de peletización.-** Otra relación importante entre la molienda y la peletización es el efecto de compactación. A medida que el tamaño de partícula es menor existen más puntos de contactos. Imaginemos un tubo de ensayo lleno de arena y otro de canicas. El tubo con arena tendrá más puntos de contacto que el de canicas. A medida que aumentemos los puntos de contacto obtendremos mejor enlace entre los componentes de la mezcla – proteínas (gluten) y las moléculas de almidón, formando una estructura más sólida, compacta y resistente a la degradación en el agua.
- 3) **La molienda y su relación con el pre – acondicionamiento.-** También la molienda juega un papel importante en el pre acondicionamiento. Al igual que en la peletización a menor tamaño de partícula más superficie de área expuesta a la acción de vapor.

Esto va a permitir que el vapor se condense en más partículas, y al hacer esto transfiera su calor y el agua sea absorbida o internalizada más rápidamente. Partículas más grandes requerirán de mayor tiempo de residencia en el pre acondicionador para lograr la gelatinización de los almidones que juega un papel muy importante en la hidroestabilidad de los pellets.

4) **Los ingredientes y sus efectos en la molienda.**- Las harinas de pescado, calamar, krill, cabeza de camarón, almeja, frijol de soya, y las harinas de carne, carne y hueso constituyen la mayor porción de la ración de una fórmula por ejemplo para peces o camarones en las que los niveles de proteína oscilan entre el 25% y el 65%. Muchos de estos ingredientes contienen un alto nivel de aceite. Este último tiende a tapar las mallas de orificios pequeños en los molinos de martillo. Por lo tanto es imprescindible mantener el nivel de aceite por debajo del 13% para evitar estas tapaduras, pero preferiblemente el nivel no debería ser superior al 6%. Una manera de reducir el nivel total de grasa es moler los ingredientes con mayor contenido de grasa conjuntamente con un cereal (trigo, etc.). Por eso es que hoy día el método preferido es la Post-molienda.

En un sistema de post – molienda, por lo general todos los ingredientes mayores son pesados y premezclados por mezcladoras estáticas (tolvas de cascada). Estas pre – mezclas son después pasadas, bien sea por una serie de molinos de martillo con cribas de selección, o por Pulverizadores. Después de la molienda, los ingredientes mayores molidos se depositan en la tolva de mezclado y de ahí pasan a la mezcladora en donde los líquidos y las premezclas vitamínicas y otros ingredientes que no requieren ser molidos, son adicionados. Con la post – molienda se obtiene un tamaño de partícula más uniforme, se evitan las tapaduras de las mallas causadas por ingredientes altos en grasa, se utilizan menos tolvas o silos de almacenamiento de ingredientes molidos, se mejora la homogeneidad de la mezcla y la calidad final del pellet.



### **2.2.3. Descripción del proceso de producción de alimentos balanceados**

El proceso planteado obedece a un nivel tecnológico alto; sus principales etapas son: inicialmente se hace el control de secado del grano; el cual no debe tener más del 13% de humedad; luego se hace el análisis químico para determinar las cantidades de proteínas, calorías y valor energético de los insumos a utilizarse; realizado esto, los granos se almacenan en silos y luego pasan a los molinos, donde son triturados hasta obtener partículas con un diámetro máximo de 1/16 de pulgada.

El pesaje para la formulación de la dieta consiste en determinar la cantidad de nutrientes, vitaminas y demás complementos alimenticios que debe llevar la fórmula a fin de obtener el producto deseado. Los ingredientes son llevados a la mezcladora, la cual los homogeniza. Realizado el proceso de mezcla, el producto es envasado en sacos.

La secuencia del proceso es el siguiente :

- 1) La materia prima usada en la producción de alimentos dependerá del tipo de alimento que esté siendo producido y del tipo de cultivo crecido en la región donde la planta está siendo operada.
- 2) Antes de pesar y mezclar los ingredientes, es necesario limpiarlos y luego pulverizarlos en polvo. La eliminación de alguna suciedad, piedra o metal que puede ser mezclado con el producto alimenticio es realizada por un filtrado vibratorio y separadores magnéticos. La pulverización del producto alimenticio en polvo es realizada por un molino percutor.

- 3) La miel o melaza y la grasa son añadidas a los materiales descargados en la mezcladora giratoria. La miel y la grasa, aparte de convertir los ingredientes pulverizados de polvo a una lechada, actúan como un agente afianzador o pegador cuando se le da la forma de bolitas o comprimidos al alimento animal.
- 4) Desde un aparador giratorio, la lechada es alimentada hacia el molino comprimidor que cocina las formas moldeadas, y luego, descarga las bolitas de alimento animal.
- 5) Una vez que las pequeñas bolitas o comprimidos han sido enfriadas, ellas son pesadas y empaquetadas. El alimento puede empaquetarse en bolsas de plástico o papel ordenándolos en tamaños de 3 – 50 kilogramos.

### **2.3. Definiciones de los términos básicos u otros contenidos para fundamentar la propuesta de la investigación**

**Diseñar.-** Consiste en delinear una figura cualquiera, dar forma a un objeto cualquiera, describir las cualidades de un objeto, dimensionar a un objeto, determinar el volumen o la capacidad del objeto.

**Planta.-** Es la figura que se forma sobre el terreno los cimientos de un edificio correspondiendo a la proyección vertical de sus muros y la representación a escala de esa figura.

**Diseño de planta.-** Consiste en planificar la construcción de una planta manufacturera de operación completa que puede ser de una planta nueva o modificación de la existente para una producción determinada (capacidad). Para lo cual debemos buscar la localización del sitio, luego diseñar los equipos en forma

detallada los equipos principales y de uso genérico elaborando los planos de distribución, disposición e instalación de los equipos incluyendo la instrumentación, cableado, tuberías y equipos auxiliares, estructuras, barandas, escaleras, depósitos de abastecimiento con las consideraciones de seguridad, bosquejando la arquitectura e ingeniería (obras civiles) y evaluando la viabilidad del proyecto para su construcción y funcionamiento en forma adecuada en forma detallada los equipos principales y de uso genérico elaborando los planos de distribución, disposición e instalación de los equipos incluyendo la instrumentación, cableado, tuberías y equipos auxiliares, estructuras, barandas, escaleras, depósitos de abastecimiento con las consideraciones de seguridad, bosquejando la arquitectura e ingeniería (obras civiles) y evaluando la viabilidad del proyecto para su construcción y funcionamiento en forma adecuada.

**Industrialización.-** Es el desarrollo del sistema económico y técnico necesario para transformar las materias primas en productos adecuados para el consumo.

También se define como el desarrollo de la actividad industrial de una región o país implementando en las industrias o desarrollando las que existen.

Se llama industrialización al proceso a partir del cual un Estado o Comunidad Social pasan de ostentar una economía basada en la agricultura a otra que se basa en el desarrollo industrial. Es decir, en una economía industrializada, las industrias serán el principal sostén del Producto Bruto Interior (PBI) y en materia de empleo, es el sector en el cual se encuentra ocupada la mayor parte de la población, porque es tal el desarrollo alcanzado por las diferentes industrias que

la demanda de mano de obra especializada en el mencionado segmento es la que finalmente predomina.

Actualmente, la industria es una de las principales actividades económicas del mundo, la cual consiste en transformar la materia prima en un producto elaborado. Si bien el trabajo artesanal no se ha despedido por completo es un hecho concreto que la actividad industrial lo ha eclipsado especialmente por el menor costo que propone y porque permite, en muy poco tiempo, producir un producto en grandes cantidades. Aunque eso sí, la valoración por lo artesanal, por lo hecho con las propias manos, sigue siendo altísima, situación que lamentablemente también se transmite al valor que ostentan algunos productos artesanales.

### **III. VARIABLES E HIPÓTESIS**

#### **3.1. Variables de la investigación**

Las variables son las siguientes :

$$X = f(Y_1, Y_2, Y_3, Y_4)$$

**Variable dependiente :**

**X** = Diseño de la planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.

**Variables independientes :**

**Y<sub>1</sub>** = Localización y tamaño de planta óptimo

**Y<sub>2</sub>** = Tecnología y parámetros del proceso de producción

**Y<sub>3</sub>** = Diseño de equipos principales y de uso genérico

**Y<sub>4</sub>** = Rentabilidad y viabilidad del proceso

### 3.2. Operacionalización de las variables

**CUADRO N° 3.1  
OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

TIPO DE VARIABLES	INDICADORES	DIMENSIONES
<b>VARIABLES INDEPENDIENTES CONTROLABLES :</b>		
<b>VARIABLE 1 :</b>		
Localización y tamaño de planta optimo	Factores locacionales	Calificación
	Tamaño de planta optimo	TM/ año
<b>VARIABLE 2 :</b>		
Tecnología y parámetros del proceso de producción	Selección de tecnologías (métodos)	Calificación
	Flujo de alimentación Concentración, temperatura, presión, Rendimiento de producto.	Kg/h, % p/p, °K, atm. %
<b>VARIABLE 3 :</b>		
Diseño de equipos principales y de uso genérico	Capacidad, dimensionamiento, especificaciones, datos de construcción	m <sup>3</sup> , Hp, m,
<b>VARIABLE 4 :</b>		
Rentabilidad y viabilidad del proceso	CTP, Ingresos por venta, beneficio, inversión	\$/ TM, \$/año
<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>		
<b>VARIABLE 1 :</b>		
Diseño de la planta para la industrialización.	Capacidad de producción	TM/ año
	<b>DIMENSIONAMIENTO</b>	
	Largo, ancho, y Altura,	m
	Datos de construcción	m
	Plano de disposición de planta	m

Fuente : Elaboración propia

### **3.3. Hipótesis**

#### **3.3.1. Hipótesis General**

El diseño de una planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos considera los fundamentos de la ingeniería de diseño y su evaluación económica para elaborar el plano de disposición de planta.

#### **3.3.2. Hipótesis específica**

- a) Los fundamentos y los criterios de localización y tamaño de planta permiten evaluar y determinar la localización y tamaño de planta para la producción industrial de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.
- b) Los fundamentos de diseño de la ingeniería del proceso nos permite evaluar y seleccionar la tecnología adecuada y determinar los parámetros de operación para el proceso de la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.
- c) Los fundamentos y procedimientos de diseño de equipos nos permite diseñar los equipos principales y de uso genérico para la elaboración del plano de disposición de planta.
- d) Los fundamentos de la ingeniería económica nos permite determinar la rentabilidad económica y su financiamiento.

## **IV METODOLOGÍA**

Para lograr los objetivos propuestos en este trabajo de investigación, relacionado con el diseño de una planta industrial la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos utilizara la siguiente metodología:

### **4.1. Tipo de la investigación**

El tema se encuentra ubicado dentro del área de la ingeniería de proceso agroindustrial y en la Ingeniería de diseño de detalles, el primero responde fundamentalmente al estudio y a los principios del proceso agroindustrial para producción de alimentos balanceados, y la segunda responde los fundamentos y procedimiento de diseño de una planta industrial.

Este trabajo es una investigación predictiva y aplicada, que utiliza técnicas de las ciencias aplicadas tecnológicas y sustantivas para su elaboración.

### **4.2. Diseño de la investigación**

- a) **Definir el escenario de la investigación.-** El presente trabajo de investigación tiene como escenario el Laboratorio de Operaciones y Procesos Unitarios (LOPU) de la FIQ – UNAC
- b) **Elegir el método o modelo de diseño.-** Dado que los fundamentos y procedimientos de diseño nos proporciona la metodología de diseño, y es necesario utilizar el enfoque en la determinación del tamaño de planta o el volumen del flujo de producción.
- c) **Determinar las variables de diseño.-** Se utilizara información científica relevante, para cuantificar los indicadores de las principales variables arriba señaladas, con el propósito de determinar la localización y tamaño de planta, la



tecnología adecuada, la rentabilidad económica, las dimensiones de los equipos que componen la unidad de producción para la elaboración del plano de disposición de planta.

- d) Recolectar la información necesario para evaluar cada clase de uso (o de no uso) objeto de este estudio.-** Ante la imposibilidad del material de obtener información para todos los indicadores de las variables contempladas para alcanzar todos los propósitos de este estudio; se colectara información de fuentes secundarias; producto de investigaciones previas, ejecutadas por instituciones académicas, organismos no gubernamentales y otras entidades dedicadas a la investigación, relacionadas con algunos de los indicadores que por las limitaciones materiales para llevar a efecto este estudio no se puedan obtener de la fuentes primarias. Se determinara valores de indicadores: Localización y tamaño de planta, tecnología adecuada de los procesos de producción, la evaluación y la rentabilidad económica y el diseño de equipos detallado. Para ello, también será necesario recolectar el historial de la demanda y del proceso agroindustrial para la produccion de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.
- e) Diseñar una planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.-** Para diseñar detalladamente la planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdo, y vacunos se aplicaran los fundamentos y procedimientos de diseño detallado de ingeniería.

### **4.3. Población y muestra**

#### **4.3.1. Población de la investigación**

El universo de la investigación o línea de trabajo está ubicado el área de la ingeniería de proceso y la industrialización de especies agropecuarias con potenciales de alimentación, nutrición y salud. Dentro de esta línea de trabajo están incluidos :

- a) Diseño de una planta industrial para la fabricación de alimentos balanceados para camarones y peces.
- b) Diseño de una planta industrial para elaboración de alimentos balanceados para mascotas en general.
- c) Diseño de una planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos y vacunos.

#### **4.3.2. Muestra de la investigación**

La muestra de la investigación es el diseño de una planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdo, y vacunos.

### **4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas del procedimiento de recolección de datos se mencionan en el diseño de la investigación, y es :

- Análisis documental : para realizar la investigación bibliográfica.
- Método semicuantitativo de evaluación de los factores de localización de planta.
- Método cuantitativo y procedimiento de determinación de tamaño de planta.

- Método comparativo y de calificación ponderada para la selección de tecnologías.
- Método experimental y observacional para la determinación de los parámetros del proceso.
- Métodos y procedimiento de diseño de equipos principales y de uso genérico
- Métodos de evaluación de la tasa de retorno económico (TIRE) TIRF, y VANE.

#### **4.5 Procesamiento estadístico y análisis de datos**

Se utilizarán las técnicas de los modelos de regresión de dos variables (lineal, potencial, exponencial, semilogarítmico, hiperbólica, inversa, cuadrática) para la determinación del tamaño de planta máximo y los parámetros del proceso.

## V. INGENIERÍA DEL PROYECTO

### 5.1. Localización de la planta

Para determinar las posibles ubicaciones de la planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos, se ha considerado los siguientes aspectos [11] :

- Cercanía al mercado
- Cercanía a la materia prima
- Disponibilidad de mano de obra
- Disponibilidad de energía eléctrica
- Disponibilidad de agua potable
- Facilidad de transporte
- Características del terreno

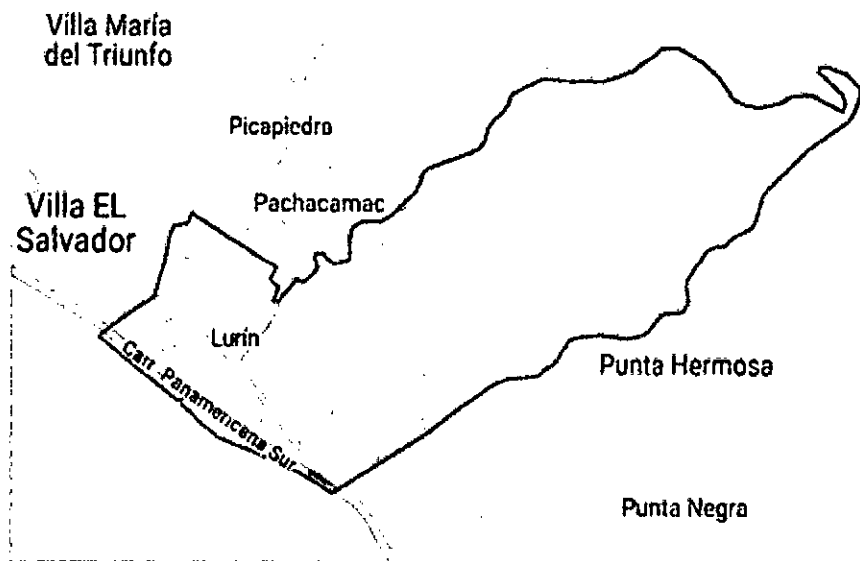
Según estos factores locacionales se ha considerado dos posibles lugares de ubicación de la planta industrial para producir alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos, el cual se muestra en el Cuadro N° 5.1.

**CUADRO N° 5.1.**  
**LUGARES DE UBICACIÓN DE LA PLANTA INDUSTRIAL**

LOCALIZACIÓN 1		LOCALIZACIÓN 2	
<b>REGIÓN</b>	Lima	<b>REGIÓN</b>	Lima
<b>LOCALIDAD</b>	Lima	<b>LOCALIDAD</b>	Lima
<b>SITIO</b>	Lurín	<b>SITIO</b>	Carabaylo

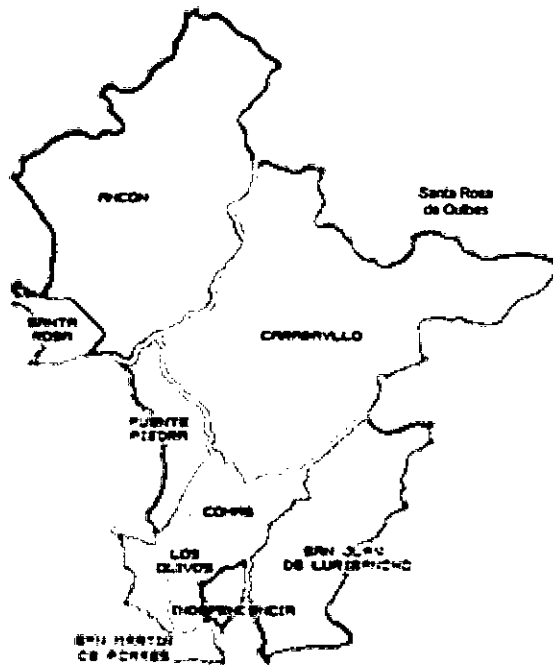
Fuente : Elaboración propia

**CUADRO N° 5.2.  
MAPA GEOGRÁFICO DE LA LOCALIDAD (DISTRITO) DE LURÍN**



Fuente : INEI

**CUADRO N° 5.3  
MAPA GEOGRÁFICO DE LA LOCALIDAD (DISTRITO) DE CARABAYLLO**



Fuente : INEI

### **5.1.1. Análisis de los factores locacionales**

- a) Cercanía al mercado de la región Lima.-** La región de Lima es el principal consumidor de alimentos balanceados para aves, porcino, y vacuno.

La cercanía a los mercados de la gran Lima se convierte en una oportunidad para incentivar la producción de alimentos balanceados para aves, porcino y vacuno en el distrito de Lurín (cuenca de Lurín) y en el distrito de Carabaylo y mejorar los márgenes de ganancia de los centros de engorde de la región Lima.

**Análisis de la cercanía de mercado de la región Lima con el distrito de Lurín.-** El ámbito de mercado de alimentos balanceados para aves, porcino, y vacuno en la cuenca del río Lurín, se ubica en el valle de Lurín, el cual, según el mapa de las unidades hidrográficas, es la cuenca N° 30 de las 62 cuencas del Pacífico, con el código 1375534, las cuales han sido delimitadas de acuerdo a la Resolución Ministerial 033 – 2008 – AG. Este valle es una de las tres cuencas que forman parte del hinterland de la Gran Lima, capital de la república del Perú (Chillón al norte, Rímac al centro y Lurín al sur). Jurídicamente está ubicada dentro de las provincias de Huarochirí y Lima. Sin embargo, sus límites territoriales espaciales no coinciden con toda la cuenca. Por ello, el estudio ha optado por ubicar jurídicamente a la parte poblacional de la cuenca dentro de los diez distritos jurídico políticos que sí se encuentran, en lo fundamental, dentro de la cuenca y distribuidos en tres niveles altitudinales : Los distritos de la parte alta se ubican en la margen izquierda de Río Lurín: San Andrés de Tupicocha a 3 606 metros sobre el

nivel del mar (m.s.n.m.), San Damián a 3 235 m. y Santiago de Tuna a 2 902 m. Viniendo desde Lima por la Carretera Central, se ingresa por la localidad de Cocachacra a unos kilómetros de Chosica, población ubicada a 50 Km de la ciudad de Lima. El viajero primero se encuentra con Santiago de Tuna, después con Tupicocha y al final con San Damián.

Aquí mostramos en los Cuadros N°s 5.4 y 5.5 los distritos y los lugares que se encuentran incluidos en la cuenca del río Lurín.

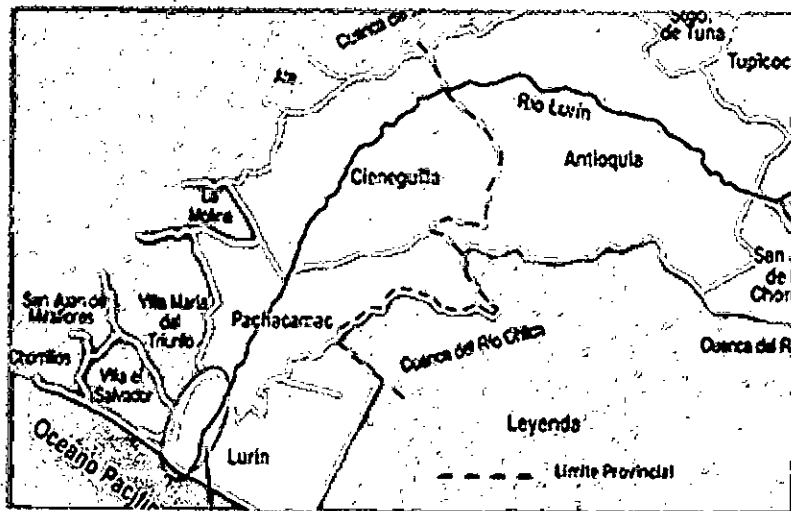
**CUADRO N° 5.4  
DISTRITOS Y LOS LUGARES QUE SE FORMAN PARTE DE LA  
CUENCA DEL RIO LURÍN**

<b>PARTE DE LA CUENCA</b>	<b>DISTRITO DE LA CUENCA</b>
<b>Alta</b>	Santiago de Tuna San Andrés de Tupicocha San Damián
<b>Media alta</b>	Lahuaytambo Langa San José de Chorrillos o cuenca
<b>Media</b>	Antioquia
<b>Baja</b>	Cieneguilla Pachacamac Lurín

Fuente : Ministerio de agricultura : Instituto de recursos Naturales (INRENA)

La cuenca del río Lurín se encuentra ubicada al sur de la ciudad de Lima. Tiene una extensión superficial de 1 719 963 Km<sup>2</sup> y conforma el ámbito de influencia de Lima Metropolitana. La parte alta de esta cuenca se emplaza en las estribaciones de la cordillera occidental de los Andes del Perú.

**CUADRO N° 5.5.**  
**DISTRITOS Y LUGARES INCLUIDOS POR LA CUENCA DE RIO LURÍN**



Fuente : Ministerio de agricultura: Instituto de recursos Naturales (INRENA)

La actividad pecuaria aprovechando los pastizales en la parte media alta y alta de la cuenca viene desarrollando una importante actividad ganadera de ganado vacuno criollo para aprovechamiento de su carne hacia el mercado de Lima. Esto es notorio en los distritos de San Damián (1896 animales), Tupicocha (715 animales), y otros lugares del valle haciendo un total de 7 300 vacunos, 9 000 ovinos, 16 000 caprinos, 45 000 porcinos, 13 300 aves de corral y 13 000 de otras especies.

El plan de desarrollo agropecuario 2013 – 2018 de la cuenca de río Lurín, cuenta con las siguientes extensiones para la zona ganadera y agrícola mostramos en el Cuadro N° 5.6.



**CUADRO N° 5.6  
EXTENSIÓN DE LA ZONA GANADERA Y AGRÍCOLA**

<b>NOMBRE</b>	<b>ÁREA Km<sup>2</sup></b>
Lurín	7089
Quebrada de Tinajas	165
Quebrada de Chamacha	88
Canchahuara	162
Quebrada de Llacomayqui	67
Quebrada de Taquia	125

Fuente : Ministerio de agricultura: Instituto de recursos Naturales (INRENA)

**CUADRO N° 5.7.  
PLAN DE DESARROLLO AGROPECUARIO DE LA PARTE MEDIA Y ALTA DE LA CUENCA DE LURÍN 2013 – 2018**



Fuente : Ministerio de agricultura: Instituto de recursos Naturales (INRENA)

**Análisis de la cercanía de mercado de la región Lima con el distrito de Carabayllo.-** El distrito de Carabayllo se encuentra ubicado en la margen derecha del río Chillón, que nace en las alturas de la Cordillera La Viuda (Canta). Constituye uno de los 43 distritos de Lima Provincia. Posee una superficie de 346,88 km, equivalente a 34 688 hectáreas. Tiene una altitud entre 238 a 530 metros sobre el nivel del mar (Chaupi, yunga o costa media). Forma parte de la denominada Zona Lima Norte. Los límites del distrito son: Norte y Noreste: con el distrito de Santa Rosa de Quives, provincia de Canta. Sur: con el distrito de Comas. Este: con el distrito de San Juan de Lurigancho. Oeste: con el distrito de Puente Piedra y el distrito de Ancón.

La producción pecuaria de Carabayllo participa y coloca en el mercado metropolitano, diversas especies de animales de consumo humano, a partir de su producción pecuaria. Entre las principales, durante el año 2009 participó con la producción a nivel metropolitano de : 5 176 182 (13,41%) cabezas de aves; 288 243 (12,34%) cabezas de gallina de postura; 10 184 (2,91%) de cabezas de porcinos y 524 (1,09%) de cabezas de vacunos.

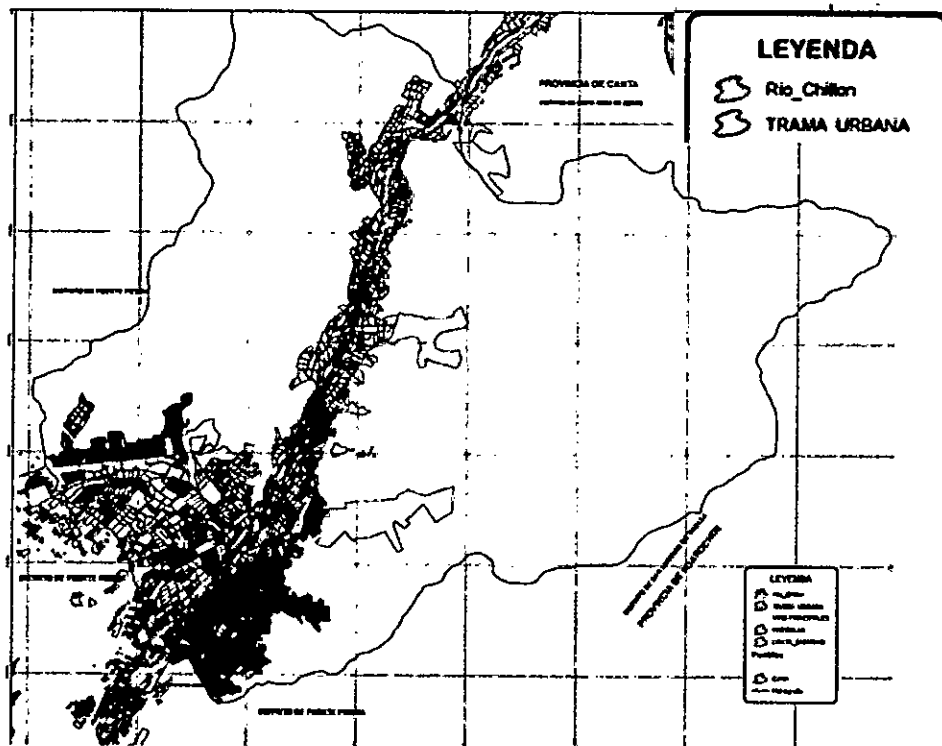
Cabe mencionar que gran parte de esta producción se consume en el distrito y su precio de venta está sujeto a los precios que imponen los grandes productores.

**CUADRO N° 5.8.  
DISTRITO DE CARABAYLLO Y SUS ALREDEDORES**



Fuente : Mapa data 2016 Google

**CUADRO N° 5.9.  
PLANO DE DISTRITO DE CARABAYLLO**



Fuente : Municipalidad distrital de Carabayllo

b) **Cercanía a la materia prima.**- Uno de los factores muy importante para la localización de la planta industrial es la cercanía a la principal materia prima porque el transporte de ello implica un costo que se podría reducir cuanto más cerca se encuentre los lugares de producción de la materia prima.

La Materia prima que se requiere para la producción de alimentos balanceados para aves, porcinos, y vacuno son: maíz amarillo, sorgo granifero, trigo, afrechillo de trigo, polvillo de arroz, melaza de caña, harina de pescado, alfalfa (harina de alfalfa deshidratada.

La Cuenca del rio Lurín ofrece productos como maíz, trigo, alfalfa que ahora son de autoconsumo pero que podrían convertirse en productos comerciales, dentro de nuevas cadenas productivas. También es significativa la producción de alfalfa para el mercado de Lima y para abastecer la importante dotación de ganado vacuno del valle. En este rubro destaca San Damián con 3 645 toneladas y Langa con 2 065 TM, seguido en menor escala por Pachacamac (469 toneladas), Lurín (282 TM) y Cieneguilla (158 TM) En producción de maíz destaca Lurín (545 TM) [8]

Estos datos estadísticos se muestran en el Cuadro N° 5.10.

**CUADRO N° 5.10.  
PRODUCCIÓN DE MAÍZ, TRIGO Y ALFALFA, TM/AÑO**

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>LURÍN CUENCA DEL RIO LURÍN</b>	<b>CARABAYLLO CUENCA RIO CHILLÓN</b>
<b>Maíz</b>	545	No hay reporte
<b>Trigo</b>	181,6	No hay reporte
<b>Alfalfa</b>	6954,1	No hay reporte
<b>TOTAL</b>	7680,7	-----

**Fuente :** Ministerio de agricultura: Instituto de recursos Naturales (INRENA)

c) **Producción pecuaria.**- La producción pecuaria es la denominación que suele darse a la actividad ganadera, consistente en la crianza de animales para su comercialización y aprovechamiento económico. Se trata de una actividad económica primaria y esencial que, junto a la agricultura, es una de las más antiguas de la humanidad.

La producción pecuaria de la región Lima en las localidades de Carabayllo y Lurín se muestra en el Cuadro N° 5.11.

**CUADRO N° 5.11.  
PRODUCCIÓN PECUARIA DE LAS LOCALIDADES DE  
CARABAYLLO Y LURÍN**

DISTRITO	NÚMERO DE CABEZAS : AVES		NÚMERO DE CABEZAS : PORCINOS		NÚMERO DE CABEZAS : VACUNOS	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Carabayllo	5 176 182	13,41	10 184	2,91	524	1,09
Lurín	5 006 345	12,97	21 664	6,19	24 852	51,71

**Fuente :** INEI : Provincia de Lima. Compendio estadístico 2009

d) **Disponibilidad de mano de obra.**- De acuerdo al Censo de Nacional : XI de Población y VI de Vivienda del 2007, Carabayllo contaba con una PEA (Población Económica Activa) de 140 362 habitantes, es decir el 65,8% de su población total en edad de trabajar de 15 a 64 años, que se encontraban trabajando o buscando algún puesto de trabajo. De acuerdo a proyecciones del INEI, en el año 2011 esta cifra se habría incrementado a 169 320 y el 2014 será de 191025 habitantes.

Un tercer sector importante que absorbe parte importante de la mano de obra, es el de las Industrias Manufactureras representada por el 6,3% (407)

de las empresas, En un cuarto lugar de importancia, ubicamos al 4,8% (311) de empresas que se dedican a otra actividades.

Según la información estadística proporcionado por INEI de la población económicamente activa (PEA) en las localidades analizadas se muestra en el Cuadro N° 5.12.

**CUADRO N° 5.12  
POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA**

	LOCALIZACIÓN 1		LOCALIZACIÓN 2	
	REGIÓN	LOCALIDAD	REGIÓN	LOCALIDAD
	Lima	Lurín	Lima	Carabayllo
<b>POBLACIÓN</b>	8 482 619	85 132	8 482 619	301 978
<b>PEA</b>	6 140 934	55 855	6 140 934	224 172
<b>%</b>	72,40	65,61	72,40	74,24

Fuente : INEI : Censos Nacionales de Población y viviendas – 2007

- e) **Disponibilidad de energía eléctrica.-** En Lima Metropolitana, el sistema eléctrico está conformado por dos sistemas interconectados: CentroNorte (SICN) y Sur (SISUR), los cuales están distribuidos de la siguiente manera: Carabayllo es abastecido por SICN y Lurín es abastecido por SISUR.

**CUADRO N° 5.13  
ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

DISTRITO	EMPRESA QUE ABASTECE	PRODUCCIÓN
Carabayllo	EDELNOR	449 389 GWh
Lurín	LUZ DEL SUR	366 425 GWh

Fuente : INEI

f) **Disponibilidad de agua.-** Actualmente el sistema de abastecimiento de agua potable en el distrito de Lurín está en concesión de SEDAPAL, y se da a través de dos fuentes de abastecimiento, la superficial provista por el sistema de la Atarjea y la subterránea por pozos tubulares. El agua de la Atarjea abastece a las zonas de Julio C. Tello, Lurín Cercado, Las Virreyinas, Nuevo Lurín y Balnearios; mientras que el sistema de pozos, abastece a Villa Alejandro, Upis San José y algunos centros poblados rurales del distrito.

El abastecimiento de agua en Lima metropolitana es regularmente constante por la empresa SEDAPAL, estos datos son mostrados en el cuadro N° 5.13

**CUADRO N° 5.14.  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

<b>LOCALIDAD</b>	<b>EMPRESA QUE ABASTECE</b>	<b>PRODUCCIÓN</b>
<b>Carabaylo (Lima Metropolitana)</b>	SEDAPAL	8330 MM <sup>3</sup> /mes
<b>Lurín (Lima Metropolitana)</b>	SEDAPAL	1968 MM <sup>3</sup> /mes

**Fuente :** SEDAPAL

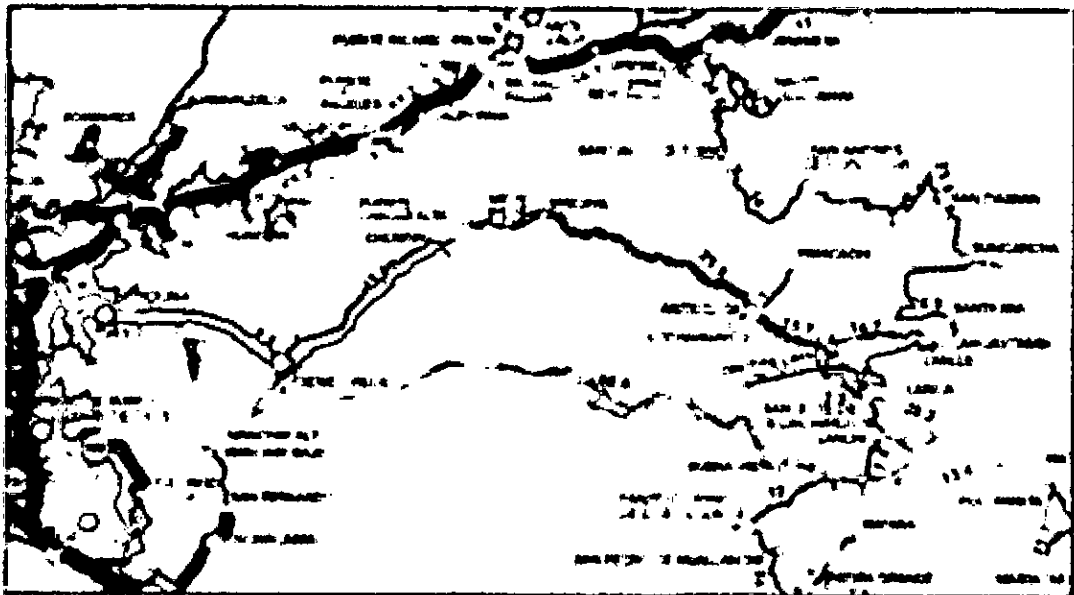
g) **Facilidad de transporte.-** El distrito de Lurín es un distrito costero que se encuentra a 40 minutos al sur de Lima en el km 39,3 de la carretera Panamericana Sur. Posee en sus dominios marítimos dos islotes frente a la playa San Pedro, así como se puede ver en el Cuadro N° 5.15.

**CUADRO N° 5.15.  
DISTANCIA DESDE DE LIMA LURÍN**



Fuente : Mapa data ©2016 Google

**CUADRO N° 5.16.  
VÍAS DE ACCESO PARA LA CUENCA DEL VALLE DE LURÍN**

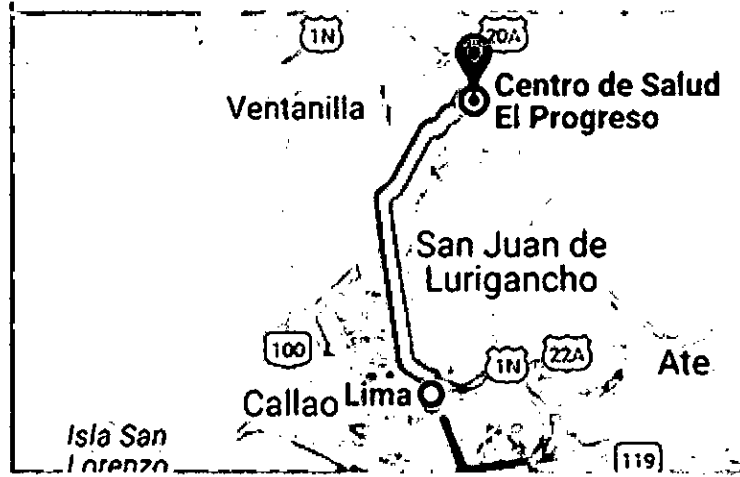


Fuente : Tomado de mapa vial del Dpto. de Lima – MTC

Por otro lado, el distrito de Carabaylo es el más extenso de los 43 distritos de la provincia de Lima. Es también el distrito matriz de Lima Norte y uno de los ocho que lo conforman. Se localiza a una distancia de 26,2 km al norte de Lima a 36 minutos.



**CUADRO N° 5.17.  
DISTANCIA DESDE DE LIMA A CARABAYLLO**



Fuente : Mapa data ©2016 Google

Las carreteras se encuentran asfaltadas en su gran mayoría de los dos distritos, para el traslado de la materia prima, e insumos; así como para la comercialización del producto final. Los camiones que llevan los productos a los centros de engorde o granjas de la producción pecuaria.

**CUADRO N° 5.18  
TRANSPORTE DESDE LIMA**

LOCALIDAD	DISTANCIA DESDE LIMA CENTRO	COSTO DE TRANSPORTE (S/. 2,40 / KM)	TIEMPO DE VIAJE
Carabayllo	26,2 km	62,88	36 min.
Lurín	39,3 km	94,32	40 min

Fuente : Ministerio de Transporte, comunicaciones y telecomunicaciones

- h) **Características del terreno.-** Para la evaluación del terreno requerimos del costo de terreno en cada una de las localidades analizadas por metro cuadrado.

**CUADRO N° 5.19.  
PRECIO EN DÓLARES POR METRO CUADRADO EN LURÍN Y  
CARABAYLLO**

<b>MERCADO DE EDIFICACIONES URBANAS</b>		
<b>Distritos</b>	<b>Región</b>	<b>Precio \$/ m<sup>2</sup></b>
<b>Carabayllo</b>	Lima Metropolitana	339
<b>Lurín</b>	Lima Metropolitana	250

**Fuente :** INEI

- i) **Clima.-** Carabayllo, debido a sus variados pisos altitudinales, posee variados microclimas, desde tener una zona eriaza desértica, hasta tener valles frondosos con bosques y cultivos de pan llevar.

Su clima es templado – cálido, oscilando su temperatura entre la mínima y máxima (12°C – 30°C) con un promedio de 21°C (grados) de Temperatura. Sus vientos son moderados de sur a norte especialmente en finales de época de primavera. Sus lluvias son de carácter moderado en época de invierno. Santa Rosa de Quibes.

Lurín, posee un clima no muy húmedo con 18°C en promedio a pesar de ser un distrito litoral.

La Temperatura promedio anual se ubica en 18,6°C

**CUADRO N° 5.20  
CLIMA, TEMPERATURA, Y HUMEDAD RELATIVA**

<b>LOCALIDAD</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>		<b>HUMEDAD RELATIVA %</b>
	<b>Máxima</b>	<b>Mínima</b>	
<b>Carabayllo</b>	30	12	88
<b>Lurín</b>	21	16	94

**Fuente :** SENAMHI

### 5.1.2. Evaluación y selección de la localización de planta

Para la elección o selección de la ubicación de planta industrial para las alternativas propuestas, se ha usado el método semicuantitativo [10], el cual consiste calificar con una escala de 0 – 100, teniendo en cuenta los factores locacionales analizados, los cuales mostramos en los cuadros N° 5.20 y 5.19.

**CUADRO N° 5. 21.  
CALIFICACIÓN Y PONDERACIÓN**

<b>PUNTAJE</b>	<b>PESO RELATIVO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
9 – 10	90 – 100	Excelente
7 – 8	70 – 80	Muy buena
5 – 6	50 – 60	Buena
3 – 4	30 – 40	Regular
1 – 2	10 – 20	inadecuada

Fuente : Diseño de Plantas Químicas (Volumen I) [11]

**CUADRO N° 5.22.  
EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN DE LOS FACTORES  
LOCACIONALES**

FACTORES DE LOCALIZACIÓN	SELECCIÓN DE LA REGIÓN	SELECCIÓN DEL SITIO	LOCALIZACIÓN 1		LOCALIZACIÓN 2	
			Región	Sitio	Región	Sitio
			Lima	Carabaylo	Lima	Lurín
Cercanía al Mercado	X		80		90	
Cercanía a la materia prima	X	O	80	80	80	80
Mano de obra	X	O	80	70	80	80
Factibilidad de transporte de materia prima	X	O	70	70	70	90
Abastecimiento de Agua	X	O	60	70	70	80
Disponibilidad de energía Eléctrica	X	O	70	80	80	70
Clima	X	O		70		90
Existencia de abastecimiento de desagüe		O		70		70
Valor del Terreno		O		70		80
Características del terreno		O		70		80
Vías de acceso		O		70		70
<b>Total</b>			<b>440</b>	<b>720</b>	<b>470</b>	<b>790</b>

Fuente : Evaluación propia

Finalmente tenemos la Evaluación de Factores

**CUADRO N° 5.23.  
RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DE LA LOCALIZACIÓN**

	LOCALIZACIÓN 1		LOCALIZACIÓN 2	
	Región	Sitio	Región	Sitio
	Lima	Carabaylo	Lima	Lurín
<b>Evaluación de los factores</b>	460	700	490	790

**Fuente :** Evaluación propia

De los resultados mostrados en el Cuadro N° 5.23 se ha concluido que la localización adecuada para el proyecto de instalación de la planta industrial de producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos la localidad de Lurín (Región Lima)

## **5.2. Tamaño de planta**

### **5.2.1. Tamaño de planta máximo**

#### **Tamaño de planta – mercado**

La determinación del tamaño de planta máximo incide directamente con el estudio de mercado que genera su implementación y la decisión que toma al respecto del tamaño define la capacidad máxima de producción del proyecto.

Se analiza a continuación estos factores, su procedimiento de cálculo y los criterios lógicos en la evaluación del tamaño de planta máximo.

La demanda de alimentos balanceados se encuentra representado sólo por el consumo nacional porque no hay información que nos indique que esté importando o exportando; además, de acuerdo a la información estadística se ha llegado a determinar que la producción de estos alimentos en el mercado nacional está representado por las siguientes especies; aves de carne, porcino y vacuno.

LA CLASE 1533, incluye la producción de alimentos preparados para animales domésticos; alimentos que son mezclas de varios ingredientes y son presentado ya sea envasados o tratados especialmente para que sean un adecuado alimento para animales domésticos de granja incluyéndose a perros, gatos y otros especies de animales.

La realización de este estudio se ha efectuado con la información estadísticas del Ministerio de Agricultura, compendio estadístico PERÚ 2007 a 2015. Sector agrario, el cual se explica a continuación :

**TABLA N° 5.1**  
**PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS A NIVEL NACIONAL**

<b>AÑO</b>	<b>AVE DE CARNE TM</b>	<b>PORCINO TM</b>	<b>VACUNO TM</b>
2002	1 215 020	67 469	50 179
2003	1 269 174	74 914	58 750
2004	1 273 765	76 040	61 062
2005	1 259 307	75 014	69 122
2006	1 322 480	79 863	85 250
2007	1 505 674	82 837	77 341
2008	1 614 070	89 407	90 142
2009	1 702 810	95 934	92 489
2010	1 747 129	97 548	101 300
2011	1 795 814	110 925	212 716
2012	1 904 020	133 824	120 006
2013	1 943 921	145 941	123 915
2014	2 058 861	145 848	93 055

**Fuente :** Ministerio de Agricultura y riego. Dirección general de seguimiento y Evaluaciones políticas. Dirección de Estadística Agraria

Ademas, la poblacion de aves de carne, ganado porcino, y ganado vacuno según la unidad de produccion a nivel Lima, se muestra en la Tabla N° 5.2.

**TABLA N° 5.2**  
**POBLACIÓN DE : AVES DE CARNE, GANADO PORCINO Y VACUNO**  
**A NIVEL DE REGIÓN LIMA**

<b>AÑO</b>	<b>AVES DE CARNE</b> Miles unidades	<b>PORCINO</b> Unidades	<b>VACUNO</b> Unidades
2007	36 554	391 175	254 986
2008	42 523	390 670	228 844
2009	43 801	395 300	226 800
2010	41 334	402 985	230 422
2011	40 320	404 507	232 109
2012	52 827	455 740	225 265
2013	50 451	430 570	226 410
2014	51 973	457 793	232 070
2015	53 664	476 059	238 498

Fuente : Ministerio de Agricultura y riego. Dirección general de seguimiento y Evaluaciones políticas. Dirección de Estadística Agraria. SIEA

**TABLA N° 5.3**  
**RACIÓN DIARIA DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA AVE DE**  
**CARNE, GANADO PORCINO Y VACUNO**

<b>ESPECIE</b>	<b>RACIÓN DIARIA ,</b> Lb/unidad – diaria	<b>RACIÓN DIARIA ,</b> Kg/unidad – diaria
<b>POLLO DE CARNE</b>	0,12	0,054431
<b>GANADO PORCINO</b>	8,63	3,915
<b>GANADO VACUNO</b>	5,5	2,4948

Fuente : Ministerio de Agricultura y riego. Dirección general de seguimiento y Evaluaciones políticas. Dirección de Estadística Agraria. SIEA

Ahora bien, combinando los datos de la Tabla N° 5,2 con los datos de la Tabla N° 5.3. se tiene la demanda de alimento balanceado para aves de carne, ganado porcino y vacuno, el cual se muestra en la siguiente tabla.

**TABLA N° 5.4**  
**DEMANDA DE ALIMENTOS BALANCEADOS A NIVEL DE REGIÓN**  
**LIMA**

<b>AÑO</b>	<b>AVE DE CARNE TM</b>	<b>PORCINO TM</b>	<b>VACUNO TM</b>
2007	726 230	558 979	232 191
2008	844 818	558 258	208 386
2009	870 208	564 874	206 525
2010	821 196	575 856	20 9 823
2011	801 050	578 031	211 359
2012	1 049 531	651 241	205 127
2013	1 002 326	615 274	206 170
2014	1 032 564	654 175	211 324
2015	1 065 822	680 277	217 177

**Fuente:** Ministerio de Agricultura y riego. Dirección general de seguimiento y Evaluaciones políticas. Dirección de Estadística Agraria

En la región de Lima, de acuerdo a los datos estadísticos, el alimento balanceado que mayor demanda tiene es para aves de carne, fuente de proteína barata para el consumo humano. Esto nos indica que el alimento a producir preferentemente es para aves de carne seguido para aves de postura, porcinos y finalmente vacunos.

Estos datos ratifica nuestra suposición de considerar que el alimento balanceado para porcinos tiene mayor estabilidad en cuanto a crecimiento porque presenta una demanda casi constante; contrario con lo que sucede con la demanda para aves de carne que tiene una bonanza enorme en crecimiento y en menor proporción, de crecimiento y constancia, para aves de postura.

El crecimiento galopante de la demanda para aves de carne puede ser engañoso para determinar la verdadera demanda para una planta que se inicia en



la producción de alimentos en este rubro; a la vez que, el principal problema a afrontar, en este libre mercado desleal y de globalización, es la competencia con las grandes empresas existentes, caso PURINA, S.A., las que cuentan con un nombre de prestigio, que es un paradigma difícil de romper en los principales consumidores.

Motivo suficiente es, para tomar cuenta la demanda de alimentos para porcinos y no para aves de carne, el cual puede traer como consecuencia inversiones mal gastadas. De esta manera se determinará el tamaño de planta de manera objetiva y lógica; la que servirá como base de producción y a la vez como una proyección futura en la ampliación de planta.

**TABLA N° 5.5**  
**DEMANDA DE ALIMENTO BALANCEADO PARA GANADO PORCINO**  
**A NIVEL DE REGIÓN LIMA**

<b>AÑO</b>	<b>PORCINO TM</b>
<b>2007</b>	558 979
<b>2008</b>	558 258
<b>2009</b>	564 874
<b>2010</b>	575 856
<b>2011</b>	578 031
<b>2012</b>	651 241
<b>2013</b>	615 274
<b>2014</b>	654 175
<b>2015</b>	680 277

**Fuente:** Ministerio de Agricultura y riego. Dirección general de seguimiento y Evaluaciones políticas. Dirección de Estadística Agraria

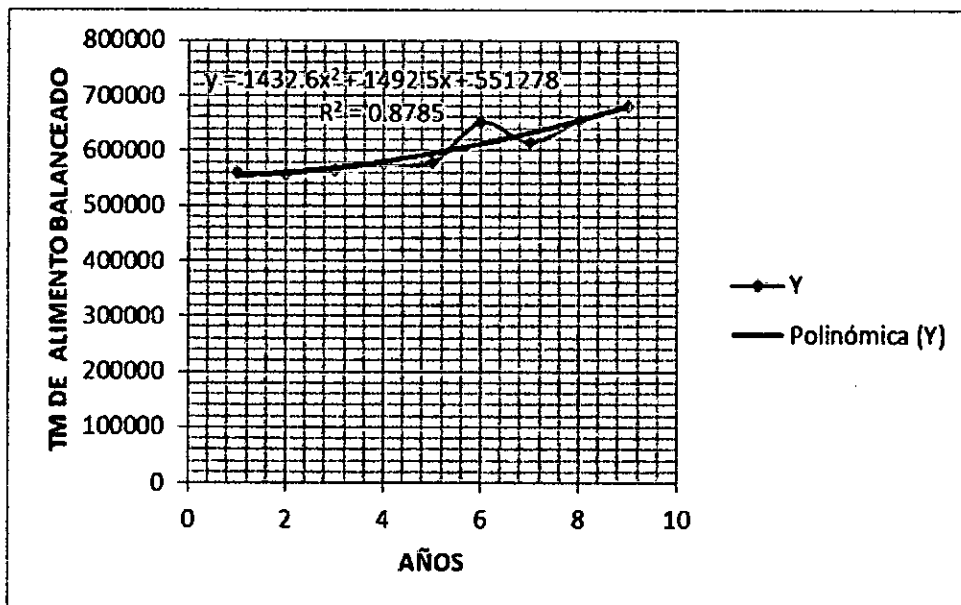
A partir de los datos estadísticos de la demanda de alimento balanceado para ganado porcino de los últimos nueve años se ha realizado la proyección de la demanda; para lo cual evaluamos los modelos econométricos el como se muestra en el **Tabla N° 5.6** y los gráficos en el **Apéndice N° 1**

**TABLA N° 5.6**  
**MODELOS ECONOMÉTRICOS Y SUS COEFICIENTES DE CORRELACIÓN**

MODELO	ECUACIÓN	R <sup>2</sup> (Coeficiente de correlación)
Lineal	$y = 15819 x + 525013$	R <sup>2</sup> = 0.843
Exponencial	$y = 529269 e^{0.0259 x}$	R <sup>2</sup> = 0.851
Logarítmica	$y = 53554 \ln(x) + 527031$	R <sup>2</sup> = 0.6664
Potencial	$y = 531493 x^{0.0882}$	R <sup>2</sup> = 0.6792
Polinómica	$y = 1432,6 x^2 + 1492,5x + 551278$	R <sup>2</sup> = 0.8785

Fuente : Elaboración propia

**GRAFICO N° 5.1**  
**MODELO ECONOMÉTRICO SELECCIONADO**



Fuente : Elaboración propia

Del análisis de los modelos econométricos y sus coeficientes de correlación se ha determinado que el modelo que se ajusta más a nuestros datos históricos reales, es el modelo Polinómica. Por lo consiguiente, este modelo es usado para calcular la proyección de la demanda de alimento balanceado para ganado porcino, el cual se muestra en la Tabla N° 5.7.

**TABLA N° 5.7**  
**PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE ALIMENTO BALANCEADO PARA**  
**GANADO PORCINO SEGÚN EL MODELO ECONOMÉTRICO:**

$$y = 1432,6 x^2 + 1492,5x + 551278$$

<b>AÑO</b>	<b>CANTIDAD DE ALIMENTO BALANCEADO PROYECTADO (TM/año)</b>
2017	741 070
2018	775 482
2019	812 783
2020	852 963
2021	896 001
2022	941 904
2023	990 672
2024	1 042 305
2025	1 096 804
2026	1 154 170

**Fuente :** Elaboración propia

Con estos datos determinamos el tamaño de planta máximo (tamaño de planta- mercado) utilizando el siguiente modelo matemático :

$$T_0 = D_1 (R)^{n_0} \quad (1)$$

$$\frac{1}{R^{\eta_0}} = 1 - \frac{2(1-\alpha)(R-1)(N-\eta_0)}{\alpha(R+1)} \quad (2)$$

Donde :

- T<sub>0</sub>** = Tamaño de planta en TM/año
- D<sub>1</sub>** = Demanda proyectada del año base
- f** = Tasa de crecimiento promedio
- α** = Factor de escala; para agroindustria es 0,7
- N** = Número de datos de la proyección
- η<sub>0</sub>** = Parámetro de corrección

**TABLA N° 5.8**  
**TASA DE CRECIMIENTO**

<b>AÑO</b>	<b>TASA DE CRECIMIENTO (r<sub>i</sub>)</b>	<b>DEMANDA PARA EL PROYECTO (TM/AÑO)</b>
2017	-----	741 070
2018	4,643	775 482
2019	4,81	812 783
2020	4,944	852 963
2021	5,046	896 001
2022	5,123	941 904
2023	5,20	990 672
2024	5,212	1 042 305
2025	5,23	1 096 804
2026	5,231	1 154 170

Fuente : Elaboración propia

$$R = 1 + \bar{r} \quad (3)$$

$$\bar{r} = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6 + r_7 + r_8 + r_9}{9} \quad (4)$$

La tasa de crecimiento calculamos con :

$$\bar{r} = \frac{D_2 - D_1}{D_1} \quad (5)$$

Los cálculos se muestran en la **Tabla N° 5.8**

Por lo que;  $\bar{r} = 0,0446764$ , y  $R = 1,0446764$ , con estos en la ecuación en la ecuación 2.

Para determinar el tamaño máximo, Tamaño de planta – mercado :

$$\frac{1}{(1,044764)^{\eta_0}} = 1 - \frac{2(1-0,7)(1,044764-1)(9-\eta_0)}{0,7(1,044764+1)}$$

Por el método de Newton Raphson determinamos el valor de  $\eta_0$ .

$$\eta_0 = 2,8165$$

Por lo consiguiente reemplazamos los datos obtenidos en la ecuación 1 :

$$T_0 = 741070 (1,044764)^{2,8165}$$

$$T_0 = 838347,3 \text{ TM/año}$$

Para este estudio consideramos un 1,57% de la capacidad proyectada, con ello calculamos el tamaño de planta máximo para el proyecto es :

$$T_{\max} = 13162 \text{ TM/año}$$

## **5.2.2. Tamaño de planta intermedio**

### **5.2.2.1. Tamaño de planta – materia prima**

La materia prima, vitaminas, drogas, antibióticos y aminoácidos son importados de los países proveedores de dichos insumos especialmente de Europa y Norteamérica, las que se encuentran disponibles en el mercado. Para tener un abastecimiento permanente de materia prima se deberá tener un programa de compra de tres meses de stock, tiempo el cual dura la transacción comercial (incluyendo desaduanaje), con la que se estará asegurando el abastecimiento de materia prima a la planta de procesamiento.

En los últimos años, la importancia de vitaminas, antibióticos y drogas han crecido; siendo las principales empresas importadoras ROCSA, ROCHE, PROAVISO, AGROVET, QUÍMICA SUIZA y BASF, según MINAG – OIA.

La materia prima e insumos disponibles para la producción de alimentos balanceados en la región Lima para el año 2015 según SIEA. Ministerio de agricultura se muestra en la siguiente tabla.

**TABLA N° 5.9**  
**MATERIA PRIMA E INSUMOS PARA ALIMENTOS BALANCEADOS**  
**DE REGIÓN LIMA**

<b>MATERIA PRIMA E INSUMOS</b>	<b>DISPONIBLE (TM/año)</b>
Maíz amarillo duro	575 581
Sorgo	2 285
Soya grano	31 208
Harina de pescado	5 291
Grasa de pescado	12 717
Subproducto de trigo	15 510
Torta de soya	312 140
Torta de algodón	356
Melaza	1 641
Polvillo de arroz	17 708
Carbonato de calcio	11 814
Otros Materias primas e insumo.	63 601

Fuente : SIEA. Encuesta mensual a establecimiento agroindustrial.

La dieta típica para cerdos según Zoetecno – Campo (alimento balanceado económico para cerdos) se presenta en la Tabla N° 5.10.

**TABLA N° 5.10**  
**DIETA TÍPICA PARA CERDOS EN DESARROLLO**

<b>INGREDIENTE</b>	<b>CANTIDAD %</b>	<b>CANTIDAD Kg</b>
Maíz	77,25	772,5
Torta de soya	20,0	200,0
Fosfato	1,25	12,5
Carbonato de calcio	0,75	7,5
Sal	0,30	3,0
Premix vitaminas	0,25	2,5
Premix minerales	0,20	2,0
<b>TOTAL</b>	<b>100 %</b>	<b>1 000 Kg</b>

Fuente : Zoetecno – campo (alimento balanceado económico para cerdos 2010)

Para determinar el tamaño de planta – materia prima se ha obtenido relacionando la dieta típica utilizada por Zoetecno – Campo (alimento balanceado económico para cerdos) con la materia prima disponible que se muestra en la **Tabla N° 5.9**

Siendo en total de 1 153 939 TM de materia prima disponible a nivel de región Lima en el año 2015, y relacionando con los porcentajes de la dieta para cerdos se ha obtenido que el tamaño de planta – materia prima es de **508 425 TM/año**

**TABLA N° 5.11  
MATERIA PRIMA E INSUMOS DISPONIBLES Y UTILIZADOS**

<b>INGREDIENTE</b>	<b>CANTIDAD %</b>	<b>DISPONIBLE TM/AÑO</b>	<b>UTILIZADO TM/AÑO</b>
<b>Maíz</b>	77,25	575 581	444 636
<b>Torta de soya</b>	20,0	312 140	62 428
<b>Fosfato</b>	1,25	63 601	795,01
<b>Carbonato de calcio</b>	0,75	11 814	88,61
<b>Sal</b>	0,30	63 601	190,8
<b>Premix vitaminas</b>	0,25	63 601	159
<b>Premix minerales</b>	0,20	63 601	127,2
<b>TOTAL</b>	100 %	1 153 939	508 425

**Fuente :** Elaboración propia

Para este estudio se ha considerado un 1,57% de la capacidad proyectada, con ello se ha calculado el tamaño de planta – materia prima para el proyecto siendo esto igual a 7982,6 TM/año.

Por tanto el tamaño de planta materia prima será :

$$T_{mp} = 7983 \text{ TM/año}$$



### 5.2.2.2. Tamaño de planta – inversión

Para determinar la capacidad de planta en función de la Inversión, se ha considerado que el tamaño de planta no exceda a la capacidad de inversión, para lo cual se ha tomado en cuenta como referencia de la empresa purina especializados en alimentos balanceados para animales, que invirtió en el 2015 en la planta Quetzal “Nutrientes purina” en Guatemala, 20 millones de dólares para capacidad de producción de 30 000 TM/año, ahora bien, aplicando la regla del exponente decimal, con  $I_2 = 8\,000\,000$  de dólares (capacidad de Inversión).

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^\alpha \quad (6)$$

Donde :

- $I_2$  = Inversión fija de la planta nueva
- $I_1$  = Inversión fija de la planta similar conocida
- $T_2$  = Tamaño de planta proyectada
- $T_1$  = Tamaño de planta instalada similar conocida
- $\alpha$  = Factor de volumen, para plantas agroindustriales es 0,7

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (7)$$

$$T_2 = 30000 \left(\frac{8\,000\,000}{20\,000\,000}\right)^{1,4285}$$

$$T_0 = 8103 \text{ TM/año}$$

### 5.2.3. Tamaño de planta mínimo

#### 5.2.3.1. Tamaño de planta – punto de equilibrio

La relación tamaño de planta – punto de equilibrio se ha determinado partiendo de la definición de punto de equilibrio donde el costo total anual de los productos se hace igual al ingreso por ventas, así tenemos [nn] :

$$\text{Costo total} = \text{Ingreso por ventas}$$

$$\text{El ingreso por ventas :} \quad I = p \times Q_v \quad (8)$$

$$\text{Costo total :} \quad C_T = C_f + C_v \quad (9)$$

$$C_v = v \times Q_p \quad (10)$$

$$p \times Q_v = C_f + v \times Q_p \quad (11)$$

$$\text{En el equilibrio :} \quad Q_v = Q_p = Q_{\min} \quad (12)$$

$$p \times Q_{\min} = C_f + v \times Q_{\min} \quad (13)$$

$$Q_{\min} = \frac{C_f}{p-v} \quad (14)$$

$$\text{Costo fijo} = 1\,664\,554 \text{ \$/ año}$$

$$\text{Precio de Venta} = 1\,200 \text{ \$/TM (1,2 \$/Kg)}$$

$$\text{Costo Variable} = 724,2 \text{ \$/TM}$$

$$Q_{\min} = 3\,498,4 \text{ TM/año} \approx 3\,500 \text{ TM/AÑO}$$

$$Q_{\min} = 3\,500 \text{ TM/año}$$

Para la determinación del tamaño de planta – punto de equilibrio gráficamente se ha calculado con el ingreso por ventas, costo total del producto, y

el costo fijo con respecto a los datos de la demanda proyectada, el cual mostramos en los cálculos en la Tabla N° 5.13 y la gráfica en la Figura N° 5.2, para ello hemos considerado los siguientes datos en la Tabla N° 5.12.

**TABLA N° 5.12.  
COSTOS DE MATERIA PRIMA**

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>COSTO S/Kg</b>
<b>Maíz amarillo</b>	0,1176
<b>Torta de soya</b>	0,0748
<b>Fosfato de amonio</b>	0,0044
<b>Carbonato de calcio</b>	0,1478
<b>Sal</b>	0,00162
<b>Premix vitamina</b>	0,0010
<b>Premix minerales</b>	0,001263
<b>Costo de materia prima</b>	<b>0,348</b>

**Fuente :** Elaboración propia

Para la determinación de la materia prima se ha usado el factor 1,053, cuyo rendimiento es de 95%, puesto que, para la producción de alimentos balanceados para aves, porcino y vacuno es una mezcla de materia prima.

De la gráfica obtenemos que el tamaño de planta mínimo es de :

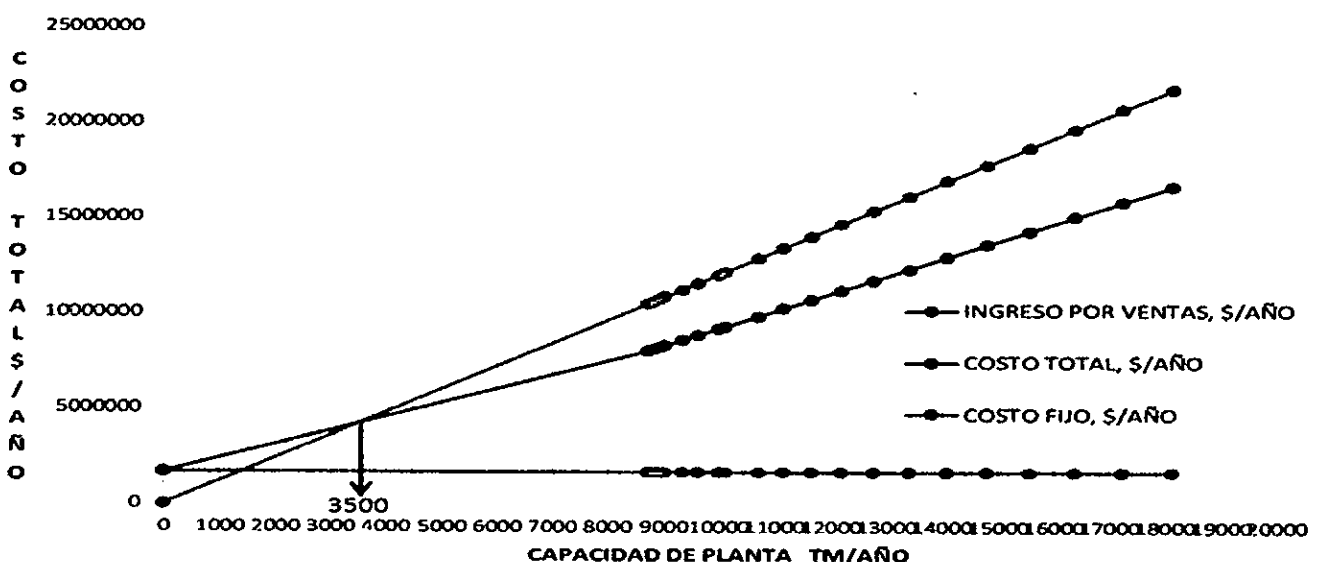
**Tamaño de planta mínimo = 3 500 TM/Año**

**TABLA N° 5.13.**  
**CÁLCULO DE LOS COSTOS TOTALES PARA LA**  
**DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE PLANTA – PUNTO**  
**EQUILIBRIO**

<b>AÑO</b>	<b>DPP (TM/año)</b>	<b>INGRESO POR VENTAS (S/año)</b>	<b>MATERIA PRIMA (TM/año)</b>	<b>COSTO DE MATERIA PRIMA (S/año)</b>	<b>CTP (S/año)</b>	<b>CF (S/año)</b>	<b>CV (S/año)</b>
2016	11 139	13 366 800	11725	4 080 300	10 200 750	1,66 x 10 <sup>6</sup>	8 536 196
2017	11 635	13 962 000	12248	4 262 304	10 655 760	1,66 x 10 <sup>6</sup>	8 955 760
2018	12 175	14 610 000	12816	4 459 968	11 149 920	1,66 x 10 <sup>6</sup>	9 449 920
2019	12 761	15 313 200	13433	4 674 684	11 686 710	1,66 x 10 <sup>6</sup>	9 986 710
2020	13 392	16 070 400	14097	4 905 756	12 264 390	1,66 x 10 <sup>6</sup>	10 564 390
2021	14 067	16 880 400	14808	5 153 184	12 882 960	1,66 x 10 <sup>6</sup>	11 182 960
2022	14 788	17 745 600	15567	5 417 316	13 543 290	1,66 x 10 <sup>6</sup>	11 843 290
2023	15 554	18 664 800	16373	5 697 804	14 244 510	1,66 x 10 <sup>6</sup>	12 544 510
2024	16 364	19 636 800	17226	5 994 648	14 986 620	1,66 x 10 <sup>6</sup>	13 286 620
2025	17 220	20 664 000	18127	6 308 196	15 770 490	1,66 x 10 <sup>6</sup>	14 070 490
2026	18 121	21 745 200	19075	6 638 100	16 595 250	1,66 x 10 <sup>6</sup>	14 895 250

Fuente : Elaboración propia

**GRAFICO N° 5.2**  
**TAMAÑO DE PLANTA – PUNTO DE EQUILIBRIO**



Fuente : Elaboración propia

#### 5.2.4. Selección del tamaño de planta

La determinación del tamaño de planta óptimo incide directamente con la rentabilidad que podría generar su implementación y la decisión que se tome al respecto del tamaño definirá la capacidad de producción del proyecto durante un determinado periodo de funcionamiento.

Los factores que influyen en la determinación de un tamaño óptimo son la demanda, la disponibilidad de materia prima e insumos, la capacidad financiera del inversionista y el crecimiento de la competencia, entre otros.

Se ha analizado estos factores, para determinar el tamaño de planta óptimo, luego de haber determinado los tamaños de planta máximo, intermedio y mínimo, para ello se ha calculado la rentabilidad traducida en utilidades con cada una de estas relaciones de tamaño de plantas utilizando el método de estado de pérdidas y ganancias, con las siguientes ecuaciones [11] :

$$\hat{u} = Q_{opt} (p-v) - C_F \quad (15)$$

$$U_T = I_{INV} + \sum_{t=1}^n \hat{u} \quad (16)$$

El nivel de inversión total para cada uno de los tamaños de plantas se ha calculado con el modelo de escalamiento, para el cual se ha utilizado como referencia la planta Quetzal “Nutrientes purina” de Guatemala, donde se ha invertido 20 millones de dólares para una capacidad de producción de 30 000 TM/año (Fuente : Carguill 2016)

<b>I<sub>1</sub> (\$)</b>	<b>20 000 000</b>
<b>T<sub>1</sub> (TM)</b>	<b>30 000</b>

La ecuación del modelo de escalamiento es como sigue [11] :

$$I_2 = I_1 \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^\alpha \quad (14)$$

Donde :

**I<sub>1</sub>** = Inversión total de la capacidad de planta similar o referencial, \$/año

**I<sub>2</sub>** = Inversión total de la capacidad de planta nueva o proyectada, \$/año

**T<sub>1</sub>** = Tamaño o capacidad instalada de planta similar o referencial, TM/año

**T<sub>2</sub>** = Tamaño o capacidad instalada de planta nueva o proyectada, TM/año

**$\alpha$**  = Factor de volumen o escalamiento

**$\alpha$**  = 0,6 para Industria Química;

**$\alpha$**  = 0,7 para Agroindustria

**$\alpha$**  = 0,8 para Industria Alimentaria

Entonces con la ecuación (14) se ha calculado que:

$$I_2 = 20\,000\,000 \left( \frac{15162}{300175} \right)^{0,7}$$

$$I_2 = 11\,234\,932 \text{ $/año}$$

El resto de los cálculos se muestran en las tablas económicas para el tamaño de planta – máximo, intermedio y mínimo y se ha calculado teniendo en cuenta los datos obtenidos anteriormente, los cuales son mostrados en las tablas N° 5.13, 5.14, 5.15, 5.16.

<b>Precio (\$/kg)</b>	<b>1,2</b>
<b>CVU (\$/Kg)</b>	<b>0,75</b>

**TABLA N° 5.14  
ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS DE TAMAÑO DE PLANTA MÁXIMO**

**TAMAÑO DE PLANTA – MERCADO : 13162 TM/AÑO**

		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión (S/año)	11125803,93	84,63	88,39	92,50	96,95	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Demanda proyectada(TM/año)		11138,62	11634,39	12175,14	12760,88	13391,60	14067,31	14788,00	15553,68	16364,34	17219,98
Cantidad producida(TM/año)		11138,62	11634,39	12175,14	12760,88	13162,00	13162,00	13162,00	13162,00	13162,00	13162,00
Ingreso Ventas(S/año)		13366339,92	13961263,43	14610168,27	15313054,44	15794400,00	15794400,00	15794400,00	15794400,00	15794400,00	15794400,00
CTP(S/año)		11935559,8634	12140973,3245	12362054,0230	12598228,4767	12848933,4174	13113620,3371	13391758,8937	13682839,3181	13986373,9772	14301898,2421
CF(S/año)		2387111,973	2387111,973	2387111,973	2387111,973	2387111,973	2387111,973	2387111,973	2387111,973	2387111,973	2387111,973
CV(S/año)		9548447,891	9753861,352	9974942,05	10211116,5	10461821,44	10726508,36	11004646,92	11295727,35	11599262	11914786,27
CV*(S/año)		857,2382221	838,3649289	819,2876523	800,1891363	794,8504365	814,9603681	836,0923052	858,2075175	881,2689564	905,2413212
Utilidad individual(S/año)	-11125803,9	1430780,057	1820290,105	2248114,246	2714825,962	2945466,583	2680779,663	2402641,106	2111560,682	1808026,023	1492501,758
Utilidad(S/año)		-9695023,872	-7874733,767	-5626619,522	-2911793,56	33673,02312	2714452,686	5117093,792	7228654,474	9036680,497	10529182,25

Fuente : Elaboración propia



**TABLA N° 5.15  
ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS DE TAMAÑO DE PLANTA INTERMEDIO**

**TAMAÑO DE PLANTA – INVERSIÓN : 8103 TM/AÑO**

		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión(S/año)	8000132,95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Demanda proyectada(TM/año)		11138,62	11634,39	12175,14	12760,88	13391,60	14067,31	14788,00	15553,68	16364,34	17219,98
Cantidad producida(TM/año)		8103,000	8103,000	8103,000	8103,000	8103,000	8103,000	8103,000	8103,000	8103,000	8103,000
Ingreso Ventas(S/año)		9723600	9723600	9723600	9723600	9723600	9723600	9723600	9723600	9723600	9723600
CTP(S/año)		12000653,81	12208082,07	12431331,25	12669822,23	12922986,2	13190269,32	13471136	13765071,5	14071583,4	14390202,49
CF(S/año)		2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,76	2400130,761	2400130,76	2400130,76	2400130,76	2400130,761
CV(S/año)		9600523,046	9807951,311	10031200,49	10269691,47	10522855,5	10790138,56	11071005,3	11364940,7	11671452,6	11990071,73
CV <sup>2</sup> (S/año)		1184,81094	1210,409887	1237,961309	1267,393739	1298,63698	1331,622678	1366,28474	1402,55964	1440,3866	1479,707729
Utilidad individual(S/año)	-8000132,95	-2277053,81	-2484482,07	-2707731,25	-2946222,23	-3199386,21	-3466669,32	-3747536,01	-4041471,51	-4347983,4	-4666602,492
Utilidad(S/año)		-10277186,8	-12761668,8	-15469400,1	-18415622,3	-21615008,5	-25081677,8	-28829213,9	-32870685,4	-37218668,8	-41885271,26

Fuente : Elaboración propia

**TABLA N° 5.16  
ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS DE TAMAÑO DE PLANTA INTERMEDIO**

**TAMAÑO DE PLANTA – MATERIA PRIMA : 7982,3 TM/AÑO**

		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión (S/año)	7916527,951	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Demanda proyectada(TM/año)		11138,62	11634,39	12175,14	12760,88	13391,60	14067,31	14788,00	15553,68	16364,34	17219,98
Cantidad producida(TM/año)		7982,3	7982,3	7982,3	7982,3	7982,3	7982,3	7982,3	7982,3	7982,3	7982,3
Ingreso Ventas(S/año)		9578760	9578760	9578760	9578760	9578760	9578760	9578760	9578760	9578760	9578760
CTP(S/año)		12000653,8069	12208082,0726	12431331,2482	12669822,2266	12922986,2147	13190269,3246	13471136,0122	13765071,5083	14071583,3968	14390202,4915
CF(S/año)		2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761
CV(S/año)		9600523,046	9807951,311	10031200,49	10269691,47	10522855,45	10790138,56	11071005,25	11364940,75	11671452,64	11990071,73
CV <sub>2</sub> (S/año)		1202,726413	1228,71244	1256,680466	1286,557943	1318,273612	1351,758085	1386,944271	1423,767679	1462,166623	1502,082323
Utilidad individual(S/año)	-7916527,95	-2421893,807	-2629322,073	-2852571,248	-3091062,227	-3344226,215	-3611509,325	-3892376,012	-4186311,508	-4492823,397	-4811442,492
Utilidad(S/año)		-10338421,76	-12967743,83	-15820315,08	-18911377,31	-22255603,52	-25867112,84	-29759488,86	-33945800,37	-38438623,76	-43250066,25

Fuente : Elaboración propia

**TABLA N° 5.16  
ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS DE TAMAÑO DE PLANTA INTERMEDIO**

**TAMAÑO DE PLANTA – MATERIA PRIMA : 7982,3 TM/AÑO**

		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión (S/año)	7916527,951	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Demanda proyectada(TM/año)		11138,62	11634,39	12175,14	12760,88	13391,60	14067,31	14788,00	15553,68	16364,34	17219,98
Cantidad producida(TM/año)		7982,3	7982,3	7982,3	7982,3	7982,3	7982,3	7982,3	7982,3	7982,3	7982,3
Ingreso Ventas(S/año)		9578760	9578760	9578760	9578760	9578760	9578760	9578760	9578760	9578760	9578760
CTP(S/año)		12000653,8069	12208082,0726	12431331,2482	12669822,2266	12922986,2147	13190269,3246	13471136,0122	13765071,5083	14071583,3968	14390202,4915
CF(S/año)		2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761
CV(S/año)		9600523,046	9807951,311	10031200,49	10269691,47	10522855,45	10790138,56	11071005,25	11364940,75	11671452,64	11990071,73
CV*(S/año)		1202,726413	1228,71244	1256,680466	1286,557943	1318,273612	1351,758085	1386,944271	1423,767679	1462,166623	1502,082323
Utilidad individual(S/año)	-7916527,95	-2421893,807	-2629322,073	-2852571,248	-3091062,227	-3344226,215	-3611509,325	-3892376,012	-4186311,508	-4492823,397	-4811442,492
Utilidad(S/año)		-10338421,76	-12967743,83	-15820315,08	-18911377,31	-22255603,52	-25867112,84	-29759488,86	-33945800,37	-38438623,76	-43250066,25

Fuente : Elaboración propia

**TABLA N° 5.17  
ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS DE TAMAÑO DE PLANTA MÍNIMO**

**TAMAÑO DE PLANTA – PUNTO DE EQUILIBRIO: 3500 TM/AÑO**

		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión (S/año)	4445214,67	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Demanda proyectada(TM/año)		11138,62	11634,39	12175,14	12760,88	13391,60	14067,31	14788,00	15553,68	16364,34	17219,98
Cantidad producida(TM/año)		3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500
Ingreso Ventas(S/año)		4200000,0	4200000,0	4200000,0	4200000,0	4200000,0	4200000,0	4200000,0	4200000,0	4200000,0	4200000,0
CTP(S/año)		12000653,8069	12208082,0726	12431331,2482	12669822,2266	12922986,2147	13190269,3246	13471136,0122	13765071,5083	14071583,3968	14390202,4915
CF(S/año)		2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761	2400130,761
CV(S/año)		9600523,046	9807951,311	10031200,49	10269691,47	10522855,45	10790138,56	11071005,25	11364940,75	11671452,64	11990071,73
CV(S/año)		2743,006584	2802,271803	2866,057282	2934,197562	3006,53013	3082,896732	3163,144357	3247,125928	3334,700753	3425,73478
Utilidad individual(S/año)	-4445214,77	-7800653,807	-8008082,073	-8231331,248	-8469822,227	-8722986,215	-8990269,325	-9271136,012	-9565071,508	-9871583,397	-10190202,49
Utilidad(S/año)		-12245868,57	-20253950,65	-28485281,89	-36955104,12	-45678090,34	-54668359,66	-63939495,67	-73504567,18	-83376150,58	-93566353,07

Fuente : Elaboración propia

Resumiendo las Tablas N°s 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, se ha obtenido las utilidades (rentabilidad) que proporciona cada una de los tamaños de planta analizada, el cual se muestra en la Tabla N° 5.18

**TABLA N° 5.18.  
UTILIDADES Y TAMAÑOS DE PLANTAS**

	<b>TAMAÑO DE PLANTA TM/AÑO</b>	<b>UTILIDADES S/AÑO</b>
<b>Tamaño de planta Máximo</b>	13 162	10 529 183
<b>Tamaño de planta Intermedio :</b>		
<b>Tamaño de planta – Inversión</b>	8103	- 43 250 066
<b>Tamaño de planta – Materia prima</b>	7 982,3	- 45 334 413
<b>Tamaño de planta Mínimo</b>	3 500	- 93 566 357

Fuente : Elaboración propia

De la Tabla N° 5.18, se concluye que el tamaño de planta óptimo es de una capacidad de 13 162 TM/año de alimento balanceado para aves, porcino y vacuno, debido a que presenta una mayor rentabilidad (utilidad)

### **5.3 Ingeniería de proceso**

#### **5.3.1. Desarrollo del proceso**

**a) Diseño del producto-** Los alimentos balanceados son una mezcla uniforme y homogénea de ciertas materias primas y/o insumos, debidamente balanceada de acuerdo a ciertas normas de calidad, en el que la proporción de los insumos deben ser ricos en energía y pobres en fibra, las que varían según la edad y el crecimiento relativo o peso de los animales.

El INTINTEC norma los productos estableciendo los máximos y mínimos de humedad, proteínas, grasas, fibra, cenizas, calcio y fósforo para cada uno

de las líneas de alimentos balanceados, las cuales podemos observar en los siguientes cuadros :

**TABLA N° 5.19**  
**REQUERIMIENTO DE LOS ALIMENTOS BALANCEADOS PARA**  
**POLLOS DE CARNE**

REQUERIMIENTO (%)	PRE - INICIO (0 - 5 días)	INICIO (6 - 35 días)	ACABADO (36 días - venta)
Humedad Máxima	13	13	13
Proteína mínima	21	21	18
Grasa Mínima	3	3	3
Fibra Mínima	5	5	5
Ceniza Máxima	9	9	9
Calcio Mínimo	0,85	0,85	0,85
Fósforo Mínimo	0,70	0,70	0,65

Fuente : Datos de INTINTEC ahora INDECOPI

**TABLA N° 5.20**  
**REQUERIMIENTO DE LOS ALIMENTOS BALANCEADOS PARA**  
**GALLINAS PONEDORAS**

REQUERIMIENTO (%)	PRE - INICIO (0 - 5 días)	INICIO (6 - 56 días)	CRECIMIENTO (9 - 14 semanas)	DESARROLLO (15 - 22 semanas)	POSTURA (23 semanas - fin de postura)
Humedad Máxima	13	13	13	13	13
Proteína Mínima	21	18	15	14	15
Grasa Mínima	3	2,50	2	2	2
Fibra Mínima	5	6	6	8	6
Ceniza Mínima	9	9	9	9	12
Calcio Mínimo	1	0,86	0,86	1	3,70
Fósforo Mínimo	0,40	0,60	0,60	0,60	0,70

Fuente : Datos de INTINTEC ahora INDECOPI

**TABLA N° 5.21**  
**REQUERIMIENTO DE LOS ALIMENTOS BALANCEADOS PARA**  
**GALLINAS REPRODUCTORAS**

<b>REQUERIMIENTO (%)</b>	<b>PRE - INICIO (0 - 5 días)</b>	<b>INICIO (6 - 56 días)</b>	<b>CRECIMIENTO (8 - 22 semanas)</b>	<b>REPRODUCCIÓN (23 semanas fin de postura)</b>
Humedad Máxima	13	13	13	13
Proteína Mínima	21	18	14	15
Grasa Mínima	3	2,50	2	3
Fibra Máxima	5	6	8	6
Ceniza Máxima	9	9	9	12
Calcio Mínimo	1	0,86	1	3,70
Fósforo Mínimo	0,60	0,60	0,60	0,70

Fuente : Datos de INTINTEC ahora INDECOPI

**TABLA N° 5.22**  
**REQUERIMIENTO DE LOS ALIMENTOS BALANCEADOS PARA**  
**PORCINOS**

<b>REQUERIMIENTO (%)</b>	<b>PRE - INICIO (nace - 10 Kg)</b>	<b>INICIO (1 - 25 Kg)</b>	<b>CRECIMIENTO (25 - 50 Kg)</b>	<b>ACABADO (50 Kg - venta)</b>	<b>REPRODUCTORES (Para Marranos y Verracos)</b>
Humedad Máxima	14	14	14	14	14
Proteína Mínima	22	18	16	13	17
Grasa Mínima	2	2	2	2	2
Fibra Máxima	4	6	8	8	10
Ceniza Máxima	8	8	8	8	8
Calcio Mínimo	0,80	0,80	0,70	0,60	0,70
Fósforo Mínimo	0,60	0,50	0,50	0,50	0,50

Fuente : Datos de INTINTEC ahora INDECOPI

**TABLA N° 5.23**  
**REQUERIMIENTO DE LOS ALIMENTOS BALANCEADOS PARA**  
**VACUNOS DE LECHE**

<b>REQUERIMIENTO (%)</b>	<b>INICIO</b>	<b>CRECIMIENTO</b>	<b>PRODUCCIÓN</b>
Humedad Máxima	14	14	14
Proteína Mínima	18	16	15
Grasa Mínima	2	3	3
Fibra Máxima	10	15	20
Ceniza Máxima	8	8	10
Calcio Mínimo	0,90	0,70	0,70
Fósforo Mínimo	0,60	0,50	0,60

INICIO : 4<sup>to</sup> día de nacido – 4 meses de edad.

CRECIMIENTO : 4 meses de edad – el primer parto

PRODUCCIÓN : después del primer parto.

Fuente : Datos del INTINTEC ahora INDECOPI

**TABLA N° 5.24**  
**REQUERIMIENTO DE LOS ALIMENTOS BALANCEADOS PARA**  
**VACUNOS DE CARNE**

<b>REQUERIMIENTO (%)</b>	<b>PESO VIVO EN Kg</b>		
	<b>50 – 100</b>	<b>101 – 250</b>	<b>251 al mercado</b>
Humedad Máxima	14	14	14
Proteína Mínimo	16	12	10
Grasa Mínima	3	2	2
Fibra Máxima	8	15 – 20	15 – 20
Ceniza Máxima	8	8	10
Calcio Mínimo	0,60	0,50	0,50
Fósforo Total Mínimo	0,42	0,35	0,30
NDT Mínimo	80	65	65

Fuente : Datos del INTINTEC ahora INDECOPI

Por tanto la elaboración de estos productos radica en lograr una mezcla óptima de las materias primas y/o insumos que cumplan con los requerimientos de calidad normados para dichos alimentos, con el que se logra un rápido crecimiento y producción en el menor tiempo.

El alimento balanceado en el mercado se presenta de 3 formas: en polvo, granulado y en pellets. El uso del producto en cualquiera de estas formas



depende de la línea de producción y el tipo de ración, pero, se presentan generalmente en forma de pellets o comprimido, debido a su facilidad de manejo y a una mejor aceptación por parte del animal.

**b) Análisis de materias primas e insumos utilizados en los alimentos balanceados.**

Las materias primas y/o insumos utilizados en la elaboración de alimentos balanceados, contienen nutrientes básicos como: Hidratos de Carbono, Proteínas, Minerales, etc., que utilizados adecuadamente han de cubrir los requerimientos de la especie animal. Entre ellos tenemos :

**1) Alimentos ricos en hidratos de carbono.-** Los más importantes para la alimentación animal son los granos de cereales y la melaza de la caña.

**CUADRO N° 5.24  
ALIMENTOS RICOS EN HIDRATOS DE CARBONO**

maíz y sus subproductos	<b>MAÍZ AMARILLO :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un cereal rico en calorías.</li> <li>• Pobre en proteínas y vitaminas.</li> <li>• Contiene Xantofilas : Compuesto, que contribuye notablemente a la pigmentación amarilla de los tarsos, picos y piel de pollos de carne y las yemas de los huevos de las aves de postura.</li> <li>• El aporte de energía metabolizable es 3430 kcal/Kg</li> <li>• Su participación en el alimento es de 60% – 65%</li> </ul>
sorgo granifero	<b>SORGO GRANIFERO :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El aporte de energía metabolizable es 3250 kcal/Kg</li> <li>• Producto de mayor contenido de proteínas que el maíz.</li> <li>• Su aporte energético es menor.</li> <li>• Carece de Xantófilas.</li> <li>• Usada en la alimentación de todos los animales sin ninguna restricción fisiológica.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su participación en el alimento es de 60% – 65%</li> </ul>
Trigo y sus subproductos	SUBPRODUCTOS DEL TRIGO : Afrecho, el Afrechillo y el Moyuelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con respecto al maíz, tienen un menor contenido de energía metabolizante.</li> <li>• Mayor contenido de fibra que el maíz.</li> <li>• Mayor contenido de grasa que el maíz.</li> <li>• Mayor contenido de proteína que el maíz y el sorgo.</li> <li>• Rico en fósforo, importante, especialmente en alimentación de rumiantes.</li> <li>• Carecen de Xantofilas.</li> <li>• Utilizado en la alimentación de todos los animales.</li> </ul>
Subproductos del arroz.	POLVILLO DE ARROZ :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El contenido de fósforo es importante especialmente para rumiantes.</li> <li>• Posee un alto contenido graso.</li> <li>• Usado en la alimentación de todos los animales especialmente aves, cerdos y rumiantes.</li> <li>• Por su contenido graso, el exceso puede producir diarreas en los animales.</li> </ul>
Melaza de caña de azúcar	MELAZA DE CAÑA DE AZÚCAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Líquido viscoso de elevado peso específico.</li> <li>• Contiene de – 50% – 58% de azúcares altamente digestibles y apetecibles.</li> <li>• El aporte energético es de 1960 cal/Kg</li> <li>• Por su sabor dulce facilita una mayor utilización de subproductos fibrosos como el cogollo, paja de cereales, etc., o de productos nitrogenados de mal sabor como la urea.</li> <li>• Por su contenido laxante debe ser administrada en cantidades apropiadas.</li> <li>• Contiene 40% de sacarosa y 12% a 35% de azúcares reductoras.</li> <li>• El aporte de energía metabolizante es 1960 kcal/Kg</li> </ul>
Grasa de pescado	ANCHOVETA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El aporte de energía metabolizante es de 8550 kcal/Kg, en el aceite.</li> <li>• 8250 kcal/Kg para la grasa.</li> </ul>

Fuente : Elaboración propia con datos de [18] y [21]

## 2) Alimentos ricos en minerales

**CUADRO N° 5.25  
ALIMENTOS RICOS EN MINERALES**

SAL COMÚN	SAL COMÚN	PRINCIPAL FUENTE DE CLORO Y YODO
Conchuela, caliza	CONCHUELA :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente fuente de calcio (33%)</li> </ul>
Molida y el carbonato de calcio.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aporta Yodo.</li> <li>• Alimento barato, que se encuentra en la costa marítima.</li> </ul>
Harina de huesos.	HARINA DE HUESOS :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principal fuente abastecedora de Fósforo (13%)</li> <li>• Obtenida por calcinación de huesos en hornos o fosas de tierra, que luego se muelen y se mezcla con las otras materias primas.</li> </ul>
Fosfato dicálcico		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principal fuente de fósforo de recursos mineral.</li> </ul>

Fuente : Elaboración propia con datos [18] y [21]

## 3) Alimentos proteicos

**CUADRO N° 5.26  
ALIMENTOS PROTEICOS**

Harina de pescado	HARINA DE PESCADO :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteína de 64% – 68%</li> <li>• Fuente principal de proteína de origen animal, cuyo aporte superar a la soya y otros oleaginosos.</li> <li>• Alto contenido de Lisina y Metionina, que son aminoácidos limitantes en el balance del alimento balanceado.</li> <li>• Su valor energético ha sido mejorado por el uso de antioxidantes.</li> </ul>
Harina de soya	HARINA DE SOYA :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subproducto obtenido de la extracción de aceite de frijol de soya.</li> <li>• Ingrediente proteico (41% – 50%)</li> <li>• Rico en Lisina y es una fuente vegetal.</li> <li>• Usado de preferencia en animales monogástricos, especialmente las aves.</li> <li>• Si la disponibilidad y la economía lo permite, puede ser usada en los alimentos de terneros y vacas en producción.</li> </ul>
Concentrado proteico	CONCENTRADO PROTEICO :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una fuente de proteína de origen animal obtenida luego de eliminar la grasa de la harina de pescado.</li> </ul>

Algodón	PASTA DE ALGODÓN :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiente en Lisina, Metionina y Leusina.</li> <li>• Su aporte energético es de 2000 kcal/Kg, debido a su alto contenido de fibra (8% – 13%)</li> </ul>
Harina de alfalfa deshidratada	HARINA DE ALFALFA DESHIDRATADA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insumo obtenido por deshidratación y molienda de la alfalfa fresca.</li> <li>• Es rica en calcio.</li> <li>• Contenido de 14% – 20%</li> <li>• Aporte energético es bajo debido a su alto contenido en fibra.</li> <li>• Contiene Xantófilas en cantidades mayores que el maíz.</li> </ul>
Forraje	DE MAÍZ :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con un contenido de proteínas de 26% – 0%</li> <li>• Alto nivel de fibra.</li> </ul>

**Fuente :** Elaboración propia con datos [18] y [21]

- 4) **Aditivos y complementos.**- El alimento balanceado además de los insumos mayores (grano de maíz, harinas de pescado, melazas, productos de cebada, etc.), requiere una pequeña cantidad de ingredientes menores o aditivos (Vitaminas, Minerales, Fosfatos, Carbonatos, Ácidos Cítricos, Sales, etc.) indispensables para la vida o producción e cada especie.

A las mezclas alimentarias balanceadas que se obtengan, será necesario adheridas Carbohidratos, Grasas, Aminoácidos, Vitaminas, Minerales, etc., a fin de obtener un mejor rendimiento.

Existen otras materias primas y/o insumos que son adicionados a la mezcla alimenticia, para un mejor rendimiento de la misma; tenemos entre ellos a las vitaminas y los antibióticos.

#### 4.1. Aditivos nutricionales

Se consideran los aminoácidos sintéticos, las vitaminas y los minerales de trazas los cuales se muestran en el Cuadro N° 5.27.

**CUADRO N° 5.27  
ADITIVOS NUTRICIONALES**

<p><b>AMINOÁCIDOS SINTÉTICOS</b></p>	<p>Aditivos que satisfacen las necesidades de ciertos aminoácidos esenciales de los animales, especialmente de las aves y cerdos (Metionina y Lisina)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aditivos de Metionina, en el mercado tenemos: La DL-Metionina y la Sal de Calcio de Hidroxianólogo de Metionina.</li> </ul>
<p><b>VITAMINAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compuestos orgánicos requeridos en cantidades muy pequeñas para el mantenimiento, reproducción y lactación de los animales.</li> <li>• Estos sirven como parte del sistema enzimático, los que catalizan reacciones bioquímica específica en las diferentes células del organismo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proviene de los animales naturales suministrados: VITAMINAS LIPOSOLUBLES</li> <li>• A : para animales monogástricos y ruminantes. Conocido como retinol, biosterol, axcrofial.</li> <li>• D : para proteger del raquitismo a los animales.</li> <li>• Las más importantes son la D2 y D3 (calciferol)</li> <li>• E : conocido como alfatocoferol.</li> <li>• K : tenemos, K1 o filoquinona, la K2 o menaquinona (producido por la flora bacteriana de los animales) y la menodiona o K3.</li> <li>VITAMINAS HIDROSOLUBLES</li> <li>• B1 : Hidrocloro de Tiamina, para metabolismo de todos los animales.</li> <li>• B2 : Riboflavina, ayuda al metabolismo, crecimiento normal de los tejidos y desarrollo normal de embrión.</li> <li>• B6 : Clorhidrato de Pridoxina, para metabolismo de los animales.</li> <li>• B12 : Cianocobalamina, es esencial para la síntesis nucleicos y en el metabolismo de la Metionina y de la Colina.</li> </ul>
<p><b>MINERALES DE RAZA :</b></p>	<p>Sirven como catalizadores cofactores en el metabolismo, forma parte de enzimas o vitaminas, activadores del sistema enzimático hormonal, etc.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los principales son: cobre, hierro, manganeso, zinc, yodo y cobalto, selenio.</li> </ul>

Fuente : Elaboración propia con datos [18] y [21]

## 4.2. Aditivos no nutricionales

**CUADRO N° 5.28  
ADITIVOS NO NUTRICIONALES**

<b>ANTIBIÓTICOS :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compuesto químicos producidos biológicamente por ciertas plantas o microorganismos, generalmente hongos y que tienen propiedad bactericida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entre los antibióticos más usados se tienen: La Bacitracina.</li> <li>• Oxitetraciclina, Tetraciclina,, Estreptomina, etc.</li> </ul>
<b>COCCIDIOSTATICOS :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son drogas que se agregan a los alimentos de las aves, con el fin de protegerlos de mortalidad y morbilidad debido a la coccidiosis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coccidiostáticos más usados : Sulfaquinoxalina, Nicarbacina, Aklodina, etc.</li> </ul>
<b>ANTIOXIDANTES :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son compuestos que se adicionan a las mezclas alimenticias con el objeto de retardar los procesos de auto - oxidación de las grasas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entre los principales antioxidantes que se utilizan tenemos : Etoxiquin, BHT (Butilhidroxitolueno), BHA (Butilhidroxianisol), etc.</li> </ul>

Fuente : Elaboración propia con datos de [18] y [21]

Los antibióticos, los arsenicales y nitroferanos, forman un grupo de aditivos que estimulan el crecimiento de los animales.

- a) **Análisis y selección de tecnologías.-** Actualmente, la fabricación de alimentos balanceados emplea equipos mecánicos de alta tecnología como mezcladores Premix, Peletizadoras y equipos de mezclado de alta eficiencia. Por tanto la selección de la tecnología depende de la eficiencia y del costo de los equipos más no de la variedad de procesos; además en la preparación de alimentos de este sector cuenta con una sola línea de proceso de operaciones básicas, en donde las computadoras juegan un rol importante para los cálculos bastante laboriosos en la composición de las mezclas y el control automático

de las variables del proceso con el que se logra un menor costo, alta eficiencia y productividad excelente.

## **b) Descripción de la tecnología seleccionada**

### **1) Recepción y almacenamiento de la materia prima y/o insumos :**

Esta sección comprende la recepción de las materias primas y/o insumos, así como también de los materiales como bolsas vacías, hilos, etc., para ser destinados al proceso o ser almacenados.

El tanque de almacenamiento de la materia prima debe tener una temperatura de 18°C – 20°C, bien ventilados, evitando la humedad y los insumos deben apilarse de tal manera que no tenga contacto con el suelo mediante el uso de parihuelas.

En esta sección se realiza los siguientes controles :

- Comprobación de que la materia prima sea la solicitada.
- Pesaje de la materia prima en balanza en plataforma. Los insumos menores en balanzas pequeñas.
- Inspección de la calidad de la materia prima, verificando sus características organolépticas y analíticas a fin de determinar si cumplen o no con los estándares permisibles de calidad.

De esta sección las materias primas mayores son cargadas a la tolva de alimentación del transportador tornillo sin fin horizontal, el cual transporta hacia el molino de martillos en cuya entrada hay un imán gigante para evitar que pequeñas piezas de fierro entren al molino; mientras que los insumos menores (ya molidos de granulometría adecuada) son directamente transportados, mediante un cangilón, a las tolvas de almacenamiento ubicada en el segundo nivel.

**2) Molienda.-** La molienda se realiza para optimizar la mezcla y ampliar la superficie disponible para los procesos digestivos del animal.

En esta sección el contenido de humedad determina la capacidad; lo que resulta antieconómico, moler granos con humedad superior al 12% – 14%, además, se debe tener en cuenta que cuanto más fina es la molienda, es menor la capacidad de producción, siendo los granos con mayor contenido de almidón más fáciles de moler como la avena, sorgo y maíz.

Los finos del producto molido está relacionado en forma proporcional con el espacio entre la punta del martillo y la rejilla, esta distancia varía desde 1/8” a 3/4” dependiendo del material a moler. La eficiencia mayor se obtiene con molinos donde el martillo tiene 3 mm de ancho, el número ideal de martillos es 15 cada 100 mm de rotor.

Esta sección depende principalmente de :

- Velocidad del molino (RPM)
- Contenido de humedad del grano.
- Área de la rejilla.

Después que el grano ha sido molido, es transportado por un elevador de cangilones que es preferible porque disminuye los costos de operación, mantenimiento y desperdicios en comparación al transporte con ventilador. El transporte es gasta las tolvas de almacenamiento ubicadas en la parte superior del mezclador y de allí a la tolva balanza para pesar los ingredientes que luego serán mezclados en el mezclador.



**3) Mezclado.-** El mezclado se va realizar en una mezcladora horizontal, siendo el mezclado óptimo durante 6 minutos como mínimo y 10 minutos como máximo.

La mezcladora horizontal, que mezcla en forma intermitente, posee aletas izquierdas y derechas que llevan el material de un extremo a otro a la vez que los ingredientes se van homogenizando, el equipo está provisto de unas compuertas al fondo para ayudar a una descarga más rápida a la vez que remueve el material depositado allí.

**c) Peletizado.-** Se define como la aglomeración de ingredientes individuales o mezclas, mediante la compactación, el cual se realiza en una peletizadora mediante el paso de los ingredientes a través de aberturas en el dado o matriz. En esta operación se extrudan los productos mezclados añadiéndoles vapor de agua, melaza y acondicionador o aglutinante.

El material cortado en el tamaño requerido, el que depende de la velocidad que se e de al rotor, se llama PELLET, CHECKER o CUBOS los que se tienen que secar, enfriar y luego seleccionar el tamaño requerido para la venta.

La operación de peletizado es importante al igual que una buena mezcla porque mediante presión se estructuran para obtener dureza y resistencia al ser retirado del calor y la humedad manteniendo o aumentando su valor alimenticio.

Casi todos los granjeros están de acuerdo en que los animales rinden más, alimentados con gránulos que con harinas; y las razones son :

- El calor hace que los almidones sean más digeribles.
- El peletizado pone a los alimentos en una forma más concentrada.

- El peletizado reduce el desperdicio en el proceso de alimentación.
- Los animales demuestran mejor palatabilidad con el pellet que con las harinas. En estudios se ha comprobado que la ganancia de peso por día es mayor en los animales alimentados con pellets.
- Cuanto más fina sea a molienda (1/8") mejor será la calidad de los pellets.

Las fórmulas se clasifican en 6 categorías con fines de peletizado y para cada uno hay diferentes restricciones en cuanto a temperatura, humedad y presión :

- Alimentos sensibles al calor, leche deshidratada, suero y azúcar, temperatura máxima 60°C, vapor a baja presión para evitar la caramelización.
- Alimentos con urea, temperatura máxima 65°C y se le debe añadir muy poco vapor o nada.
- Alimentos con melaza, la cantidad de vapor es directamente proporcional al porcentaje de melaza, porque esta tienen un 25% de agua, para no mojar la mezcla en exceso y provoco del dado atascamiento.
- Alimentos con alta proteína natural, son suplementos, concentrados y alimentos para vacas y terrenos. Aquí se usa vapor a alta presión y el calor es más importante que la humedad.
- Alimentos altos en grano; son los que tienen mayor cantidad de almidón, se usa mayormente en aves de corral. Se requieren de altas temperaturas, alta humedad y vapor a baja presión para gelatinizar los

almidones del grano y este a su vez actuará como un ligamento para producir pellets duros.

- Alimentos completos para ganado lechero; estos normalmente tienen 12% – 18% de proteínas con alto porcentaje de ingredientes esponjosos o forrajes y bajo contenido de almidón, estos tipos de ingredientes no captan fácilmente la humedad, por lo que la presión de vapor deberá ser baja para mantener la temperatura menor a 60°C y el nivel máximo de humedad de 12% – 13% si se exceden niveles el pellets se expande y se agrieta después de salir del dado. Normalmente la peletizadora usa :

50 Lb/pulg<sup>2</sup> de presión.

80°C – 90°C de temperatura.

- d) Sala de pre – enfriado.-** Los pellets normalmente fluyen por gravedad a un aparato para enfriar y secar a los pellets. Los pellets saldrán de la peletizadora a humedades tan altas como 17% – 18% y temperaturas de 85°C – 90°C y para su almacenamiento y manejo adecuado de pellets, su contenido de humedad deberá ser reducido a 10% o 12% y con una temperatura alrededor de 4°C sobre la temperatura ambiente.

Existen dos clases de enfriadores : verticales y horizontales. Este último consta de una cama para pellets sobre una banda en movimiento que moverá y descargará automáticamente los pellets, a la vez que provee la acción positiva del flujo que se necesita cuando se procesan pellets que por alguna razón están propensos a pegarse unos a otros.

Las principales partes son :

- Aparato alimentador oscilante.

- Banda transportadora del producto.
  - Cámara de aire.
  - Aberturas para aire.
  - Banda de enfriamiento.
- e) **Zaranda o tamiz.-** El producto peletizado seco pasa a una zaranda vibradora, esta se emplea para separar las partículas fuera del tamaño correcto. El producto fuera de tamaño y el polvo proveniente de la zaranda vuelve a la peletizadora a través de un recuperador de polvos.
- f) **Operación de empaque.-** Es la última operación a realizarse en la planta procesadora de alimentos balanceados, luego de que los pellets han pasado por una zaranda o tamiz, la cual termina en unos 50 Kg Luego especie de bandeja por donde va cayendo los pellets directamente a la bolsa o costalillos (se usa generalmente bolsas de polipropileno de 50 Kg) los que se encuentran sobre una balanza calibrada luego la bolsa se cose (máquina cosedora portátil en el caso de UNA La Molina) y puede pasar al camión o a la bodega de producto terminado.

El empaque no se realiza sólo con el alimento peletizado sino también para alimentos en polvo, los que pasan directamente de la mezcladora a una tolva de almacenamiento y luego al empaque.

El producto empacado se identificará mediante una etiqueta o rótulo, el cual deberá contar con los siguientes datos :

- Nombre del producto.
- Dosis de uso.
- Composición y formulación.
- Fecha de elaboración.

- Fecha de expiración
  - Peso neto.
- g) **Balance de materia.**- Teniendo en cuenta que el tamaño de planta óptimo es de 13 162 TM/año de alimento balanceado y se ha planeado que la planta va operar durante los 360 días del año, en dos turnos al día, es decir de 16 horas al día. Por lo tanto, la capacidad de producción diaria es :

$$13162 \frac{\text{TM}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ año}}{360 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{16 \text{ horas}} = 2,285 \frac{\text{TM}}{\text{h}}$$

Para 2 285 TM/hr de producción de alimentos balanceados para aves, porcinos y vacunos en forma independiente y usando los mismos equipos, se ha calculado la materia prima en forma individual para aves, porcinos, y vacunos teniendo en cuenta la formulación de alimentos balanceados para cada uno de ellos, tal como se muestra en las tablas N<sup>o</sup>s. 5.30, 5.31, y 5.32.

**TABLA N<sup>o</sup> 5.25**  
**REQUERIMIENTO DE MATERIA PRIMA EN EL ALIMENTO**  
**BALACEADO PARA GANADO PORCINO**

INSUMO	COMPOSICIÓN (%)	BASE : 2285 Kg/hr	BASE : 381 Kg/lote
Maíz (hidratos de carbono)	77,25	1765,20	294,32
Torta de Soya (proteína)	20,00	457,00	76,2
Fosfato	1,25	28,56	34,76
Carbonato de calcio	0,75	17,14	2,86
Sal	0,30	6,86	1,14
Premix vitaminas	0,25	5,72	0,953
Premix minerales	0,20	4,57	0,762

Fuente : Elaboración propia con datos de [18] y [21]

**TABLA N° 5.26**  
**REQUERIMIENTO DE MATERIA PRIMA EN EL ALIMENTO**  
**BALACEADO PARA GALLINAS PONEDORAS**

<b>INSUMO</b>	<b>COMPOSICIÓN (%)</b>	<b>BASE: 2285 Kg/hr</b>	<b>BASE: 381 Kg/lote</b>
<b>Hidratos de carbono :</b>			
Maíz	30	685,5	114,3
Sorgo	25	571,25	95,25
Polvillo de arroz	15	342,75	57,15
Arroz en grano	2,8	63,98	10,67
Afrecho	3,7	84,55	14,1
Melaza	1	22,85	3,81
<b>Proteínas :</b>			
Torta de Soya	7	159,95	26,67
Harina de pescado	7	159,95	26,67
Pre-mezcla*	8,5	194,23	32,39

\* Pre – mezcla (Ingredientes menores: vitaminas, minerales, aditivos y otros)

Fuente : Elaboración propia con datos de INDECOPI

**TABLA N° 5.27**  
**REQUERIMIENTO DE MATERIA PRIMA EN EL ALIMENTO**  
**BALACEADO PARA GANADO VACUNO**

<b>INSUMO</b>	<b>COMPOSICIÓN (%)</b>	<b>BASE : 2285 Kg/hr</b>	<b>BASE : 381 Kg/lote</b>
Cascara de algodón	21	479,85	80,01
Coronta Molina	24,4	557,54	92,96
Melaza de caña	24,4	557,54	92,96
Harina de pescado 2 <sup>da</sup>	12,9	294,77	49,15
Pasta de algodón	12,9	294,77	49,15
Sal común	1,00	22,85	3,81
Accite de pescado	3,4	77,69	12,954

Fuente : Elaboración propia con datos de [2]

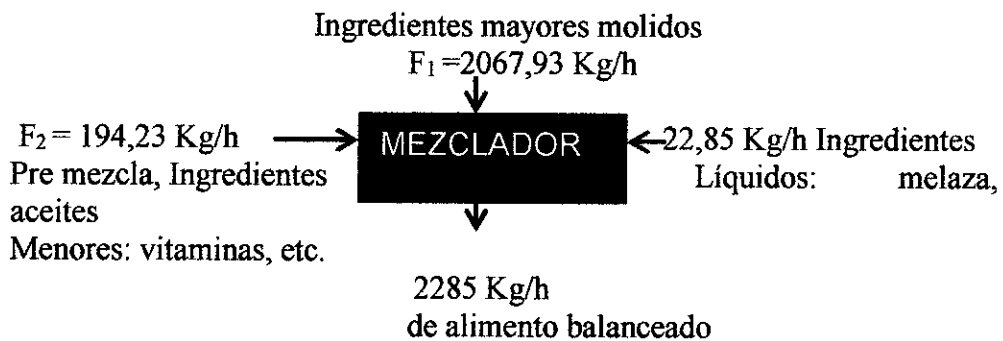
Estas formulaciones pueden hacerse mediante pruebas en laboratorio de tal manera que cumpla con los requerimientos de calidad emitidos en la actualidad por INDECOPI. En el laboratorio se deben de determinar la composición de nutrientes de cada materia prima y luego con la ayuda de computadora se puede hacer las formulaciones que cumplan con las normas.

El balance de materia para la presente tesis se ha determinado considerando los datos de la Tabla N° 5.26 teniendo en cuenta que para la producción de alimentos balanceados para gallinas ponedoras usan más equipos que para porcinos y vacunos, el cual se presente a continuación.

### BALANCE EN EL MEZCLADOR :

Considerando que el tiempo de mezclado máximo es de 10 minutos [21], por lo que en una hora se realiza 6 lotes o batch, entonces :

$$2285 \text{ Kg/h} \times 1 \text{ h} / 6 \text{ lotes} = 381 \text{ Kg /lote}$$

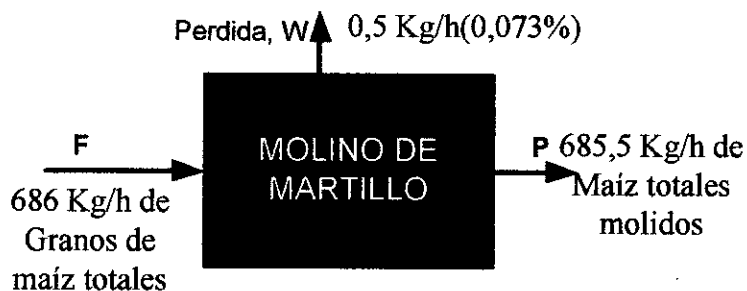


Balance global:

$$F_1 + F_2 + F_3 = P$$

$$2067,93 \text{ Kg/h} + 194,23 \text{ Kg/h} + 22,85 \text{ Kg/h} = 2285 \text{ Kg/h}$$

### BALANCE EN EL MOLINO



Balance global:

$$F = W + P$$

$$686 \text{ Kg/h} = 0,5 \text{ Kg/h} + 685,5 \text{ Kg/h}$$

## BALANCE EN LA TOLVA DE BALANZA

Balance global :

$$F_1 + F_2 = P_1$$

$F_1 = 685,5$  Kg/h de maíz molido proveniente de la tolva dosificadora

$F_2 = 1382,43$  Kg/h de ingredientes intermedios

$P_1 = 2067,93$  Kg/h de mezcla de maíz molido con ingredientes intermedios

**TABLA N° 5.28**  
**INGREDIENTES INTERMEDIOS**

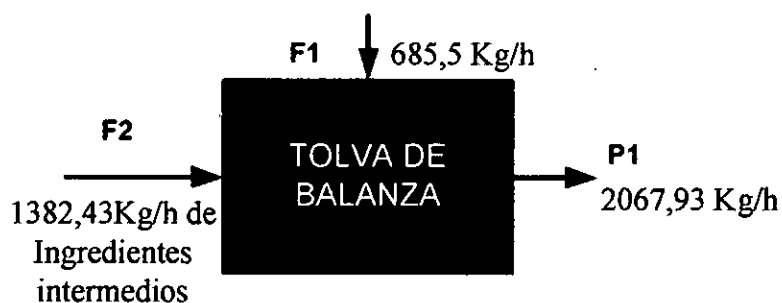
INSUMO	CANTIDAD Kg/h
Hidratos de carbono*	
Sorgo	571,25
Soya	159,95
Polvillo de arroz	342,75
Arroz en grano	63,98
Afrecho	84,55
Proteínas:	
Harina de pescado	159,95
Total	1382,43

\* Pre-mezcla (Ingredientes intermedios)

Fuente : Elaboración propia con datos de INDECOPI

Por lo que :

$$685,5 \text{ Kg/h} + 1382,43 \text{ Kg/h} = 2067,93 \text{ Kg/h}$$





## BALANCE EN EL ENFRIADOR

El alimento balanceado peletizado se enfría para el empaqueo final, entonces de acuerdo al funcionamiento del equipo tenemos :

$$2285 \text{ Kg/h} \times 1 \text{ h} / 60 \text{ min} = 38,1 \text{ Kg/min}$$

Balance global

$$F = S + P$$

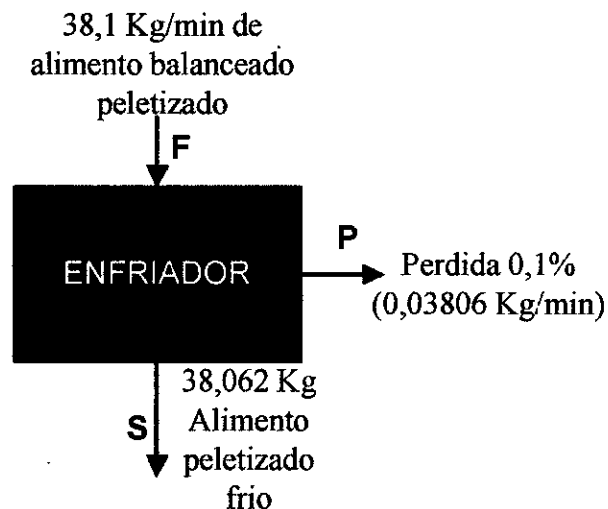
Balance de componente

$$38,1 \text{ Kg/min} = S + 0,1\% F$$

$$S = 38,1 \text{ Kg/min} - 0,1\% (38,1)$$

$$S = 38,062 \text{ Kg/min}$$

$$P = 0,0381 \text{ Kg/min}$$



#### **5.3.1.1. Diagrama de bloques**

De la predicción del proceso industrial diseñado se ha elaborado el diagrama de bloques que incluye el balance de materia para este proceso unitario, el cual se muestra en el **Diagrama N° 5.1.**

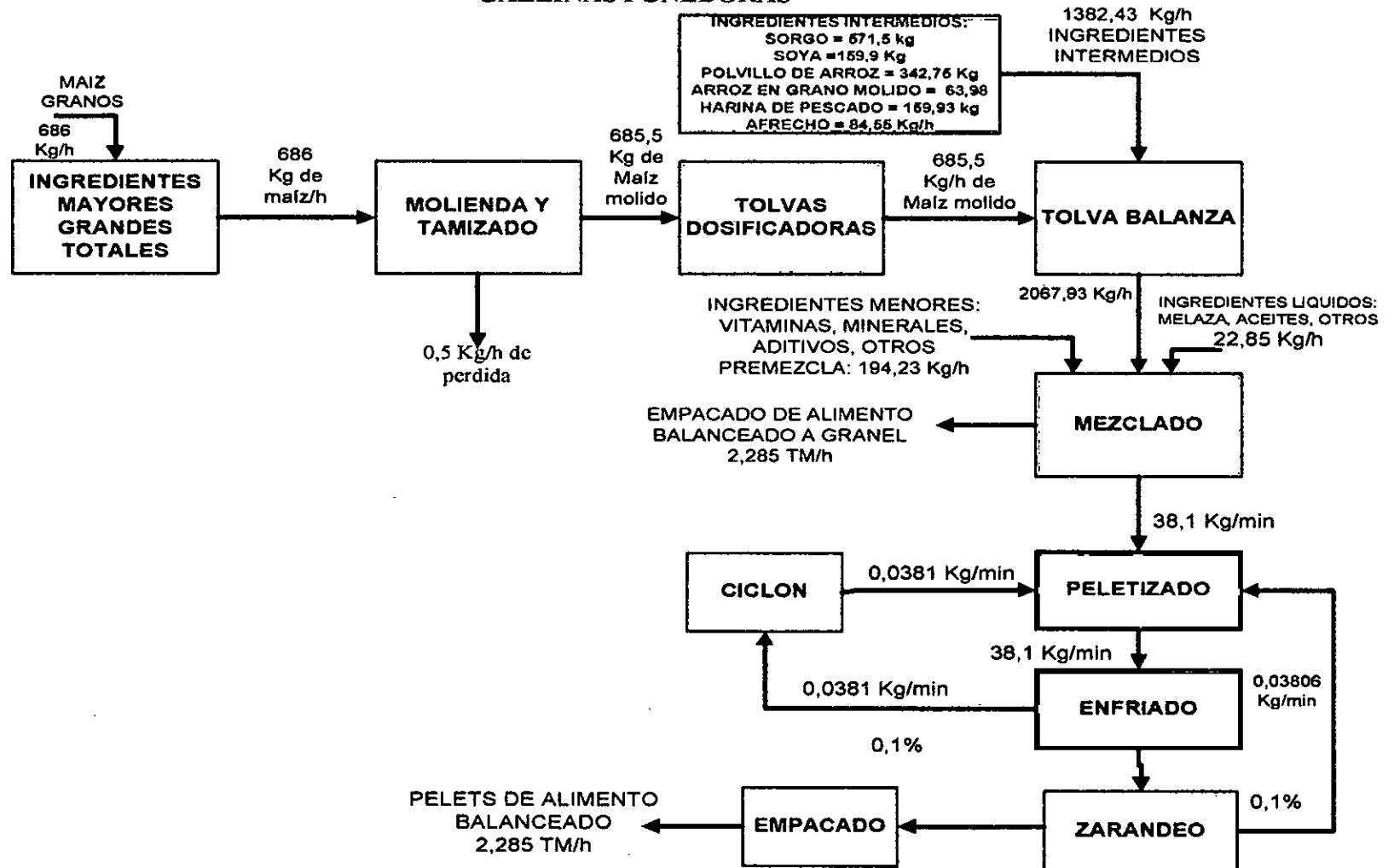
#### **5.3.1.2. Diagrama de flujo codificado**

Se describe la secuencia del proceso para la producción de alimento balanceado para gallinas ponedoras mediante los esquemas funcionales con sus respectivas codificaciones. **Ver diagrama N° 5.2.**

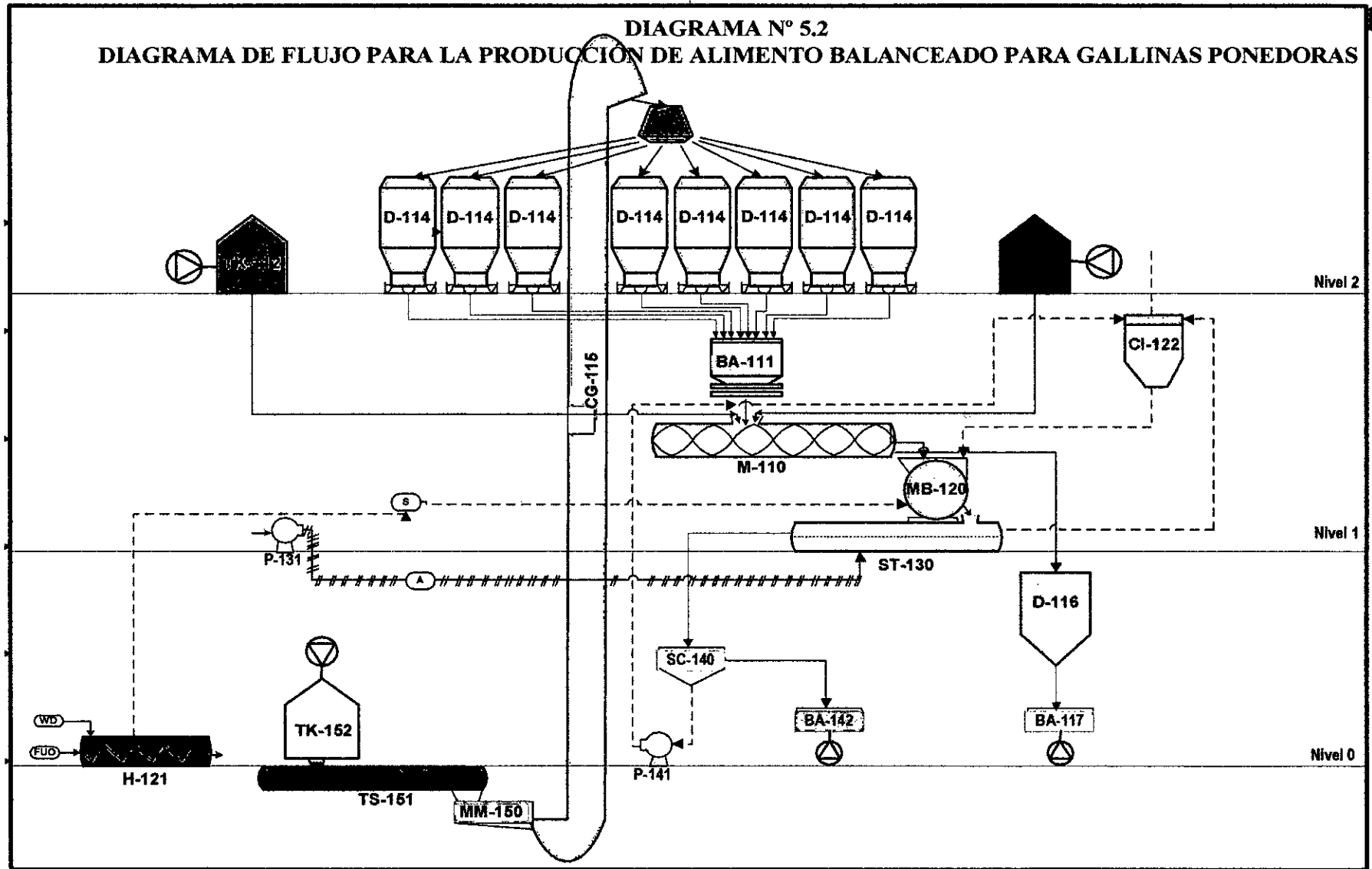
#### **5.3.1.3. Plan maestro o plot plan**

Es un documento que contiene el bosquejo o el dibujo inicial de la distribución y localización de los equipos para las unidades que componen el proceso de producción de alimentos balanceados para aves, ganado porcino y vacuno. En documento se muestra el área del proceso con la localización respectiva de los equipos y el área administrativa, tales como edificios, almacén de productos terminados, almacén de materia prima, taller de mantenimiento de equipos y maquinarias, vestidores de personal, etc. **Ver diagrama N° 5.3.**

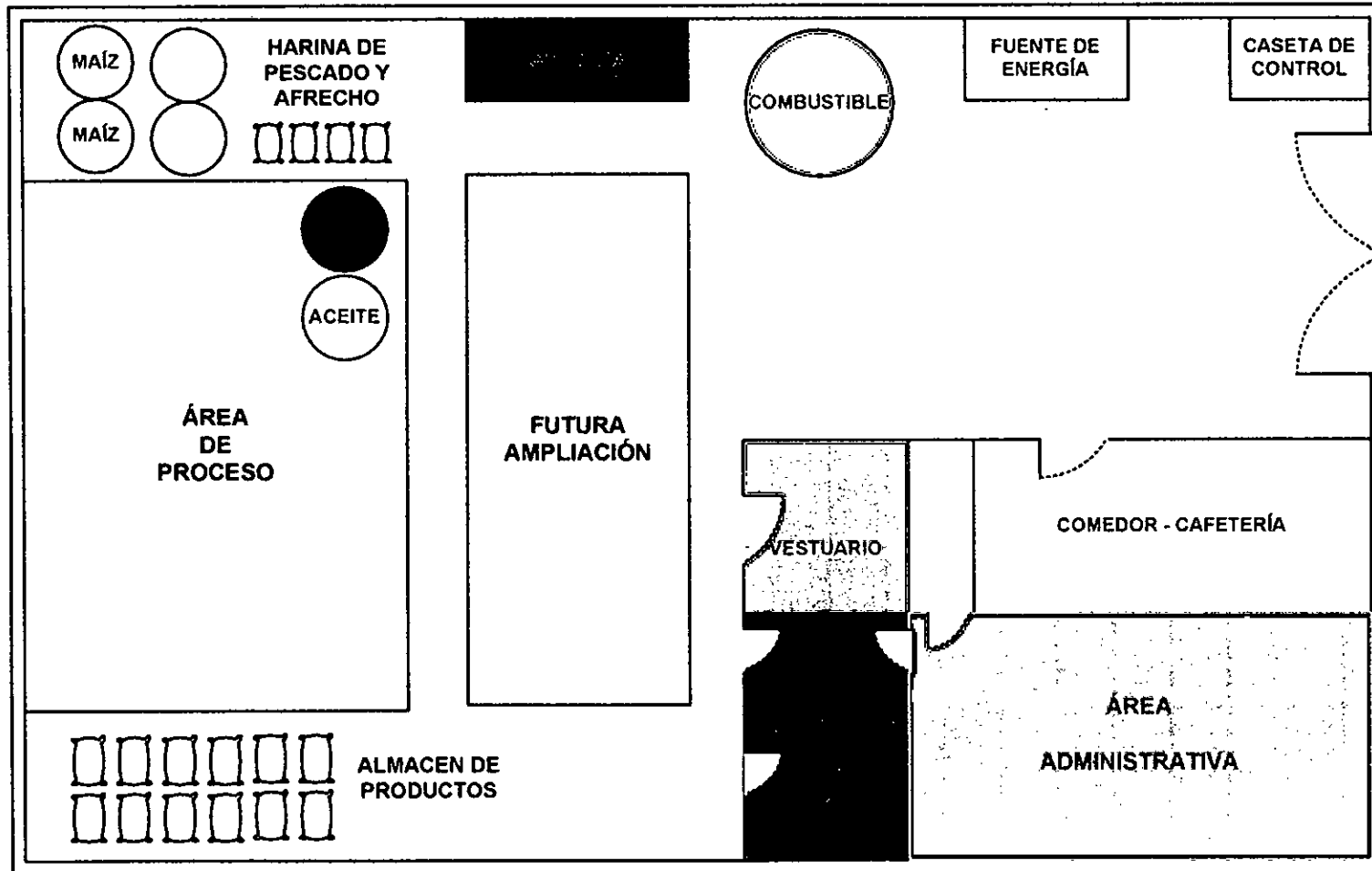
**DIAGRAMA N° 5.1**  
**DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO PARA GALLINAS PONEDORAS**



**DIAGRAMA N° 5.2**  
**DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO PARA GALLINAS PONEDORAS**



**DIAGRAMA N° 5.3  
PLAN MAESTRO(Plan Maestro)**



### **5.3.2. Diseño de equipos**

El tamaño de planta optimo determinado es de 13 162 TM/año; que abarca el 1,57% del mercado, porque se presenta una fuerte competencia en el mercado con las empresas tradicionales que tienen un nombre de marca, a la vez que es un paradigma difícil de romper.

Los equipos que componen la unidad de producción de alimentos balanceados para aves, ganado porcino, y ganado vacuno son diseñados para una capacidad de producción de 2,285 TM/hr.

#### **a) Diseño equipos de equipos principales :**

**Diseño de la mezcladora de cinta doble helicoidal.-** El equipo principal diseñado para la producción de alimentos balanceados es la mezcladora de cinta helicoidal, el cual consiste de varias paletas verticales y dos cintas helicoidales, levógiras y dextrógiras, de modo que el material es empujado hacia atrás y hacia delante de un extremo al otro del recipiente, al mismo tiempo que se mueve verticalmente.

#### **A.1. Bases de diseño :**

- 1) Tipo de operación : Mezclado.
- 2) Materia prima : Harina y melaza en proporción adecuada que formarán el alimento balanceado con características de harina.

Carga total : 381 kg en peso total de harina y melaza.

Peso específico de la harina suelta :  $28 \text{ lb/pe}^3 = 448,916 \text{ Kg/m}^3$

#### **A.2. Cálculo de capacidad.-** Cálculo del volumen que ocupa la mezcla :

$$V = m/Pe.$$

Donde :

- V** : Volumen de la mezcla ( $m^3$ )  
**m** : Masa de la mezcla (Kg)  
**Pe** : Peso específico de la harina suelta ( $Kg/m^3$ )  
**V** :  $381 \text{ Kg} \times m^3 / 448,91 \text{ Kg} = 0,85 \text{ m}^3$

Con un factor de diseño según industrias CEMA S.A.  $f = 1,2$

$$V_t = 1,2 \times 0,85 \text{ m}^3 = 1,02 \text{ m}^3$$

**A.3. Dimensionamiento.-** Según industrial CEMA S.A. para  $V_t = 1,02$ ; recomienda las siguientes dimensiones:

**TABLA N° 5.29**  
**CARACTERÍSTICAS DE MEZCLADORAS "CEMA" DE CINTAS**  
**HELICOIDALES**

Modelo	Capacidad		Largo	Ancho	Fondo	Potencia H.P.
	Útil	Total	(m)	(m)	(m)	
MDHN - 101	1,01	1,13	1,829	0,762	0,457	9,0

Fuente : Industrial CEMA, hoja técnica.

**A.4. Datos de construcción**

Largo de 1,83 m.

Ancho de 0,762 m.

Fondo de 0,457 m.

Motor de 9 Hp.

Debe ser fabricado de acero comercial inoxidable.

**A.5. Especificaciones.-**

Datos operativos :

Debe de tener los siguientes :

- 1) Un motor para mover el mezclador de cinta helicoidal.
- 2) Una válvula de descarga de accionamiento manual, ubicado en el centro del cuerpo.
- 3) Una cubierta seccionada en tres partes que permite facilidad al acceso de carga por ambos lados.
- 4) Un cuerpo rolado con contornos y superficie interior liso con un cabezal fijo y otro empernado para facilitar el cambio del agitador.

**b) Diseño del secador – enfriador atravesado.-** La cámara de secado continuo con flujo de aire atravesado perpendicularmente al movimiento de los pellets se ha diseñado para secar y enfriar del alimento balanceado peletizado.

**B.1. Bases de diseño :**

- 1) Tipo de operación : Secado – enfriamiento
- 2) Materia prima : Alimentos balanceados en forma de pellets (A.B.)
- 3) Carga : 38,1 Kg/min de alimento balanceado en forma de pellets
- 4) % de humedad de los pellets : 18%
- 5) Temperatura de los pellets :  $T_1 = 90^{\circ}\text{C}$
- 6) Diámetro de los pellets : 6 mm
- 7) % de humedad de la producción final : 12
- 8) Temperatura de los pellets de la producción final :  $T_2 = 25^{\circ}\text{C}$
- 9) Pérdida de alimentos balanceados en el secador : 0,1%
- 10) Temperatura del aire :  $T_a = 21^{\circ}\text{C}$
- 11) Humedad relativa del aire : 70%



**B.2. Cálculo de capacidad.-** Balance de materia en la operación de secado continuo :



Donde :

**F** : Flujo de alimentación del alimento balanceado  
Kg/min

**P** : Producción final Kg/min

**Es** : Cantidad de agua que debe evaporarse

**H<sub>f</sub>** : % de humedad en el flujo de alimentación

**H<sub>p</sub>** : % de humedad en el flujo de producción

Balance de materia en el secador

Balance global :

$$F + \text{flujo de aire} = P + E_s + \text{pérdidas}$$

Balance de la humedad en el alimento balanceado

$$F \cdot H_p + E_s$$

$$38,1 \text{ Kg/min} \times 0,18 = 38,06 \text{ Kg/min} \times 0,12 + E_s$$

$$E_s = 2,2909 \text{ Kg de agua evaporadora/min}$$

Cálculo de la cantidad de aire necesario para extraer el agua a evaporar

en el secador :

Con una humedad relativa de 70% y  $T = 21^\circ\text{C}$ , se calcula :

Ha1 : humedad absoluta del aire leída de la carta psicométrica = 0,0108

Kg vapor agua/Kg aire seco

Los cálculos se realizarán en base a la temperatura media promedio en el secador, el cual será calculado de la siguiente manera :

Temperatura media promedio en el secador =  $T = (90 + 25) / 2 = 57,5^{\circ}\text{C}$

Calor específico del aire a la temperatura media promedio en el secador,

$C_p = 0,525 \text{ kcal/Kg}^{\circ}\text{C}$

$C_p = 2,1966 \text{ kJ/Kg}^{\circ}\text{C}$

Cálculo del calor específico del alimento balanceado; para lo cual, suponemos que todo está representado por la caña de azúcar:  $C_e = 0,301$

$\text{kcal/Kg}^{\circ}\text{C} = 1,259 \text{ kJ/Kg}^{\circ}\text{C}$

Balance de materia en el secador :

Energía desprendida por el alimento balanceado = Energía Absorbida por el aire

$$F \times C_e (T_1 - T_2) = m C_p (T_s - T_a)$$

$$38,1 \times 1,2590 \times (90 - 25) = m \times 2,1966 \times (T_s - 21) \quad (5.1)$$

En esta ecuación tenemos dos variables a calcular la vez que son dependientes una de la otra, por lo que su solución se realizará por prueba error de tal manera que cumpla con la carta psicométrica.

Suponemos que el aire sale del secador a 90% de humedad relativa

Para una humedad absoluta de  $H_{a2} = 0,032 \text{ Kg agua/Kg aire seco}$

$$H_{a2} - H_{a1} = 0,032 - 0,0108 = 0,0212 \text{ Kg agua/Kg aire seco}$$

Cálculo de flujo másico del aire :

$$m = 2,2909 \text{ Kg agua/min} \times \text{Kg aire seco}/0,0212 \text{ Kg agua} = 108,06 \text{ Kg aire seco/min}$$

Reemplazando el flujo másico en la ecuación (5.1) obtenemos la temperatura de salida del aire :

$$T_s = 34,14^\circ\text{C}$$

Cálculo del tiempo de secado :

Cálculo de la humedad de entrada y salida del secador en base seca :

Alimentación :

$$0,18 \times 38,1 = 6,858 \text{ Kg agua/min}$$

$$0,82 \times 38,1 = 31,242 \text{ Kg de A.B/min}$$

$$W_o = 6,858/31,242 = 0,2195 \text{ Kg agua/Kg A.B.}$$

Producto :

$$0,12 \times 38,06 = 4,5672 \text{ Kg agua/min}$$

$$0,88 \times 38,06 = 33,493 \text{ Kg de A.B/min}$$

$$W = 4,5672/33,493 = 0,1364 \text{ Kg agua/Kg A.B.}$$

Considerando el contenido de humedad crítica ( $W_c$ ) y la humedad de equilibrio ( $W_e$ ) del A.B como si fuera almidón de maíz :

$$W_c = 0,30 \text{ Kg agua/Kg A.B}$$

$$W_e = 0,10 \text{ Kg agua/Kg A.B}$$

La humedad inicial con que se inicia el secado se encuentra por debajo de la humedad crítica; por lo tanto, la intensidad de desecación es decreciente (falling rate), no existiendo desecación en la zona del constant rate

La ecuación de diseño del tiempo de secado en el falling rate, según el manual del ingeniero químico JOHN H. PERRY es :

$$\theta_t = B \left[ \frac{W_o - W_e}{W_c - W_e} + \ln \left( \frac{W_c - W_e}{W - W_e} \right) \right] \quad (5.2)$$

$$B = \frac{2,3 \rho_s \lambda D_p^{0,41} (W_c - W_e)}{C_s \cdot a \cdot G^{0,59} (\Delta T)_m} \quad (5.3)$$

Densidad a granel del material:  $\rho_s : 0,8 \text{ Lb/pe}^3 = 12,826 \text{ Kg/m}^3$

Calor latente del agua :  $\lambda = 600 \text{ kcal/Kg}$

Diámetro medio de la partícula :  $D_p = 6 \times 10^{-3} \text{ m}$

Calor húmedo del aire :  $C_s = 49 \text{ kJ/Kg aire seco} = 0,557 \text{ kcal/Kg aire seco}$ . °C, a temperatura de 21°C

$a = \text{Área de desecación (m}^2/\text{m}^3 \text{ de capa material)}$

Flujo del aire  $G = \text{Kg/hr.m}^2$

Diferencia media de temperatura entre el gas y el sólido en todo el secador :  $(\Delta T)_m$

Suponemos que el secado se realiza a temperatura promedio que es la temperatura media de secado  $T = 57,5^\circ\text{C}$

$$(\Delta T)_m = (T_s - T_a) / \ln (T_a - T) / (T_s - T)$$

$$(\Delta T)_m = 29,4079$$

El secado cuenta con aire de circulación atravesada continua, el cual es impulsado por medio de soplantes o ventiladores a través de una capa permeable de material húmedo y un tamiz o tela metálica transportadora. Este secador debe contar con las siguientes especificaciones de diseño :

Capa de material húmedo con espesor de 2,5 a 15 cm

Anchura de transportador varía de 60 a 275 cm

Longitud del secador varía de 5 a 49 m

Tela metálica de tamaño mínimo de 30 mallas por pulgada

Para el diseño de este secador tomamos las siguientes dimensiones :

Espesor de A.B a secar = 0,1 m

Anchura: 2,5 m

Longitud: 5 m

Calculamos el área transversal al flujo del aire :  $12,5 \text{ m}^2$

Cálculo del volumen del A.B a secar :  $1,25 \text{ m}^3$

$$a = 12,5/1,25 = 10$$

$$G = 70,986 \times 60/12,5 = 518,688 \text{ Kg aire/hr m}^2$$

Operando tenemos el tiempo de secado  $\Theta_t = 5,67 \text{ min}$

**B3. Diseño de detalles o dimensionamiento.-** Según el manual del ingeniero químico de JHON PERRY, tomamos las siguientes dimensiones :

Dimensiones [3,13] :

Espesor de A.B a secar = 0,1 m

Anchura : 2,5 m

Longitud : 5 m

Calculamos el área transversal al flujo del aire :  $12,5 \text{ m}^2$

Cálculo del volumen del A.B a secar:  $1,25 \text{ m}^3$

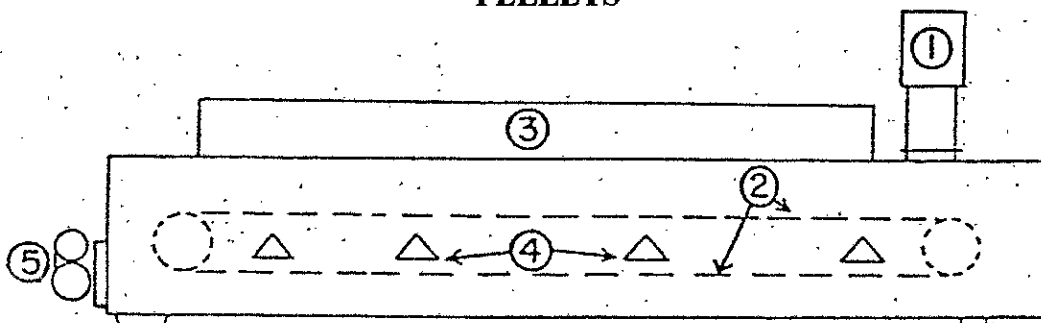
De la carta psicométrica el volumen del aire es :  $0,70 \text{ m}^3/\text{Kg aire seco}$

$0,70 \times 108,06 = 75,64 \text{ m}^3/\text{min}$ ; para un minuto tenemos :  $75,64 \text{ m}^3$

Volumen total del proceso (Vt) :

$$V_t = 75,64 + 1,25 = 76,64 \text{ m}^3$$

**FIGURA N° 5.1**  
**PIEZAS COMPONENTES DE UN ENFRIADOR HORIZONTAL DE PELLETS**



- |                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Dispositivo alimentador oscilante | 4. Entradas de aire              |
| 2. Correa transportadora de producto | 5. Motor de la correa enfriadora |
| 3. Cámara de aire                    |                                  |

**Fuente :** California Pellet Mill, "Manual del operario de prensas peletizadoras"

Por tanto la altura debe ser : 4 m

Suponemos que la altura total incluido al transportador será de 4,5 m

Tolva regulador de alimentación

$$V = 38,1 \text{ Kg/min} \times 5,67 \text{ min}/12,826 \text{ Kg/m}^3 = 16,843 \text{ m}^3$$

Capacidad de Blower (ventilador) :

Como la cantidad a utilizarse es de 108,06 Kg aire seco/min y el volumen del aire es de  $0,70 \text{ m}^3/\text{Kg}$  aire seco

El caudal del aire a utilizar es :  $Q = 0,70 \times 108,06 = 75,642 \text{ m}^3/\text{min} = 1,2607 \text{ m}^3/\text{s}$

$75,642 \text{ m}^3$  de aire debe pasar por el secador en un minuto; por tanto, a este volumen lo dividimos por el área obtenemos la velocidad del aire :

$$v = 75,643/12,5 = 6,051 \text{ m/min} = 0,101 \text{ m/s}$$

Presión del ventilador :

$$h = k \times v^2/8 \text{ m.m.c.a}$$

Coefficiente de ventiladores del tipo II :  $e = 0.56$

$$h = 49 \text{ m.m.c.a}$$

Potencia absorbida, N

$$N = Q \times h / (e \times 75) \text{ en Hp}$$

$$N = 1,261 \times 49 / 0,6 \times 75 = 1,37 \approx 1,5 \text{ Hp}$$

$\eta = A/N_1$ , A y  $N_1$  constantes del ventilador tipo II

$$\eta = 3750/6,5 = 702 \text{ rpm}$$

Diámetro del tubo de salida = 0,25m

Velocidad de aire = 20 m/s

#### **B4. Datos de construcción.-**

- 1) Anchura del transportador : 2.5 m
- 2) Longitud del secador 5 m
- 3) Tela metálica de 30 mallas por pulgada
- 4) Ventilador de 1,5 Hp,  $h = 49 \text{ m.m.c.a}$ .
- 5) Tolva regulador de alimentación de  $11,05 \text{ m}^3$
- 6) Altura total del secador incluido al transportador es : 4,5 m

#### **B5. Especificaciones**

- 1) Una faja transportadora tipo tamiz o tela metálica transportadora de acero

- 2) Un conducto para el aire de secado desde la entrada del aire hasta la cámara hecho de acero dúctil galvanizado
- 3) Un ciclón como equipo auxiliar
- 4) Una tolva regulador de alimentación
- 5) Panel de instrumentación automatizado, para la temperatura, caudal tanto de aire como del A.B
- 6) Un motor para mover la faja transportadora, cadenas, rodillos, etc.

**c) Diseño equipos de uso genérico**

**A. Diseño de la tolva balanza.-** Para el diseño del recipiente de pesaje debe tener la forma de un cilindro con fondo cónico equilátero.

**A1. Bases de diseño**

- 1) Tipo de operación : Recepción y Pesado
- 2) Materia prima : Harinas de los diferentes ingredientes a mezclar
- 3) Carga total : 114,3 Kg que es el valor máximo a pesar
- 4) Peso específico de la harina suelta :  $28 \text{ Lb/pie}^3 = 448,916 \text{ Kg/m}^3$
- 5) Fondo del recipiente : cono equilátero

**A2. Cálculo de la capacidad.-** Cálculo del volumen que ocupa la mezcla :

$$V = m/Pe$$

Donde :

**V** : Volumen de la mezcla ( $\text{m}^3$ )

**m** : Masa de la mezcla (Kg)

**Pe** : Peso específico de la harina suelta ( $\text{Kg/m}^3$ )

$$V = 114,3 \text{ Kg} \times \text{m}^3 / 448,916 \text{ g} = 0,234 \text{ m}^3$$



Consideramos un factor de diseño de  $f = 1.2$

$$V_t = 1,2 \times 0,234 \text{ m}^3 = 0,281 \text{ m}^3$$

**A3. Dimensionamiento.-** El volumen de la tolva de la balanza está dado por :

$$V_t = V_c + V_{cl}$$

Donde :

$V_c$  : Volumen de la parte cónica ( $\text{m}^3$ )

$V_{cl}$  : Volumen de la parte cilíndrica ( $\text{m}^3$ )

Considerando que :  $V_c = 30\% V_t$  y  $V_{cl} = 70\% V_t$

$$V_c = 0,084 \text{ (m}^3\text{)} \text{ y } V_{cl} = 0,1974 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$0,084 = \pi \cdot r^2 \cdot h/3; r/h = \tan(30) = 0,5777$$

$$h = 0,622 \text{ m}; r = 0,36 \text{ m}$$

$$V_{cl} = 0,14 = \pi \cdot r^2 \cdot H \quad H = 0,485 \text{ m}$$

$$\text{Altura total que ocupa este equipo} = h + H = 0,622 + 0,485 = 1,107 \text{ m}$$

**A4. Especificaciones.-** Debe contar con :

- 1) Una balanza con dos cifras decimales de aproximación
- 2) La tolva debe ser sellada para evitar pérdida de harina

**B. Diseño de las tolvas de almacenamiento.**

**B1. Bases de diseño.-** El diseño del recipiente de almacenamiento de los insumos en forma de harina que debe tener la forma de un cilindro con fondo cónico equilátero.

- 1) Tipo de operación : Almacenamiento.
- 2) Materia prima : Harina
- 3) Carga total : 5488 Kg que es el valor máximo a almacenar.

4) Peso específico de la harina suelta :  $28 \text{ Lb/pe}^3 = 448,916 \text{ Kg/m}^3$

5) Fondo del recipiente : cono equilátero

**B2. Cálculo de la capacidad.-** Del tanque de almacenamiento de maíz molido se gasta 686 Kg/hr; si, se trabaja durante 16 horas sin parar, el tanque debe contener 1 0976 Kg de harina de maíz. Se va a realizar dos cargas al tanque por día. Por lo tanto, el tanque debe contener 5 488 Kg de harina de maíz, que será la capacidad de los 8 tanques o tolvas de almacenamiento.

Cálculo del volumen que ocupa la harina :

$$V = m/Pe$$

Donde :

**V** : Volumen de la mezcla ( $\text{m}^3$ )

**m** : Masa de la mezcla (Kg)

**Pe** : peso específico de la harina suelta ( $\text{Kg/m}^3$ )

$$V = 5488 \text{ Kg} \times \text{m}^3 / 448,916 \text{ Kg} = 12,2 \text{ m}^3$$

Consideramos un factor de diseño de  $f = 1,2$ .

$$V_t = 12,2 \times 1,2 \text{ m}^3 = 13,42 \text{ m}^3$$

**B3. Dimensionamiento.-** El volumen de la tolva balanza está dado por :

$$V_t = V_c + V_{cl}$$

Donde :

**V<sub>c</sub>** : Volumen de la parte cónica ( $\text{m}^3$ )

**V<sub>cl</sub>** : Volumen de la parte cilíndrica ( $\text{m}^3$ )

Consideramos :  $V_c = 20\% V_t$  y,  $V_{cl} = 80\% V_t$

$$V_c = 2,68 \text{ m}^3 \text{ y } V_{cl} = 10,736 \text{ m}^3$$

$$2,68 = \pi \cdot r^2 \cdot h/3; \quad r/h = \tan(30) = 0,5777$$

$$h = 1,76 \text{ m}; \quad r = 1,14 \text{ m}$$

$$V_{cl} = 10,736 = \pi \cdot r^2 \cdot H \rightarrow H = 2,63 \text{ m}$$

$$\text{Altura total que ocupa este equipo} = h + H = 1,972 + 2,63 = 4,60 \text{ m}$$

**B4. Especificaciones.-** Las 8 tolvas deben ser selladas para evitar pérdida de harina

### **C. Diseño del elevador de cangilones**

**C1. Bases de diseño.-** El objetivo es diseñar el transportador de cangilones para transportar los insumos en forma de harina.

- 1) Operación : Transporte de insumo en forma de harina
- 2) Materia prima : Harina
- 3) Carga total : 2,285 TM/hr
- 4) Peso específico de la harina suelta :  $28 \text{ Lb/pie}^3 = 448,916 \text{ Kg/m}^3$
- 5) Altura de transporte vertical : 17,77 m

**C2. Cálculo de la potencia requerida.-** En primer lugar es necesario calcular la altura total que debe transportar el cangilón[10,11] :

Altura del molino de martillos : 1 m

Altura del espacio para ventilador : 1 m

Altura de la criba : 0,5 m

Espacio del techo : 0,5 m

Altura del secador : 4,5 m

Altura del peletizador : 2 m

Altura del mezclador : 3,94 m

Altura de la balanza y de las tolvas de almacenamiento : 4,33 m

La altura total es :  $L = 17,77$  m

La potencia se ha calculado usando la siguiente ecuación [10,11] :  $P = 2$   
m L/270

Donde :

**P** : Potencia en caballos de vapor (cv)

**m** : Masa de la mezcla (TM/hr)

**L** : Elevación total (m)

$$P = 2 \times 2,285 \times 17,77/270 = 0,301 \text{ cv.}$$

$$P = 0,301 \text{ cv} \times 1 \text{ Hp} / 1,0138 \text{ cv} = 0,5 \text{ Hp}$$

**C3. Dimensionamiento.-** Para capacidad con cangilones llenos en un 75%

[11] :

- 1) Distancia entre cangilones : 33 cm
- 2) Dimensiones : 305 x 203 x 295 mm
- 3) Terrones máximo : 3.17 cm

#### **D. Diseño de molino.-**

**D1. Bases de diseño.-** El objetivo es diseñar el molino de martillos para moler los granos o para disminuir el tamaño de algunos insumos de granulometría inadecuada para la mezcla.

- 1) Tipo de operación : Molienda
- 2) Materia prima : Granos o harina de granulometría inadecuada.
- 3) Carga total : 686 Kg/hr = 0,686 TM/hr

- 4) Diámetro medio de las partículas que ingresan al molino, en referencia al maíz;  $10000\mu$
- 5) Diámetro medio de la harina que sale del molino :  $600\mu$
- 6) Eficiencia del molino : 70%
- 7) Humedad : 12% – 14%
- 8) Temperatura :  $18^{\circ}\text{C}$  –  $20^{\circ}\text{C}$

**D2. Cálculo de la potencia requerida.-** El cálculo de la potencia se realiza por la siguiente expresión [11] :

$$P = W_i [100/D_p]^{1/2} [(D_f/D_p)^{1/2} - 1] / (D_f/D_p)^{1/2}$$

Donde :

**P** : Potencia consumida por el molino (Kw – hr/TM alimentación)

**D<sub>f</sub>** : Diámetro medio de las partículas que ingresan al molino ( $\mu$ )

**D<sub>p</sub>** : Diámetro medio de la harina que sale del molino ( $\mu$ )

**W<sub>i</sub>** : Factor fue considerado igual a 6,0

Tomando como referencia para el maíz y operando obtenemos :

$$D_f/D_p = 16,67; (D_f/D_p)^{1/2} = 4,08$$

$$P = 6 (100/600)^{1/2} (4,08 - 1)/4,08$$

$$P = 1,85 \text{ Kw} - \text{hr/TM} \times 1,34 \text{ Hp} - \text{hr/Kw} - \text{hr} \times 0,686 \text{ TM/hr} = 1,7 \text{ Hp}$$

$$\text{Eficiencia} = 0,7$$

$$P_{\text{motor}} = 1,7/0,7 = 2,42 \text{ Hp} \approx 2,5 \text{ Hp}$$

**D3. Especificaciones.-** Según la bibliografía se recomienda [11] :

- 1) Distancia entre la punta del martillo y la rejilla debe ser entre  $1/8''$  a  $3/8''$

2) El martillo debe tener 3 mm de ancho

3) El número ideal de martillos es de 15 por cada 100 mm de rotor

**e) Diseño del transportador sin fin**

**E1. Bases de diseño.-** El objetivo es diseñar el transportador horizontal para transportar los granos o insumos de granulometría inadecuada hacia el molino de martillos.

1) Tipo de operación : transporte de granos hacia el molino de martillos.

2) Materia prima : Granos o harina de granulometría inadecuada

3) Carga total : 686 Kg/hr = 0,686 TM/hr

4) Densidad del grano :  $0,073 \text{ Lb/pie}^3 = 11,704 \text{ Kg/m}^3$

5) Humedad entre : 12% – 14%

6) Temperatura : 18°C – 20°C

7) Longitud a transportar : 3 m

8) Rendimiento : 90%

**E2. Cálculo de la potencia requerida.-** El cálculo de la potencia se realiza por la siguiente expresión [13] :

$$CV = C.L. W.F/4500$$

Donde :

**CV** : Potencia consumida por el transportador /cv)

**C** : Capacidad del transportador ( $\text{m}^3/\text{min}$ )

**L** : Longitud a transportar (m)

**W** : Peso del material ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ )

**F** : Factor del material

Para materiales de la clase B (maíz en grano, etc.), según JOHN PERRY

$$F = 0,6$$

$$L = 3 \text{ m}$$

Si la longitud excede a 30 m se agrega 10 al 15%

Cálculo de C :

$$686 \text{ Kg/hr} \times \text{m}^3 / 11,704 \text{ Kg} = 58,61 \text{ m}^3/\text{hr} = 0,9769 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$C = 0,9769 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$W = 11,704 \text{ Kg/m}^3$$

Reemplazando en la ecuación :

$$CV = 0,9769 \times 3 \times 11,704 \times 0,6 / 4500 = 0,00457 \text{ CV.}$$

$$CV_1 = CV / 0,9 = 0,00457 / 0,9 = 0,00508 \text{ CV}$$

$$\text{Si } CV_1 < 2 \text{ CV} \quad CV_2 = 2 \times CV_1 = 0,0102 \text{ CV}$$

En este caso se carga por gravedad entonces se suma a  $CV_2$   $\frac{1}{2}$  a 1 CV [13]

Por lo tanto :  $CV \text{ final} = 1 + 0,0102 = 1,0102 \text{ CV} \times 1,2 = 1,21 \text{ CV} \times 1 \text{ Hp} / 1,0138 \text{ CV}$

$$P_{\text{motor}} = 1,2 \text{ Hp} \approx 1,5 \text{ Hp}$$

**E3. Especificaciones.-** Según JOHN PERRY, se calcula mediante la gráfica,

Fig. 3, Pag 2095

Para :  $C = 0,9769 \text{ m}^3/\text{min}$  y para un tornillo sin fin de 36 cm (14") de tamaño se tiene :

$$\text{Velocidad del tornillo} = 75 \text{ rpm}$$

## **F. Diseño de la tolva de granos**

**F1. Bases de diseño.-** El objetivo es diseñar la tolva que nos va a permitir almacenar en periodo corto de tiempo y cargar la materia en forma continua; además, debe tener la forma de un cilindro con fondo cónico equilátero.

- 1) Tipo de operación : Almacenamiento de granos
- 2) Materia prima : Granos o harina de granulometría inadecuada
- 3) Carga total : 68,6 Kg que es el valor máximo a almacenar
- 4) Densidad del grano :  $0,073 \text{ Lb/pie}^3 = 11,704 \text{ Kg/m}^3$
- 5) Humedad : 12% – 14%
- 6) Temperatura : 18°C – 20°C
- 7) Fondo del recipiente : cono equilátero

**F2. Cálculo de la capacidad.-** Cálculo del volumen que ocupa los granos :

$$V = m/P$$

Donde :

**V** : Volumen del grano ( $\text{m}^3$ )

**m** : Masa del grano o harinas de granulometría inadecuada (Kg)

**P** : Densidad del grano ( $\text{Kg/m}^3$ )

$$V = 68,6 \text{ Kg} \times \text{m}^3 / 11,704 \text{ Kg} = 5,86 \text{ m}^3$$

Consideramos un factor de diseño de  $f = 1,2$

$$V_t = 5,86 \times 1,2 \text{ m}^3 = 7,03 \text{ m}^3$$

**F3. Dimensionamiento.-** El volumen de la tolva balanza está dado por [10] :



$$V_t = V_c + V_{cl}$$

Donde :

**V<sub>c</sub>** : Volumen de la parte cónica (m<sup>3</sup>)

**V<sub>cl</sub>** : Volumen de la parte cilíndrica (m<sup>3</sup>)

Consideramos :  $V_c = 40\% V_t$  y  $V_{cl} = 60\% V_t$

$$V_c = 2,812 \text{ m}^3 \text{ y } V_{cl} = 4,218 \text{ m}^3$$

$$2,812 = \pi \times r^2 \times h/3 = \tan(30) = 0,5777$$

$$h = 2,00 \text{ m}; r = 1,16 \text{ m}$$

$$V_{cl} = 4,218 = \pi \times r^2 \times H, \quad H = 0,998 \text{ m}$$

$$\text{Altura total que ocupa este equipo} = h + H = 2,004 + 0,998 = 3,00 \text{ m}$$

**g) Diseño del tanque melaza**

**G1. Bases de diseño.-** El objetivo es diseñar el tanque para almacenar melaza y otro de la misma capacidad para almacenar aceite. Estos tanques deben tener la forma de un cilindro con fondo cónico equilátero.

- 1) Tipo de operación : Almacenamiento de Melaza y Aceite
- 2) Materia prima : Melaza o Aceite
- 3) Carga total : 2559,2 Kg que es el valor máximo a almacenar
- 4) Peso específico del aceite :  $58 \text{ Lb/pe}^3 = 929,06 \text{ Kg/m}^3$
- 5) Temperatura : 18°C – 20°C
- 6) Fondo del recipiente : cono equilátero

**G2. Cálculo de la capacidad.-** Se necesitan 22,85 Kg/hr de melaza. En esta industria se requiere melaza para toda una semana, al cabo de esta compra al vendedor quien bombeará a nuestro tanque ubicado en el tercer

nivel; por lo tanto, la cantidad de melaza que se necesita es de: 2559,2

Kg

Cálculo del volumen que ocupa va a ocupar la melaza :

$$V = m/Pe$$

Donde :

**V** : Volumen ( $m^3$ )

**m** : Masa de la melaza (Kg)

**Pe** : Peso específico del aceite ( $Kg/m^3$ )

$$V = 2559,2 \text{ Kg} \times m^3/929,06 \text{ Kg} = 2,755 \text{ m}^3$$

Consideramos un factor de diseño de  $f = 1,2$

$$V_t = 1,2 \times 2,755 \text{ m}^3 = 3,306 \text{ m}^3$$

**G3. Dimensionamiento.-** El volumen de la tolva balanza está dado por :

$$V_t = V_c + V_{cl}$$

Donde :

**V<sub>c</sub>** : Volumen de la parte cónica ( $m^3$ )

**V<sub>cl</sub>** : Volumen de la parte cilíndrica ( $m^3$ )

Consideramos :  $V_c = 20\% V_t$  y  $V_{cl} = 80\% V_t$

$$V_c = 2,424 \text{ m}^3 \text{ y } V_{cl} = 0,606 \text{ m}^3$$

$$2,424 = \pi \times r^2 \times h/3; \quad r/h = \tan(30) = 0,5777$$

$$h = 1,2 \text{ m}; \quad r = 0,694 \text{ m}$$

$$V_{cl} = 0,606 = \pi \times r^2 \times H \rightarrow H = 1,6 \text{ m}$$

$$\text{Altura total que ocupa este equipo} = h + H = 1,2 + 1,6 = 2,8 \text{ m}$$

**G4. Especificaciones.-** Ser requieren de tanques con la capacidad antes calculada

**H. Diseño de la tolva de alimento balanceado en forma de harina.-** El objetivo es diseñar el tanque para almacenar alimento balanceado en polvo. El tanque debe tener la forma de un cilindro con fondo cónico equilátero.

**H1. Bases de diseño :**

- 1) Tipo de operación: Almacenamiento de alimento balanceado en polvo.
- 2) Materia prima : Alimento balanceado en forma de harina
- 3) Fondo del recipiente : cono equilátero
- 4) Carga total : 381 Kg que es el valor máximo a almacenar
- 5) Peso específico de la harina suelta:  $28 \text{ Lb/pie}^3 = 448,916 \text{ Kg/m}^3$

**H2. Cálculo de la capacidad.-** Cálculo de la capacidad que ocupa la mezcla:

$$V = m/Pe$$

Donde :

**V** : Volumen de la mezcla ( $\text{m}^3$ )

**m** : Masa de la mezcla (Kg)

**Pe** : Peso específico de la harina suelta ( $\text{Kg/m}^3$ )

$$V = 381 \text{ Kg} \times \text{m}^3 / 448,916 \text{ Kg} = 0,8487 \text{ m}^3$$

Consideramos un factor de diseño de  $f = 1,2$

$$V_t = 1,2 \times 0,8487 \text{ m}^3 = 0,9336 \text{ m}^3$$

**H3. Dimensionamiento.-** El volumen de la tolva está dado por :

$$V_t = V_c + V_{cl}$$

Donde :

**Vc** : Volumen de la parte cónica (m<sup>3</sup>)

**Vcl** : Volumen de la parte cilíndrica (m<sup>3</sup>)

Consideramos :  $Vc = 30\% Vt$  y  $Vcl = 70\% Vt$

$Vc = 0,2801$  (m<sup>3</sup>) y  $Vcl = 0,6535$  (m<sup>3</sup>)

$0,2801 = \pi \times r^2 \times h/3$ ;  $r/h = \tan(30) = 0,5777$

$h = 0,929$  m;  $r = 0,537$  m

$Vcl = 0,6535 = \pi \times r^2 \times H \rightarrow H = 0,72$  m

Altura total que ocupa este equipos =  $h + H = 0,929 + 0,72 = 1,651$  m

**H4. Especificaciones.-** Debe contar con :

- 1) Controlador de cierre y apertura automática.
- 2) La tolva debe ser sellada para evitar pérdida de harina

#### **I. Diseño de la peletizadora [10]**

**II. Bases de diseño.-** El objetivo es diseñar el peletizador para aumentar el tamaño del alimento balanceado.

- 1) Tipo de operación : Aumentar el tamaño del alimento balanceado.
- 2) El objetivo es diseñar el peletizador para aumentar el tamaño del alimento balanceado.
- 3) Materia prima : Alimento balanceado en forma de harina
- 4) Carga total :  $38,1$  Kg/min =  $0,635$  Kg/s
- 5) Peso específico de la harina suelta :  $28$  Lb/pie<sup>3</sup> =  $448,916$  Kg/m<sup>3</sup>
- 6) Densidad del pellets :  $12,826$  Kg/m<sup>3</sup>
- 7) Tiempo :  $20$  s –  $30$  s

8) Temperatura : 80°C – 90°C

9) Humedad : 17% – 18%

10) Diámetro de los pellets : 6 mm

**I2. Cálculo de la capacidad.-** El tiempo de mezclador según la planta piloto de alimento balanceado de la universidad nacional la Agraria recomienda: 20 – 30 segundos :

$0,635 \text{ Kg/s} \times 30 \text{ s} = 19,05 \text{ Kg}$  que es la masa que permanece dentro del peletizador

Cálculo del volumen:  $19,05 \text{ Kg} / 448,916 \text{ Kg/m}^3 = 0,0424 \text{ m}^3$

$V = 0,0424 \text{ m}^3$

$V = 1,2 \times 0,0424 = 0,05092 \text{ m}^3$

La peletizadora debe contar con una tolva de alimentación, para lo cual se calculará la capacidad :

Masa de la mezcladora : 381 Kg

Masa del ciclón en 10 segundos :  $0,0381 \times 10 \times 2 = 0,762 \text{ Kg}$

Masa total = 381,8 Kg

El volumen de esta tolva será :

$381,8 \text{ Kg} / 448,916 \text{ Kg/m}^3 = 0,85 \text{ m}^3$

$V_t = 1,2 \times 0,85 = 1,02 \text{ m}^3$

$V_t = V_c + V_{cl}$

Donde :

**V<sub>c</sub>** : Volumen de la parte cónica (m<sup>3</sup>)

**V<sub>cl</sub>** : Volumen de la parte cilíndrica (m<sup>3</sup>)

Consideramos :  $V_c = 20\% V_t$  y  $V_{cl} = 80\% V_t$

$V_c = 0,204 \text{ m}^3$  y  $V_{cl} = 0,8164 \text{ m}^3$

$0,204 = \pi \times r^2 \times h/3$ ;  $r/h = \tan(30) = 0,5777$

$h = 0,8357 \text{ m}$ ;  $r = 0,483 \text{ m}$

$V_{cl} = 0,8164 = \pi \times r^2 \times H \rightarrow H = 1,12 \text{ m}$

Altura total que ocupa este equipo =  $h + H = 0,8357 + 1,12 = 1,95 \text{ m}$

**I3. Especificaciones.-** Para una humedad de 18% equivale a 6,86 Kg/min de vapor de agua, JOHN PERRY recomienda utilizar un caldero con las siguientes especificaciones :

Para un intervalo de tamaño de perforación en pulgadas: 1/16 a 1 ¼

Recomienda :

- 1) Motor : 20 Hp
- 2) Velocidad : 75 rpm
- 3) Además debo contar con :
  - Un tubo de ingreso de vapor de agua
  - Controlador de temperatura
  - Controlador de presión
  - Una tolva de alimentación a la peletizadora

**J. Diseño de ciclón.-** El objetivo es diseñar el ciclón para precipitar los sólidos y polvos de alimentación balanceada producto del tamizador y del secador.

**J1. Bases de diseño**

- 1) Tipo de operación : Separación Gasa – Sólido
- 2) Materia prima : Aire, vapor y polvos finos

3) Carga total : 149,85 Kg/hr

4) Densidad del gas : igual a la densidad del aire

5) Temperatura : 20°C

**J2. Cálculo de la capacidad.-** Según catálogos de equipos SKIOLD SAEBY, recomienda que para una capacidad de 3 000 Kg/día los requerimientos del ciclón sean de 0,8 m de diámetro equivalentes a 2,6246 pies, siendo esta base para el cálculo del ciclón con la capacidad que esta industria requiere.

Según JOHN PERRY (Pag 1602) la caída de expresión expresada como el número de cargas de la entrada del ciclón basado en el área  $A_c$  está representada por :

$$\Delta P_{cv} = K (D_c/D_e)^2$$

Dentro de los límites para ciclones en espiral se usa los siguientes datos :

$$K = 3,2$$

$$B_c/D_c = 1/58 \text{ a } 3/8$$

$$H_c/D_c = 1$$

$$D_e/D_c = 1/4 - 3/4$$

$$\text{Si } D_e/D_c = 1/2 \rightarrow D_e = 2,6246/2 = 1,31233 \text{ pies}$$

$$\text{Y } \Delta P_{cv} = 3,2 \times (2,6246/1,31233)^2 = 12,799$$

La pérdida por fricción del ciclón está expresada por :

$$F_{cv} = \Delta P_{cv} + 1 - (4/\pi \times A_c/D_e^2)^2$$

$$A_c = B_c \times H_c$$

$$Bc/Dc = 1/4 \rightarrow Bc = 2,6246/4 = 0,6562 \text{ pies}$$

$$Hc/Dc = 1$$

$$Hc = 2,6246 \text{ pies}$$

$$Ac = 0,6562 \times 2,6246 = 1,722 \text{ pies}^2$$

Reemplazando datos, se tiene :

$$Fcv = 11$$

$$Fcv = (1 \text{ a } 20) \times hvi$$

$$hvi = 11/16 = 0,687 \text{ pulg de agua}$$

Carga de velocidad de entrada hvi

$$hvi = 0,003 \rho \cdot Vc^2$$

Determinación de la velocidad promedio de entrada al ciclón

De la expresión anterior  $Vc = 66,13 \text{ pies/s}$

**J3. Dimensionamiento.-** Con  $Vc = 66,13 \text{ pies/seg}$ , y según catálogos de equipos SKIOLD SAEBY, recomienda un ciclón C5 (BM-5), el cual se precipitará completamente los polvos que son extraídos del tamizador y del secador

1) Altura del ciclón : 147 cm

2) Diámetro de salida del gas limpio : 20 cm

3) Diámetro de la parte cilíndrica del ciclón : 84.8 cm

4) Diámetro de salida de los polvos al peletizador : 15 cm

k) **Diseño del tamizador.-** El objeto es diseñar el tamizador para seleccionar los pellets de tamaño adecuado de acuerdo a las características del comprador.



### **K1. Bases de diseño**

- 1) Tipo de operación : Separar los pellets desmoronados
- 2) Materia prima : Alimento balanceado en forma de pellets
- 3) Carga total : 38,06 Kg/min
- 4) Densidad del pellets : 12,826 Kg/m<sup>3</sup>
- 5) Tiempo de cribado : 1 min
- 6) Temperatura : 25°C
- 7) Humedad : 10% – 12%
- 8) Diámetro de los pellets : 6 mm

### **K2. Cálculo de la capacidad.- Cálculo del volumen :**

$$V = m/Pe$$

Donde :

- |           |   |   |
|-----------|---|---|
| <b>V</b>  | : | Volumen (m <sup>3</sup> )                   |
| <b>m</b>  | : | Masa de los pellets melaza (Kg)             |
| <b>Pe</b> | : | Densidad del pellets : (Kg/m <sup>3</sup> ) |

$$V = 38,06 \text{ Kg/min} \times \text{m}^3 / 12,826 \text{ Kg} = 2,967 \text{ m}^3/\text{min}$$

Se selecciona una tela de alambre de acero con abertura menor que el tamaño del pellets para evitar que pase a través de él.

De John Perry para un tamaño de abertura de 5,08 mm se tiene una malla con intervalos aproximados de peso en  $\text{Kg/m}^2 = 37,19$  a 1,17

Además de acuerdo a la serie de tamices U.S. (EE.UU)

Para 5,66 mm de abertura de tamiz se usa una malla de 23,57 mallas/pulg

Suponemos una altura de producto en el tamiza de 0,2 m

$$\text{Área } 0,2 = 2,967 \text{ m}^3/\text{min} \quad \text{Área} = 14,835 \text{ m}^2/\text{min}$$

Comprobamos lo que anteriormente se mencionó :

$$38,06 \text{ Kg}/\text{min} / 14,835 \text{ m}^2/\text{min} = 2,56 \text{ Kg}/\text{m}^2, \text{ el cual está en el rango de } 37,19 - 1,17 \text{ Kg}/\text{m}^2$$

La relación de la longitud (L) y el ancho (a), según [11] :

$$L = 1,6 a$$

Tiempo de residencia es de 1 min (dato práctico)

Según DENVER – DILLON “Vibrating Screens”.

El área se puede calcular con :

$$A = (T - 0,5T) / (A \times B \times C \times D)$$

Dónde : A, B, C, y D son constantes de diseño según DENVER – DILLON “Vibrating Screens”, y estos valores son :

$$A = 0,43; B = 0,5; C = 1; D = 1$$

$$A = [(2,2836) - 0,5 (2,2836)] / (0,43 \times 0,5 \times 1 \times 1) = 5,31 \text{ ft}^2$$

$$\text{Área}_T = 5,31 \text{ ft}^2 = L \times a^2$$

$$a = 1,822 \text{ ft} = 0,555 \text{ m}$$

$$L = 2,915 \text{ ft} = 0,888 \text{ m}$$

Cálculo de la potencia (P) :

$$P = 0,12 \times A \text{ ft}^2 = 0,12 \times 5,31 \text{ ft}^2 = 0,6372 \times 1,2 = 0,764 \text{ Hp} \approx 1 \text{ Hp}$$

$$P = 1 \text{ Hp}$$

### **K3. Dimensionamiento**

- 1) De acuerdo a la serie de tamices U.S. de 5,66 mm de abertura de malla : 3,57 malla/pulg
- 2) Longitud : 0,90 m
- 3) Ancho : 0,6 m

#### **5.3.3. Evaluación económica**

- a) **Determinación del costo total de producción.**- El costo total de producción, se ha determinado considerando todos los costos que involucran al proceso de producción de alimento balanceado para aves, cerdos, y vacuno, de la siguiente manera :

$$\text{CTP} = \text{costo de fabricación} + \text{costos generales} \quad (5.18)$$

**A1 Costos de fabricación** = Costos directos de producción + costos fijos + costos generales de planta.

1) **Costos directo de producción** = Materia Prima + 0,10 CTP + 0,10(0,10 CTP) + 0,10 CTP + 0,02 ICF + 0,005 ICF + 0,10 (0,10 CTP) + 0,02 CTP

**Costos directo de producción** = Materia Prima + 0,22 CTP + 0,025 ICF

**CUADRO N° 5.29**  
**ESTIMACIÓN DEL COSTO DIRECTO DE PRODUCCIÓN**

<b>Concepto</b>	<b>Costos directos de producción</b>
Materia prima	Por el balance
Mano de obra	0,10 * CTP
Supervisión de operación	0,10 * 0,10 * CTP
Servicios auxiliares	0,10 CTP
Mantenimiento y reparación	0,02 * ICF
Suministro de operación	0,005 * ICF
Costos de laboratorio	0,10 * 0,10 * CTP
Regalías y patentes	0,02 * CTP
<b>Costo directo de producción</b>	<b>0,22 CTP + 0,025 ICF</b>

Fuente : Diseño de plantas Químicas (Volumen I) Ing° L. Machaca G.

2) **Costos fijos** : CF = 0,126 ICF

**CUADRO N° 5.30.**  
**ESTIMACIÓN DEL COSTO FIJO**

	<b>Costos fijo</b>
Depreciación	0,10 * ICF
Impuestos Locales	0,02 * ICF
Seguros	0,005 * ICF
Alquileres	0,0009 * ICF
<b>Costo fijo</b>	<b>0,126 ICF</b>

Fuente :Diseño de plantas Químicas  
(Volumen I) Ing° L.  
Machaca G.

3) **Costos generales de planta** : 0,05 CTP

A2) **Costos generales**

**CUADRO N° 5.31.  
ESTIMACIÓN DE COSTO GENERALES**

	<b>Costo parcial</b>
Costos de administración	0,025 * CTP
Costo de distribución	0,04 * CTP
Costo de investigación	0,03 * CTP
<b>Costos generales</b>	<b>0,095 * CTP</b>

**Fuente :** Diseño de plantas Químicas  
(Volumen I) Ing° L. Machaca G.

Los costos generales de planta (0,095 \* CTP) se ha calculado considerando :

Costos de Administración + Costos de Distribución y Comercialización  
+ Costos de Investigación y Desarrollo.

De tal manera que :

$$\text{CTP} = \text{COSTOS DE FABRICACIÓN} + \text{COSTOS GENERALES} \quad (5.19)$$

Por consiguiente, la variable a calcularse es la inversión de capital fijo, ICF :

$$\text{ICF} = \text{COSTOS DIRECTOS} + \text{COSTOS INDIRECTOS} \quad (5.20)$$

Entonces :

**COSTOS DIRECTOS** = costo de equipo + instrumentación + tuberías y cañerías instaladas + instalación eléctrica o equipo eléctrico + aislamiento+ pintura + obras civiles + instalación de servicios y mejoras del terreno + costo del terreno.

**CUADRO N° 5.32.  
ESTIMACIÓN DE COSTOS DIRECTOS, CD**

	<b>Costo parcial</b>
costo de equipo	0,40 ICF
Instalación + aislamiento + pintura	0,40 Costo del equipo adquirido
Instrumentación y control	0,10 Costo del equipo adquirido
Tuberías y cañerías	0,10 Costo del equipo adquirido
Instalación o equipo eléctrico.	0,08 Costo del equipo adquirido
Edificaciones y obras civiles	0,265 Costo del equipo adquirido
Instalación de servicios y mejora del terreno	0,10 Costo del equipo adquirido
Costo del terreno	0,08 Costo del equipo adquirido

**Fuente :** Diseño de plantas Químicas (Volumen I) Ing° L. Machaca G.

COSTOS INDIRECTOS = Costos de ingeniería + Costos de construcción y honorarios de contratistas y eventuales.

**CUADRO N° 5.33.  
ESTIMACIÓN DE COSTOS INDIRECTOS, CID**

	<b>Costo parcial</b>
Costos de ingeniería	0,0435 CD
Costos de construcción y honorarios	7,169058 CD
Eventuales	0,05 ICF

**Fuente :** Diseño de plantas Químicas (Volumen I) Ing° L. Machaca G.

Entonces, el costo total de producción se ha determinado con la siguiente ecuación :

$CTP = 0,22 CTP + 0,025 CFI + 0,126 CF + 0,05 CTP + 0,095 CTP +$   
Materia Prima

$$CTP = 0,3155 CTP + 0,151 ICF + \text{Materia Prima.} \quad (5.21)$$

Determinamos el costo de materia prima :

De la Tabla N° 5.12 tenemos que, el costo de materia prima unitario, es  
 0,348 \$/kg = 348 \$/ TM

$$13162 \frac{\text{TM}}{\text{año}} \times 348 \frac{\$}{\text{TM}} = 4\ 580\ 376 \frac{\$}{\text{año}}$$

Costo de materia prima anual total = 4 580 376 \$/año

La inversión total para el tamaño de planta óptimo de 13 162 TM/año es de 11 234 932 \$/año (ver estimación de inversión total), además se sabe la inversión de capital fijo, ICF es el 80% de la inversión total, entonces tenemos :

$$\text{ICF} = 0,8 i_2$$

$$\text{ICF} = 8\ 987\ 946 \frac{\$}{\text{año}}$$

Entonces, en la ecuación (5.21) :

$$\text{CTP} = 0,365 \text{ CTP} + 0,151 \text{ ICF} + \text{Materia Prima.}$$

$$\text{CTP} = 0,365 \text{ CTP} + 0,151 (8\ 987\ 946) + 4\ 580\ 376$$

$$0,635 \text{ CTP} = 5\ 937\ 556$$

$$\text{CTP} = 9\ 350\ 482 \frac{\$}{\text{año}}$$

Dividiendo entre la capacidad de planta :

$$\widehat{\text{CTP}} = \frac{9\ 350\ 482 \frac{\$}{\text{año}}}{13162 \frac{\text{TM}}{\text{año}}} = 710,42 \frac{\$}{\text{TM}}$$

$$\widehat{\text{CTP}} = 710,42 \frac{\$}{\text{TM}} \times \frac{\text{TM}}{1000\text{Kg}} = 0,7104 \frac{\$}{\text{Kg}}$$

$$\overline{\text{CTP}} = 0,7104 \frac{\$}{\text{Kg}}$$

$$\text{Costo fijo : } 0,126 \text{ CTP} = 0,126(9\ 350\ 482) = 1\ 178\ 161 = 1,1782 \times 10^6$$

MM \$/año

- b) **Estimación de inversión total.**- Se ha estimado la inversión total requerida para la instalación de la planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos y vacunos considerado la inversión de planta Quetzal “Nutrientes purina” de Guatemala (Carguill, 2016) de producción de alimentos balanceados de \$ 20 000 000,00 para una capacidad de producción de 30 000 TM/año.

Entonces, utilizando el modelo de escalamiento de Williams, tenemos :

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^\alpha \quad \longrightarrow \quad I_2 = I_1 \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^\alpha \quad (5.22)$$

Para un proceso agroindustrial  $\alpha = 0,70$

$$I_2 = 20\ 000\ 000 \left(\frac{13162}{30000}\right)^{0,7} = 11\ 234\ 932 \frac{\$}{\text{año}}$$

$$I_2 = 11,235 \frac{\text{MM\$}}{\text{año}}$$

Finalmente, para una capacidad de planta de  $13162 \frac{\text{TM}}{\text{año}}$  la inversión total es de :

\$ 11 234 932 /año

**B1. Inversión de capital fijo.**- La inversión de capital fijo hemos evaluado considerando el 80% de la inversión total.

$$\text{ICF} = 0,8 (11\ 234\ 932 \text{ \$/año}) = 8\ 987\ 946 \text{ \$/año.}$$

Entonces, mostramos en la **tabla N° 5.35** la evaluación respectiva [18]



**TABLA N° 5.30.**  
**ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN DEL CAPITAL FIJO, ICF**

CONCEPTO	%	MONTO US\$
<b>INVERSIÓN DE CAPITAL FIJO</b>	CD + CI	8 987 946
<b>Costos directos</b>		
Costos de equipos adquiridos	40%	3 595 178,4
Costo de instalación, aislación y pinturas	40%	1 438 071,4
Costo de instrumentación y controles instalados	10%	359 517,8
Costo de tuberías y cañerías instaladas	10%	359 517,8
Costo de instalaciones eléctricas	8%	287 614,3
Costo del edificio y obras civiles para el proceso y equipos auxiliares.	26,5%	952 722,3
Costo de instalaciones de servicio y mejoras de terreno	10%	359 517,8
Costo del terreno	8%	287 614,3
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>		<b>7 639 754.1</b>
<b>Costos Indirectos</b>		
Costos de ingeniería y supervisión	4,35 %	351 096,13
Costo de Construcción y honorarios de contrato	7,169058%	547 698,47
Costos eventuales	5%	449 397,3
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>		<b>1 348 191,9</b>

Fuente : Elaboración propia

**B2. Capital de trabajo.-** Se sabe que el capital de trabajo para una planta industrial, es la cantidad de dinero necesario para hacerla funcionar la planta hasta que produzca y se auto abastezca. Por lo que, para este caso se ha estimado el capital de trabajo tomando como base un trimestre, siendo esto el 20% de la inversión total.

**TABLA N° 5.31.**  
**ESTIMACIÓN DE LA INVERSIÓN DEL CAPITAL DE TRABAJO**

CONCEPTO	%	MONTO US\$
<b>INVERSIÓN DE CAPITAL DE TRABAJO</b>		
<b>PRIMER TRIMESTRE</b>		
Materia prima	30%	674 095,8
Costo de supervisión y mano de obra directa e indirecta	25%	561 746,5
Costo de mantenimiento y cargas fijas	20%	449 397,2
Imprevistos.	25%	561 746,5
<b>TOTAL INVERSIÓN DE CAPITAL DE TRABAJO</b>		<b>2 246 986</b>

Fuente : Elaboración propia

Por lo tanto :

la inversión total = \$ 8 987 946 + \$ 2 246 986 = \$ 11 234 932

Finalmente la inversión total para la producción de 13 162 TM/año de alimentos balanceados para aves, cerdos y vacunos asciende a 11 234 932 \$/año

**B3. Estado de pérdidas y ganancias.-** Las ventas netas consideramos como las ventas de cada año que son cobrados en el mismo año, de esta manera tenemos los ingresos totales desde \$ 13 962 000 en el primer año hasta \$ 15 794 400 en el último año. El costo de producción y los otros factores económicos que mostramos en la **Tabla N° 5.37.**

**Criterio de rentabilidad.-** Empleamos el concepto del valor actual neto (VAN) y el TIR

Se determina la TIR minima.

$$I = \frac{F1}{(1+i)^1} + \frac{F2}{(1+i)^2} - \frac{F3}{(1+i)^3} + \frac{F4}{(1+i)^4} + \frac{F5}{(1+i)^5} + \frac{F6}{(1+i)^6} \quad (5.23)$$

Reemplazando datos obtenemos :

$$i = 32,4634\% \text{ anual (TIR)}$$

Nosotros emplearemos un 17,10% para nuestros cálculos del VAN :

$$VANE = -I + \frac{F1}{(1+i)^1} - \frac{F2}{(1+i)^2} + \frac{F3}{(1+i)^3} + \frac{F4}{(1+i)^4} + \frac{F5}{(1+i)^5} + \frac{F6}{(1+i)^6} \quad (5.24)$$

$$VANE = \$ 7 011 110,55$$

VANE > 0 entonces, se acepta el Proyecto

Tasa de interés de retorno, TIRE = 32,4635 %

Cabe mencionar que este proyecto es de carácter social principalmente. El beneficio directo más importante del proyecto es la producción de rotenona con un valor agregado mayor a la que se exporta el barbasco al extranjero.

Por otro lado, evaluamos el VANF y la tasa de interés de retorno financiero, TIRF para ello usamos los datos obtenemos :

$$i = 86,3908\% \text{ anual (TIRF)}$$

Nosotros emplearemos un 14,748 % para nuestros cálculos del VANF :

$$VANF = - \text{Aporte propio} + \frac{F1}{(1+i)^1} + \frac{F2}{(1+i)^2} + \frac{F3}{(1+i)^3} + \frac{F4}{(1+i)^4} + \frac{F5}{(1+i)^5} + \frac{F6}{(1+i)^6} \quad (5.25)$$

$$VANF = \$13 484 539.53$$

**VANF > 0**

Tasa de interés de retorno financiero, TIRF = 95,9366 %

Con la elaboración de la **tabla N° 5.37**, concluimos que se recuperara la totalidad de la inversión a partir del tercer año, lo cual hace factible dicha inversión.

**TABLA N° 5.32  
ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS**

<b>AÑO</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>INVERSIÓN S/AÑO</b>	<b>- 11 234 932</b>										
<b>DEMANDA T/M/AÑO</b>		11 635	12 175	12 761	13 392	14 067	14 788	15 554	16 364	17220	18 121
<b>CAPACIDAD DE PLANTA Qp. (TM)</b>		11 635	12 175	12 761	13 162	13 162	13 162	13 162	13 162	13 162	13 162
<b>INGRESO POR VENTAS S/AÑO</b>		13 962000	14 610 000	15 313 200	15 794 400	15 794 400	15 794 400	15 794 400	15 794 400	15 794 400	15 794 400
<b>COSTO FIJO S/AÑO</b>		1 178 161	1 178 161	1 178 161	1 178 161	1 178 161	1 178 161	1 178 161	1 178 161	1 178 161	1 178 161
<b>COSTO TOTAL S/AÑO</b>		8265736,70	8649363,50	9065669,62	9350548,04	9350548,04	9350548,04	9350548,04	9350548,04	9350548,04	9350548,04
<b>UTILIDAD BRUTAS/AÑO</b>		5696263,30	5960636,50	6247530,38	6443851,96	6443851,96	6443851,96	6443851,96	6443851,96	6443851,96	6443851,96
<b>Ley de Industrias N° 23407 (12%) S</b>		683551,60	715276,38	749703,65	773262,24	773262,24	773262,24	773262,24	773262,24	773262,24	773262,24
<b>Impuesto a la Renta (28%) S</b>		1403559,28	1468700,83	1539391,49	1587765,12	1587765,12	1587765,12	1587765,12	1587765,12	1587765,12	1587765,12
<b>Utilidad retenida (FLUJO DE CAJA) S</b>	<b>- 11 234 932</b>	3609152,43	3776659,29	3958435,25	4082824,60	4082824,60	4082824,60	4082824,60	4082824,60	4082824,60	4082824,60
<b>PRESTAMO INTERESES (S)</b>	<b>-7864452,40</b>	398589,81	333047,93	254809,93	166752,36	67642,80					
<b>AMORTIZACION APORTE PROPIO</b>	<b>-3370479,60</b>	421467,29	623366,63	701604,63	789662,19	888771,76					
<b>FLUJO NETO FINANCIEROS</b>		2789095,33	2820244,73	3002020,69	3126410,04	3126410,04					

Precio = 1200 \$/TM; CVu = 620,90 \$/TM; VANE = \$ 70110,55; TIRE = 32,4634%; VANF = \$ 13 484 539,53 ; TIF = 86,39082%

Fuente : Elaboración propia.

### **5.3.3.1. Financiamiento**

El Financiamiento del Proyecto para la instalación de la planta industrial para la producción de alimento balanceado para aves, porcinos y vacunos requiere de una inversión de \$ 11 234 932 (dólares americanos), y cuyos desembolsos se efectuarán en partes iguales en los próximos dos años, a partir del 2018 hasta el 2019. El horizonte de planeamiento es de 1 año, a partir del segundo año (2019), el proyecto generará ingresos. Se estima que los ingresos anuales serán del orden de los \$ 15 794 400 dólares, que los costos fijos anuales es del orden de \$ 1 178 161, y el costo variable total del unitario de 620,90 \$/TM de los ingresos estimados, los cual detallamos en la **Tabla N° 5.37**.

#### **Estructura de financiamiento**

La estructura de financiamiento será de 70,0% deuda y 30% aporte de los promotores del proyecto. La bondad del proyecto les permite tener acceso a un financiamiento en un plazo de dos años, a un costo de 12% por año. Durante la fase de construcción el préstamo capitalizará los intereses, posteriormente a partir del 2018 el préstamo acumulado se pagará en cuotas iguales en un plazo de dos años

El esquema de financiamiento para nuestro proyecto es :

Capital financiado por banco de crédito	= \$ 7 864 452,4
Capital propio y de accionistas	= <u>\$ 3 370 479.6</u>
Inversión total	= \$ 11 234 932

Los créditos necesarios para el financiamiento de la inversión será otorgada por el banco de crédito la cantidad de \$ 7 864 452,4. La tasa de interés

que le banco cobrara por el préstamo otorgado en dólares norteamericanos, a un interés de 12% anual al rebatir por todo concepto, incluyendo comisiones, intermediario, etc.

## VI. RESULTADOS

El desarrollo de los objetivos de la presente tesis dio los siguientes resultados :

**TABLA N° 6.1.  
LOCALIZACIÓN PLANTA ÓPTIMA**

	Localización 1		Localización 2	
	Región	Sitio	Región	Sitio
	Lima	Carabayllo	Lima	Lurín
Evaluación de los factores	460	700	490	790

Fuente : Evaluación propia

**TABLA N° 6.2.  
TAMAÑOS DE PLANTA ÓPTIMO**

	TAMAÑO DE PLANTA TM/AÑO	UTILIDADES S/AÑO
Tamaño de planta Máximo	13 162	10 529 183
Tamaño de planta Intermedio:		
Tamaño de planta- Inversión	8103	- 43 250 066
Tamaño de planta- Materia prima	7982,3	- 45 334 413
Tamaño de planta Mínimo	3500	-93 566 357

Fuente : Elaboración propia

**TABLA N° 6.3  
REQUERIMIENTO DE MATERIA PRIMA EN EL ALIMENTO  
BALACEADO PARA GANADO PORCINO**

INSUMO	COMPOSICIÓN (%)	BASE : 2285 Kg/hr	BASE : 381 Kg/lote
Maíz (hidratos de carbono)	77,25	1765,20	294,32
Torta de Soya (proteína)	20,00	457,00	76,2
Fosfato	1,25	28,56	34,76
Carbonato de calcio	0,75	17,14	2,86
Sal	0,30	6,86	1,14
Premix vitaminas	0,25	5,72	0,953
Premix minerales	0,20	4,57	0,762

Fuente : Elaboración propia con datos de [18] y [21]



**TABLA N° 6.4**  
**REQUERIMIENTO DE MATERIA PRIMA EN EL ALIMENTO**  
**BALACEADO PARA GALLINAS PONEDORAS**

INSUMO	COMPOSICIÓN (%)	BASE : 2285 Kg/hr	BASE : 381 Kg/lote
Hidratos de carbono:			
Maíz	30	685,5	114,3
Sorgo	25	571,25	95,25
Polvillo de arroz	15	342,75	57,15
Arroz en grano	2,8	63,98	10,67
Afrecho	3,7	84,55	14,1
Melaza	1	22,85	3,81
Proteínas:			
Torta de Soya	7	159,95	26,67
Harina de pescado	7	159,95	26,67
Pre – mezcla*	8,5	194,23	32,39

\* Pre – mezcla (Ingredientes menores : vitaminas, minerales, aditivos y otros)

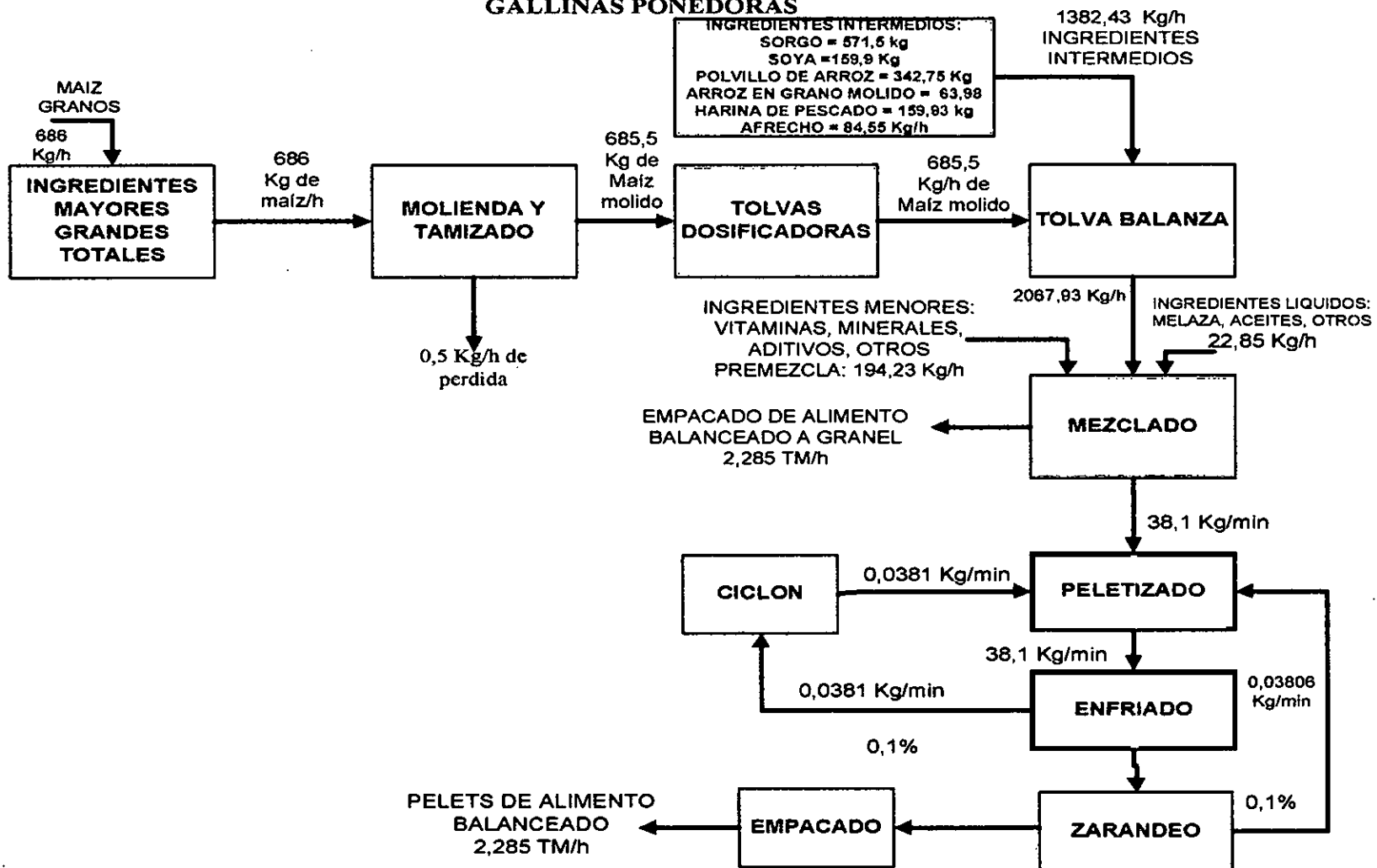
Fuente : Elaboración propia con datos de INDECOPI

**TABLA N° 6.5**  
**REQUERIMIENTO DE MATERIA PRIMA EN EL ALIMENTO**  
**BALACEADO PARA GANADO VACUNO**

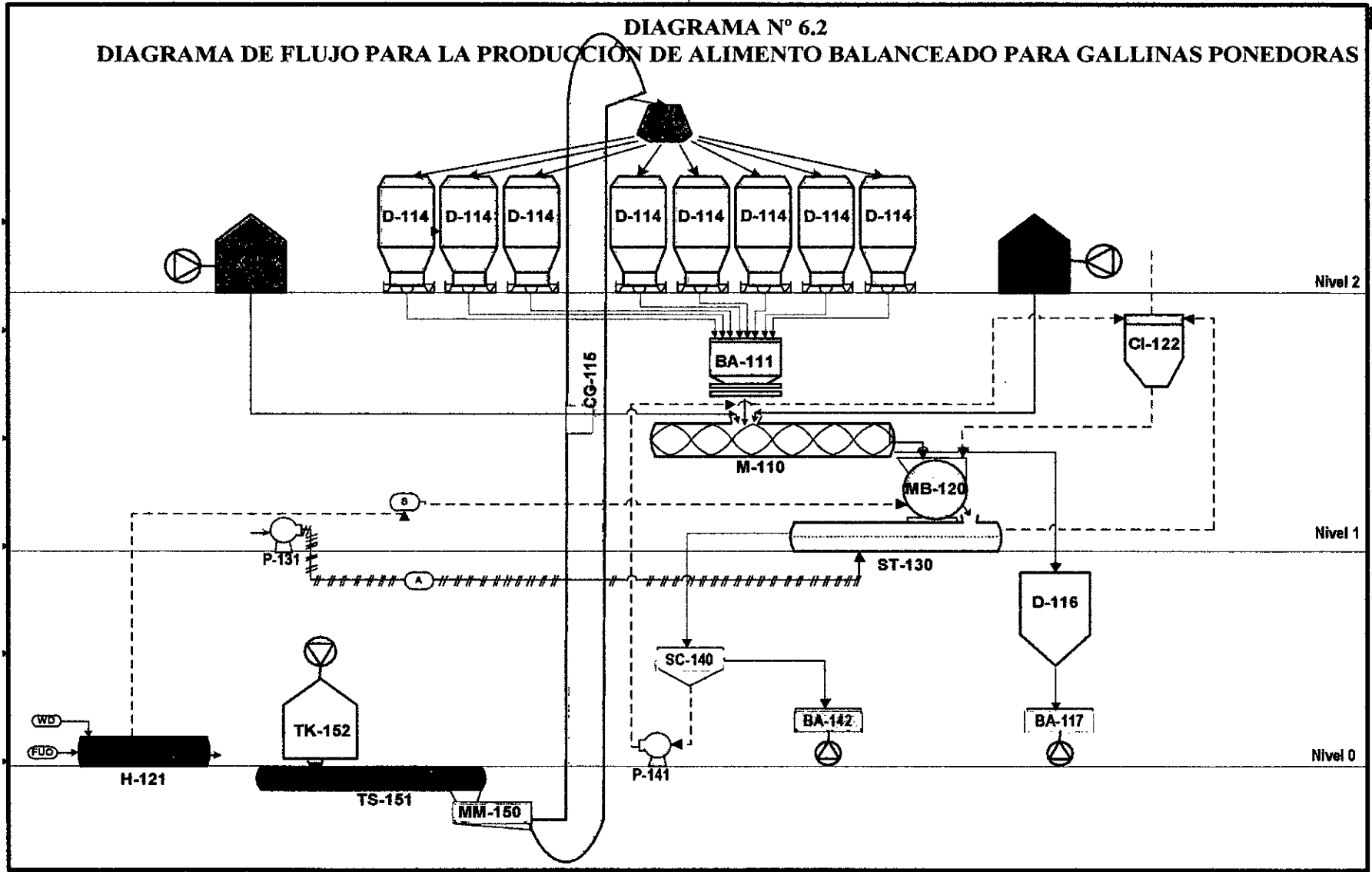
INSUMO	COMPOSICIÓN (%)	BASE : 2285 Kg/hr	BASE : 381 Kg/lote
Cascara de algodón	21	479,85	80,01
Coronta Molina	24,4	557,54	92,96
Melaza de caña	24,4	557,54	92,96
Harina de pescado 2da.	12,9	294,77	49,15
Pasta de algodón	12,9	294,77	49,15
Sal común	1,00	22,85	3,81
Aceite de pescado	3,4	77,69	12,954

Fuente : Elaboración propia con datos de [2]

**DIAGRAMA N° 6.1**  
**DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO PARA GALLINAS PONEDORAS**



**DIAGRAMA N° 6.2**  
**DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA PRODUCCION DE ALIMENTO BALANCEADO PARA GALLINAS PONEDORAS**



**TABLA N° 6.6**  
**ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS**

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>INVERSIÓN S/AÑO</b>	- 11 234 932										
<b>DEMANDA TM/AÑO</b>		11 635	12 175	12 761	13 392	14 067	14 788	15 554	16 364	17220	18 121
<b>CAPACIDAD DE PLANTA Q<sub>p</sub> (TM)</b>		11 635	12 175	12 761	13 162	13 162	13 162	13 162	13 162	13 162	13 162
<b>INGRESO POR VENTAS S/AÑO</b>		13 962000	14 610 000	15 313 200	15 794 400	15 794 400	15 794 400	15 794 400	15 794 400	15 794 400	15 794 400
<b>COSTO FIJO S/AÑO</b>		1 178 161	1 178 161	1 178 161	1 178 161	1 178 161	1 178 161	1 178 161	1 178 161	1 178 161	1 178 161
<b>COSTO TOTAL S/AÑO</b>		8265736,70	8649363,50	9065669,62	9350548,04	9350548,04	9350548,04	9350548,04	9350548,04	9350548,04	9350548,04
<b>UTILIDAD BRUTAS/AÑO</b>		5696263,30	5960636,50	6247530,38	6443851,96	6443851,96	6443851,96	6443851,96	6443851,96	6443851,96	6443851,96
<b>Ley de Industrias N° 23407 (12%) \$</b>		683551,60	715276,38	749703,65	773262,24	773262,24	773262,24	773262,24	773262,24	773262,24	773262,24
<b>Impuesto a la Renta (28%) \$</b>		1403559,28	1468700,83	1539391,49	1587765,12	1587765,12	1587765,12	1587765,12	1587765,12	1587765,12	1587765,12
<b>Utilidad retenida (FLUJO DE CAJA) \$</b>	- 11 234 932	3609152,43	3776659,29	3958435,25	4082824,60	4082824,60	4082824,60	4082824,60	4082824,60	4082824,60	4082824,60
<b>PRESTAMO INTERESES (\$)</b>	-7864452,40	398589,81	333047,93	254809,93	166752,36	67642,80					
<b>AMORTIZACION APOORTE PROPIO</b>	-3370479,60	421467,29	623366,63	701604,63	789662,19	888771,76					
<b>FLUJO NETO FINANCIERO \$</b>		2789095,33	2820244,73	3002020,69	3126410,04	3126410,04					

Precio = 1 200 \$/TM; CV<sub>u</sub> = 620,90 \$/TM; VANE= \$ 70 110,55 ; TIRE = 32,4634%; VANF = \$ 13 484 539,53; TIF = 86,39082%

Fuente : Elaboración propia.

## VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la **Tabla N° 6.1**, se observa que la evaluación de los factores locacionales para la localización 1 y localización 2, se han determinado usando el método semicuantitativo para ambas alternativas, obteniéndose que la localización 1 alcanzó los 460 puntos para los factores locacionales que involucran la región, mientras que, para el sitio obtuvo una calificación de 700 puntos, asimismo se observa que la localización 2 alcanzó 490 puntos para los factores locacionales que incluyen la región y una calificación de 790 puntos para el sitio. Debido al análisis de estos resultados se ha elegido que la planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos y vacunos debe ser instalada en el distrito de Lurín.

En la **Tabla N° 6.2**, se muestra los resultados obtenidos luego del análisis y evaluación del tamaño de planta máximo (tamaño de planta- mercado), del tamaño de planta intermedio (tamaño de planta- materia prima, tamaño de planta- inversión) y del tamaño de planta mínimo (tamaño de planta- punto de equilibrio), y utilizando el método del estado de pérdida y ganancia, se ha determinado las utilidades para cada tamaño de planta mencionado y se observa que el tamaño de planta máximo (tamaño de planta- mercado) es el que muestra mayor utilidad, siendo determinado como el tamaño de planta óptimo con una capacidad de 13162 TM/año.

En la **Tabla N° 6.3**, se muestra el requerimiento de materia prima en el alimento balanceado para ganado porcino.

En la **Tabla N° 6.4**, se muestra el requerimiento de materia prima en el alimento balanceado para gallinas ponedoras.

En la **tabla N° 6.5**, se muestra el requerimiento de materia prima en el alimento balanceado para ganado vacuno.

Estas formulaciones que se muestran en las **Tablas N°s. 6.3, 6.4, 6.5**, se han hecho mediante pruebas en laboratorio y con la ayuda de la computadora, de tal manera que cumpla con los requerimientos de calidad emitidos en la actualidad por INDECOPI.

En el **Diagrama N° 6.1**, Se muestra el resultado obtenido al analizar la tecnología apropiada, y los parámetros de operación del proceso de producción industrial de alimentos balanceados para aves, porcino y vacuno, y se ha obtenido el diagrama de bloques para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos y vacunos, indicando la secuencia del proceso y el balance de materia en cada operación que componen la unidad de producción. Con respecto al balance de materia se ha obtenido partiendo de la capacidad de producción óptima de 13162 TM/año.

El balance de materia se ha determinado considerando los datos de la **tabla N° 5.26** y teniendo en cuenta que para la producción de alimentos balanceados para gallinas ponedoras usan más equipos que para los porcinos y vacunos.

En el **Diagrama N° 6.2**, se muestra el diagrama de flujo codificado, utilizando esquemas funcionales para cada operación del proceso de producción industrial de alimentos balanceados para aves, porcino y vacuno. Este diagrama de flujo es el plan básico que se utiliza para el diseño de los equipos y la

elaboración del plan maestro y finalmente el plano de disposición de planta (plan layout)

En el **Diagrama N° 6.3**, se muestra el plan maestro indicando el área de proceso, área administrativa, área futura, y las otras áreas que corresponden a las unidades que componen la planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, porcino, vacunos.

En la **Tabla N° 6.6**, se muestra el estado de pérdida y ganancia de la planta óptima para la producción de alimentos balanceados para aves, porcinos, vacunos, indicando la evaluación y optimización económica. Asimismo, ilustra que el proyecto de instalación de esta planta industrial tiene un valor actual neto económico, VANE de \$ 7 011110,55, con una tasa de interés de retorno económico, TIRE de 32,46%, y un valor actual neto financiero, VANf de \$ 13 484 539,53, con una tasa de interés de retorno financiero, TIRf es de 86,39%

## VIII. CONCLUSIÓN

- 1) Se logró el objetivo de la determinación de tamaño de planta óptimo de 13 162 TM/año, para la elaboración de plano de disposición de la planta industrial de producción de alimentos balanceados para aves, porcino y vacuno mediante el análisis y el estudio del mercado.
- 2) La ubicación de la planta se ha establecido en la región de Lima, en el distrito y localidad de Lurín, tomando como factor determinante que se encuentra cerca la materia prima y los beneficios de los otros factores locacionales evaluados, lográndose el objetivo trazado.
- 3) Se ha desarrollado la tecnología seleccionada a escala laboratorio para el estudio de las variables de operación y del diseño del proceso industrial, asimismo las variables de diseño de los equipos principales y de uso genérico.
- 4) Se ha realizado el diseño y selección de los equipos principales y de uso genérico que componen la unidad de producción industrial, mediante los fundamentos y procedimiento de diseño de equipos principales y de uso genérico, elaborándose el plano de disposición de planta con sus dimensiones respectivas.
- 5) La propuesta de diseño mostrada en este trabajo es la mejor opción entre varias alternativas planteadas; durante su desarrollo se demuestra el uso de equipos de fácil construcción y de fabricación nacional. Los costos asociados a la instalación de la planta son moderados, y de igual manera los costos de manufactura, porque se necesita una mínima cantidad de trabajadores, se utilizan varios insumos como materia prima. Un precio medio de US\$ 1,2



\$/Kg, indica que esta alternativa es muy adecuada para cubrir la necesidad de del mercado nacional.

- 6) Se logró el objetivo de la evaluación económica y financiera con un VAN de \$ 7 011 110.53/ año y que los costos de producción demuestran que esta alternativa económica es rentable. Desde éstos dos puntos vista se puede afirmar que el proyecto es un proceso con una gran potencia, y es necesario ampliar su investigación.

## **IX. RECOMENDACIONES**

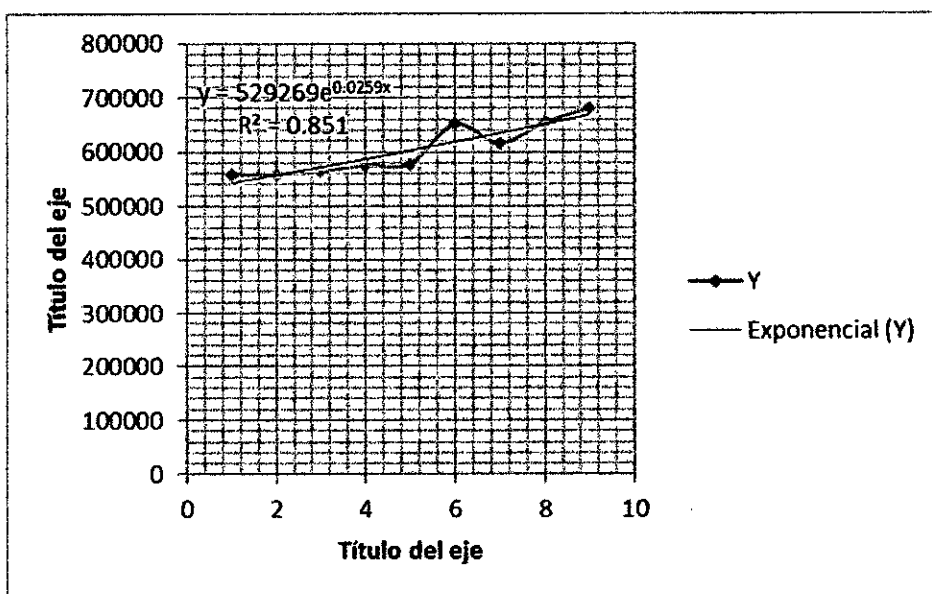
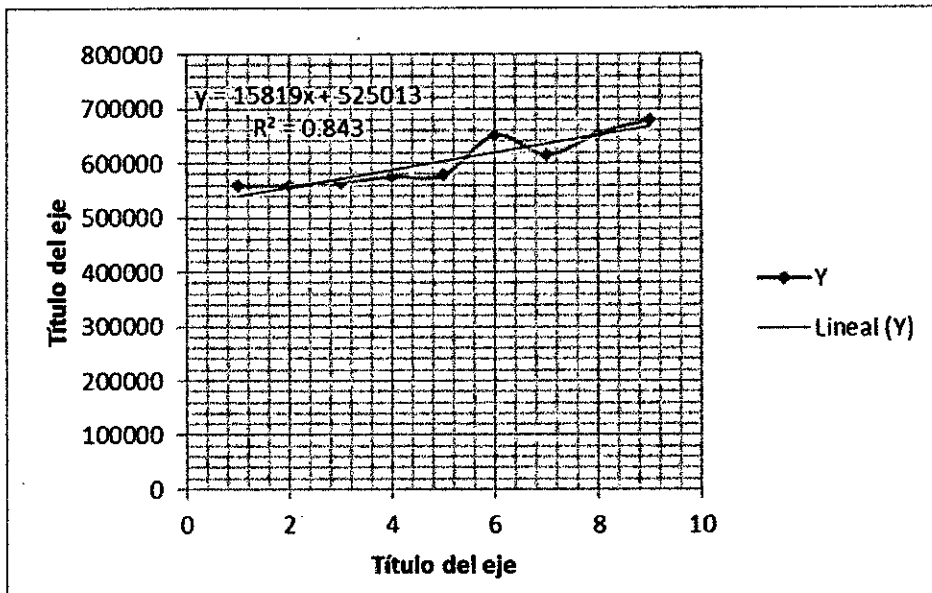
- 1) El margen de ganancia que se obtienen es alto, y por lo tanto se recomienda su aplicación e implementación de la planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos y vacunos.
- 2) De acuerdo a los parámetros establecidos durante la fase de diseño, esta instalación garantiza su instalación para la producción industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos y vacunos.
- 3) La tecnología que existe para mejorar cada etapa del proceso es diversa y queda a criterio de los productores industriales implementar sus unidades progresivamente con los equipos e instrumentos recomendado.

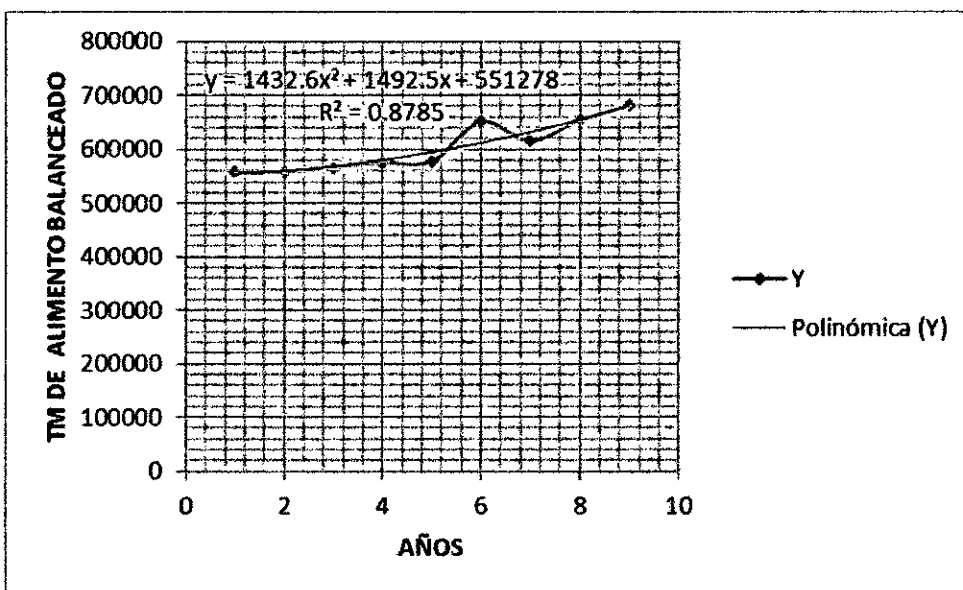
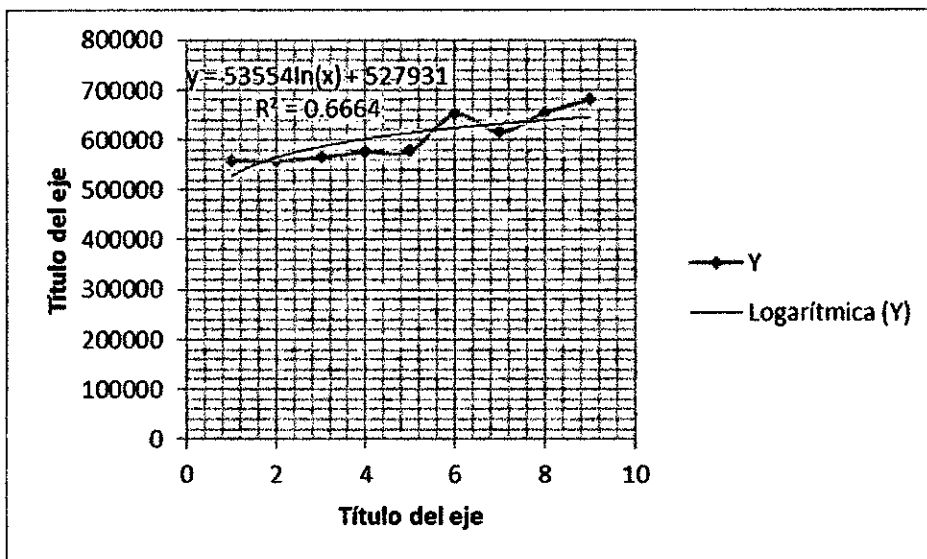
## **X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 1) ADEX; **Directorio agroindustrias alimentos y bebidas**; 1997, Lima – Perú.
- 2) BARTHOLOMAI, A.D., **Fábricas de alimentos**, 2<sup>da</sup> Edición, Editorial Acriba S.A., España. 1991
- 3) Mcketta, John J., Dekker, Marcel. "Encyclopedia of Chemical Processing and Design". Tomo 8. New York and Bases. 324 – 333. 1979
- 4) CPM (California Pellet Mill); **Manual del operario de Prensas Peletizadoras**. Part of Consolidate Process Machinery
- 5) CIU; **Clasificación internacional industrial uniforme de todas las actividades económicas**. Revisión 3
- 6) HIDALGO, L., V.; **Formulación de alimentos balanceados para engorde de ganado vacuno**. AGROBANCO, Guía Técnica, Zepita – Chucuito, Puno. Perú. 2013
- 7) EGAN, H., Kirk, R., y Sawyer, R., **Análisis Químicos de alimentos de Perason**, 4<sup>ta</sup> Edición, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México. 1991
- 8) INTINTEC; **Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas**; Lima – Perú; R.D. N° 047 – 81. INTINTEC.DG/DN C.D.U.536.084.5; 02/03/1981; 4 pag.
- 9) INTINTEC; **Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas**; Lima – Perú; R.D. N° 610 – 75. INTINTEC.D.G/DN; 31/12/1975; 3 pag.
- 10) INTENTEC; **Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas**; Lima – Perú, R.D. N° 610 – 75. INTENTEC.D.G/D.N.C.U. 636.085.2; 12/1975; 3 pag.
- 11) INTENTEC; **Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas**; Lima – Perú; R.D. N° 610 – 75. INTINTEC.DG/12/1975; 4 pag.

- 12) LOPEZ – GOMEZ, A., **Diseño de industrias agroalimentarias**, Editorial A.M.V., España. 1999
- 13) MACHACA, G. L. F., **Diseño de Plantas Químicas (Volumen I)**, trabajo de investigación (informe final). Facultad de Ingeniería Química Universidad Nacional del Callao, Callao – Perú, 2013
- 14) McKETTA, John J., DEKKER, Marcel. **Encyclopedia of Chemical Processing and Design**. Tomo 8. New York and Bases. 324 – 333. 1979
- 15) PERRY, John, H. **Chemical Engineers' Handbook**. Tomo I. USA. Editorial. McGraw Hill Book Company, Inc., Third edition, 1981
- 16) RASE, H. F., BARROW, M.H., **Ingeniería de Proyectos para plantas en proceso**, Editorial C.E.C.S.A., Mexico. 1993
- 17) RIVERA, C. A. M., **Estudio técnico económico de una planta Premix para alimentos balanceados**, Tesis para optar el grado de Ingeniero Químico, Universidad Nacional de Ingeniería, vol. 1; Lima – Perú. 1994
- 18) ROJAS, S., **Nutrición animal aplicada**, Universidad Nacional Agraria – La Molina, Lima – Perú .1973
- 19) PRIMO YÚFERA, E., **Química agrícola, Volumen III : Alimentos**, 1<sup>ra</sup> edición, Editorial Alhambra, S.A., España, 1979
- 20) SALE, D. R., **Instalaciones de manufactura: Ubicación, planeación, y diseño**, Editorial Thomson Learning, Mexico. 2001
- 21) ULRICH, G.D., **Procesos de Ingeniería Química**, Editorial Mc Graw Hill, Mexico. 1990
- 22) UNIVERSIDAD NACIONAL LA AGRARIA; **Programa de investigación de alimentos; Unidad operativa: Planta Piloto de Alimentos**; Lima – Perú. 1994
- 23) Ullmann, Fritz. **Enciclopedia de Química Industrial**. Tomo IV. Urban & Schwarzenberg. Barcelona 89 – 93, 1931

**APÉNDICE N° 1**  
**MODELOS ECONÓMICOS PARA LA PROYECCIONES DE**  
**MERCADO**





## **ANEXOS**

**ANEXO N° 1**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES E INDICADORES</b>	<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> El diseño de una planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos abarca varios aspectos, entre los cuales el más relevante, y teniendo en cuenta a la descripción inicial del objeto de investigación, se podrá plantear la siguiente pregunta: <b>¿Cómo se diseñará una planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdo, y vacunos?</b></p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿De qué manera se determinara la localización y el tamaño de planta óptimo para la producción industrial de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos?</li> <li>2. ¿Cómo y con qué tecnología se lograra la producción industrial de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos?</li> <li>3. ¿Cuál será la inversión y la rentabilidad económica para la producción industrial de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos?</li> <li>4. ¿Cómo se lograra elaborar el plano de distribución de la planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos?</li> </ol>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b> Diseñar una planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluar y determinar la localización y el tamaño de planta óptimo para la producción industrial de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.</li> <li>2. Determinar la tecnología apropiada y los parámetros de operación del proceso industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.</li> <li>3. Determinar la inversión y la rentabilidad económica para la producción industrial de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.</li> <li>4. Diseñar los equipos principales y de uso genérico y elaborar el plano de disposición o distribución de planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.</li> </ol>	<p><b>Hipótesis General.-</b> El diseño de una planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos considera los fundamentos de la ingeniería de diseño y su evaluación económica para elaborar el plano de disposición de planta.</p> <p><b>Hipótesis Especifica.-</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Los fundamentos y los criterios de localización y tamaño de planta permiten evaluar y determinar la localización y tamaño de planta para la producción industrial de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.</li> <li>b) Los fundamentos de diseño de la ingeniería del proceso nos permite evaluar y seleccionar la tecnología adecuada y determinar los parámetros de operación para el proceso de producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.</li> <li>c) Los fundamentos y procedimientos de diseño de equipos nos permite diseñar los equipos principales y de uso genérico para la elaboración del plano de disposición de planta.</li> <li>d) Los fundamentos de la ingeniería económica nos permite determinar la rentabilidad económica y su financiamiento.</li> </ol>	<p>Las variables son las siguientes: <math>X = f(Y_1, Y_2)</math></p> <p><b>Variable dependiente:</b> <math>X =</math> Diseño de una planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.</p> <p><b>Variables independientes:</b> <math>Y_1 =</math> Localización y tamaño de planta óptimo <math>Y_2 =</math> Tecnología y parámetros del proceso de producción <math>Y_3 =</math> Diseño de equipos principales y de uso genérico <math>Y_4 =</math> Rentabilidad y viabilidad del proceso</p> <p><b>Dimensiones e indicadores:</b> -Factores locacionales, Calificación. -Tamaño de planta óptimo, TM/ año - Selección de tecnologías (métodos), Calificación. - Flujo de alimentación Concentración, temperatura, presión, Rendimiento de producto, % pp, °K, atm. %R, min. -Capacidad, dimensionamiento, especificaciones, datos de construcción, m<sup>3</sup>, HP, m - CTP, Ingresos por venta, beneficio, inversión, \$/ TM, \$/año.</p> <p><b>Variables dependientes:</b> - Capacidad de producción, TM/ año.</p> <p><b>DIMENSIONAMIENTO</b> Largo, ancho, y Altura, m Datos de construcción, m Plano de disposición de planta</p>	<p><b>Tipo de la investigación.-</b> <b>Diseño de la investigación.-</b></p> <p><b>a) Definir el escenario de la investigación.-</b> El escenario es el Laboratorio de Operaciones y Procesos Unitarios (LOPU) de la FIQ – UNAC.</p> <p><b>b) Elegir el método o modelo de diseño.-</b> Dado que los fundamentos y procedimientos de diseño nos proporciona la metodología de diseño, y es necesario utilizar el enfoque en la determinación del tamaño de planta o el volumen del flujo de producción.</p> <p><b>c) Determinar las variables de diseño.-</b> Se utilizara información científica relevante, para cuantificar los indicadores de las principales variables arriba señaladas, con el propósito de determinar la localización y tamaño de planta, la tecnología adecuada, la rentabilidad económica, las dimensiones de los equipos que componen la unidad de producción para la elaboración del plano de disposición de planta.</p> <p><b>d) Recolectar la información necesario para evaluar cada clase de uso (o de no uso) objeto de este estudio.</b> Ante la imposibilidad del material de obtener información para todos los indicadores de las variables contempladas para alcanzar todos los propósitos de este estudio; se colectara información de fuentes secundarias; producto de investigaciones previas, ejecutadas por instituciones académicas, organismos no gubernamentales y otras entidades dedicadas a la investigación, relacionadas con algunos de los indicadores que por las limitaciones materiales para llevar a efecto este estudio no se puedan obtener de la fuentes primarias. Se determinara valores de indicadores: Localización y tamaño de planta, tecnología adecuada de los procesos de producción, la evaluación y la rentabilidad económica y el diseño de equipos detallado. Para ello, también será necesario recolectar el historial de la demanda y proceso de producción industrial de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos.</p> <p><b>e) Diseñar una planta para la industrialización del sauco.-</b> Para diseñar detalladamente una planta industrial para la producción de alimentos balanceados para aves, cerdos, y vacunos se aplicaran los fundamentos y procedimientos de diseño detallado de ingeniería.</p>



ANEXO N° 2

COMPOSICION NUTRITIVA DE LOS INGREDIENTES (Base fresca)

ALIMENTO	M.S. %	P.T. %	N.O.T. %	EMM (Mcal/Kg.)	ENG	F.C. %	Ca. %	P %
Harina de pescado	90	60.0	60.0	1.50	1.00	0.0	4.00	2.50
Harina de mazorca	90	45.0	56.0	1.17	0.85	0.0	4.60	2.80
Pasta de algodón	90	34.0	60.0	1.49	0.95	15.0	0.18	0.98
Harina de plumas	90	0.85	60.0	1.50	0.80	0.6	0.20	0.60
Urea, 45% N	90	281.0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
Semilla de algodón tra	90	22.0	85.0	2.30	1.45	16.2	0.14	0.66
Malt grano	86	9.0	78.0	2.10	1.40	2.5	0.02	0.30
Subproducto de trigo	88	15.0	56.0	1.34	0.89	11.0	0.11	1.16
Subproducto de cebada	88	11.0	71.0	1.70	1.10	7.5	0.06	0.35
Polvillo de arroz	89	12.0	66.0	1.52	0.99	12.0	0.12	1.40
Subproducto de achote	88	13.0	62.0	1.43	0.83	13.0	0.11	0.80
Mejaza	75	3.5	55.0	1.46	0.90	0.0	0.80	0.08
Algarrobo (vainas)	85	9.2	56.0	1.18	0.58	19.0	0.25	0.15
Grasa-Acete de pescado	99	0.0	180.0	5.20	2.60	0.0	0.00	0.00
Coronita de maíz (yuza)	90	2.5	43.0	0.91	0.14	32.0	0.10	0.04
Panca de maíz	87	5.1	51.0	1.09	0.54	30.0	0.52	0.08
Cascara de algodón	90	3.8	40.0	0.78	0.18	41.0	0.14	0.60
Cascara de cacao	91	12.0	58.0	1.20	0.56	23.0	0.29	0.20
Orujo (Suuche)	25	6.5	17.0	0.37	0.22	4.0	0.07	0.14
Broza de esparago	88	12.0	45.0	1.20	0.55	44.0	0.20	0.30
Hornny feed	86	10.7	75.0	1.36	1.00	6.0	0.10	0.11
Germeñ. maíz	86	13.6	84.0	2.05	1.36	12.9	1.00	1.10
Carbonato de calcio	99	0.0	0.0	0.00	0.00	0.0	38.00	0.00

M.S. : Materia seca, P.T. : Proteina total, N.D.T. : Nutrientes digeribles totales, F.C. : Fibra cruda, Ca. : Calcio y P. : Fosforo

## ANEXO N° 3

### 3.2 Principales Productos

Tal como mencionamos anteriormente, en el subsector el producto que más desarrollo tiene en el Perú es el de alimentos balanceados para aves llegando a producir en el año 2000 1,4 millones de TM, el mismo que significa un crecimiento de 55,6% con relación a la producción del año 1995. También se producen alimentos balanceados para el sector pecuario pero en menor escala.

**Cuadro  
8**

**CIU 1533: PRODUCCION DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS**

PRODUCTOS	U.M.	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Alimentos Balanceados - Aves	Millón TM.	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4
Alimentos Balanceados - Porcino	ML.TM.	47,3	49,7	52,0	54,6	67,0	72,8
Alimentos Balanceados - Vacuno	ML.TM.	23,6	23,6	27,1	34,4	30,5	26,5

Fuente: Oficina de Estadística - OGIER - MITINCI

## ANEXO N° 4

C.22 PERÚ: ALIMENTO BALANCEADO, MATERIA PRIMA E INSUMOS POR REGIÓN, 2015  
(Toneladas)

Región	Variable	Maíz Amarillo Duro	Sorgo	Soya Grano	Harina de Pescado	Grasa de Pescado	Sub producto de Trigo	Torta de Soya	Torta de Algodón	Maíz	Pollito de Arroz	Carbonato de Calcio	Otras Materias Primas e Insumos
Total	Ingreso	1 953 839	3 464	34 631	26 681	39 193	164 379	942 369	4 215	5 320	65 712	43 260	293 739
	Utilización	1 859 233	7 785	30 127	33 960	39 983	155 478	917 566	3 947	5 321	64 887	41 829	291 179
Arequipa	Ingreso	168 244	0	0	1 150	0	10 726	61 825	453	0	589	7 781	8 850
	Utilización	166 728	0	0	1 229	0	10 574	61 840	462	0	525	7 589	8 143
Cusco	Ingreso	464	0	0	0	92	189	177	0	0	42	15	44
	Utilización	464	0	0	0	92	190	176	0	0	42	15	45
Callao	Ingreso	10 495	0	0	0	0	11 940	8 907	0	0	1 172	595	2 425
	Utilización	10 305	0	0	0	0	11 564	8 711	0	0	1 162	603	2 484
Huanuco	Ingreso	376	0	0	20	13	18	33	11	0	27	16	0
	Utilización	376	0	0	20	12	18	33	11	0	29	16	0
Ica	Ingreso	190 170	395	0	142	4 368	17 254	60 263	1 511	301	174	7 735	34 117
	Utilización	186 123	425	0	97	4 243	15 656	59 648	1 513	301	177	7 051	34 209
La Libertad	Ingreso	431 388	784	2 645	15 525	12 093	74 818	267 919	797	2 827	28 956	7 751	39 614
	Utilización	375 307	852	1 342	20 227	11 978	66 368	244 692	551	2 910	28 957	7 369	43 624
Lambayeque	Ingreso	90	0	0	122	443	4 970	13 258	0	62	5 962	93	10 394
	Utilización	124	0	0	141	418	4 958	13 027	0	59	5 875	92	10 552
Lima	Ingreso	575 581	2 285	31 208	5 291	12 717	15 510	312 140	356	1 641	17 708	11 814	63 601
	Utilización	576 701	6 498	28 027	5 111	13 237	15 548	315 331	355	1 558	17 404	11 598	61 399
Lima Metropolitana	Ingreso	428 644	0	0	1 116	6 655	25 816	151 924	1 087	489	2 419	3 540	128 062
	Utilización	404 533	0	0	3 732	7 355	27 513	149 100	1 055	493	2 372	3 645	123 733
Loreto	Ingreso	28 390	0	62	1 401	776	0	12 553	0	0	1 292	923	361
	Utilización	27 932	0	65	1 330	643	666	12 036	0	0	1 319	833	360
Madre de Dios	Ingreso	9 601	0	0	302	138	655	4 880	0	0	0	695	0
	Utilización	9 219	0	0	291	112	1 148	4 518	0	0	0	706	0
Piura	Ingreso	51 771	0	0	398	1 335	0	22 846	0	0	0	0	918
	Utilización	42 927	0	0	520	1 335	0	22 604	0	0	0	0	1 106
San Martín	Ingreso	45 891	0	716	642	0	1 156	21 378	0	0	6 959	1 875	4 717
	Utilización	48 061	0	693	654	0	0	21 374	0	0	6 649	1 840	4 601
Tacna	Ingreso	1 495	0	0	117	0	1 057	995	0	0	0	0	404

ANEXO N° 4 – A

C.23 PERÚ: ALIMENTOS BALANCEADO, PRODUCCIÓN Y VENTA POR REGIÓN, SEGÚN PRODUCTO, 2015  
(Toneladas)

Región	Producción						Ventas					
	Aves carne	Aves postural reproducción	Vacunos	Porcinos	Pavos y Patos	Para otros Animales	Aves carne	Aves postural reproducción	Vacunos	Porcinos	Pavos y Patos	Para otros Animales
Total	2 113 086	742 134	95 589	153 335	66 423	269 117	2 115 113	731 588	92 627	153 476	65 052	272 056
Arequipa	184 815	23 180	14 940	31 646	0	4 929	185 262	23 180	14 919	31 680	0	5 357
Callao	4 807	3 647	0	0	0	20 333	4 892	3 799	0	0	0	30 396
Cusco	679	27	57	37	0	233	547	26	57	36	0	228
Huánuco	185	15	16	278	1	62	189	15	14	260	1	65
Ica	4 000	302 141	14 828	704	30	1 145	3 937	301 077	14 778	663	30	1 164
La Libertad	558 526	129 307	22 619	24 345	457	145 397	557 943	128 906	21 848	24 195	448	142 367
Lambayeque	4 662	0	454	1 059	0	33 147	4 699	0	462	1 108	0	31 452
Lima	800 630	80 626	35 553	61 386	8 463	193	800 257	80 343	33 720	61 369	8 138	280
Lima Metropolitana	371 829	164 220	6 604	21 519	57 472	63 669	372 431	155 935	6 282	21 792	56 435	60 727
Loreto	35 735	3 239	0	1 917	0	9	35 565	3 156	0	1 853	0	9
Madre de Dios	8 474	6 682	0	1 693	0	0	8 474	6 610	0	1 694	0	0
Piura	75 514	0	0	0	0	0	77 421	0	0	0	0	0
San Martín	52 603	25 266	0	7 809	0	0	53 020	24 698	0	7 811	0	0
Tacna	2 054	266	518	798	0	0	2 127	270	547	871	0	0
Ucayali	8 575	3 518	0	144	0	0	8 349	3 583	0	145	0	0

Fuente: SIEA - Encuesta mensual a establecimientos agroindustriales.

## ANEXO N° 5

### 2.2.5 CRIADEROS DE AVES Y CERDOS

#### 2.2.5-01 CRIADERO DE AVES Y SUS CARACTERÍSTICAS POR PERÍODO, SEGÚN VARIABLE, 2012-2014

VARIABLE	2012		2013		2014P	
	Primer semestre	Segundo semestre	Primer semestre	Segundo semestre	Primer semestre	Segundo semestre
Criaderos en existencia (número)	148	146	137	135	131	132
Mano de obra (jornal-persona) <sup>a</sup>	4.749	5.153	5.213	5.298	5.247	5.194
Personal que trabaja en los criaderos (número)	4.699	5.086	5.222	5.298	5.287	5.279
a) Permanentes	4.203	4.815	4.983	5.013	5.079	5.091
Hombres	3.738	4.327	4.320	4.279	4.521	4.593
Mujeres	465	488	663	761	555	501
b) Temporales	496	271	239	255	206	185
Hombres	409	207	168	167	136	120
Mujeres	87	64	71	88	72	65
Producción total de huevos (miles)	1.736.831	1.734.587	1.732.188	1.749.928	1.768.881	1.805.113
a) Para consumo <sup>a</sup>	1.531.633	1.541.983	1.538.900	1.549.728	1.566.017	1.601.549
b) De reproducción clasificados para incubación <sup>a</sup>	201.198	192.540	193.248	200.069	191.064	200.564
c) De reproducción vendidos a otros criaderos <sup>a</sup>	-	64	40	111	-	-
Ventas de aves para el consumo (miles)	132.842	129.831	133.158	134.795	127.835	133.136
a) Broilers	128.171	126.091	129.917	130.772	124.701	129.873
b) Gallinas de postura	2.750	2.971	2.549	3.276	2.558	2.515
c) Productores broilers y reproductores	1.118	763	692	747	676	748
Incubación en los criaderos (miles)						
a) Huevos incubados	173.126	186.164	176.478	181.237	173.078	182.727
b) Producción de polluelos	110.242	158.467	112.613	144.828	136.563	144.104
Promedios mensuales de gallinas (miles)						
a) De postura	11.001	11.069	11.296	11.340	11.459	11.661
b) En postura	8.367	8.319	8.154	8.376	8.600	8.691
c) Porcentaje en postura	76,0	75,0	74,8	73,9	75,0	74,5

## ANEXO N° 6

Agricultura

Censo de Población y Vivienda 2014

**12.27 POBLACIÓN DE GANADO VACUNO, ALPACAS Y LLAMAS,  
SEGÚN UNIDAD AGRARIA, 2007-2013**  
(Unidades)

Unidad Agraria Departamental	Ganado vacuno						
	2007	2008	2009	2010	2011	2012 P/	2013 P/
Total	5 420 855	5 442 989	5 459 435	5 520 200	5 589 173	5 660 948	5 556 188
I Tumbes	13 890	17 461	17 100	13 729	14 447	18 070	16 447
II Piura	237 774	227 803	230 765	302 158	310 158	324 960	305 181
III Lambayeque	95 479	113 725	114 210	110 553	109 540	89 755	89 530
IV La Libertad	254 014	253 872	253 917	254 699	259 557	262 771	262 017
V Ancash	301 783	302 411	305 711	307 624	304 367	300 992	291 294
VI Lima	254 936	228 844	226 800	230 422	232 109	225 265	226 410
VII Ica	35 677	37 295	38 100	37 053	38 362	43 823	45 315
VIII Arequipa	258 328	248 526	215 164	204 164	201 854	201 589	234 323
IX Moquegua	29 637	30 050	31 200	30 426	28 624	27 350	26 180
X Tacna	29 024	28 788	26 821	26 781	27 859	26 370	26 780
XI Cajamarca	647 924	663 444	668 400	661 442	664 574	645 466	652 413
XII Amazonas	232 617	239 911	238 500	231 680	230 526	230 190	231 874
XIII San Martín	149 779	155 033	158 060	155 352	162 423	160 040	181 450
XIV Huánuco	324 363	323 160	324 200	319 829	305 300	246 716	273 992
XV Pasco	125 933	127 193	127 367	121 506	123 433	139 412	104 710
XVI Junín	222 660	234 727	230 300	225 423	226 527	303 233	312 227
XVII Huancavelica	192 922	192 479	196 315	193 053	190 420	181 736	192 332
XVIII Ayacucho	414 653	422 321	433 280	457 623	502 428	523 715	534 820
XIX Apurímac	332 040	336 476	338 610	333 045	340 719	346 038	294 610
XX Cusco	515 430	503 690	504 329	503 311	507 051	517 772	413 659
XXI Puno	627 310	634 530	652 210	659 200	680 050	691 610	694 240
XXII Loreto	31 318	30 596	30 790	35 486	36 670	35 080	42 824
XXIII Ucayali	44 016	42 475	44 260	43 334	41 105	42 210	43 180
XXIV Madre de Dios	45 903	48 256	53 006	52 261	51 070	51 665	54 360

## ANEXO N° 7

**Compendio Estadístico Perú 2014**

### 12.24 POBLACIÓN DE AVES, SEGÚN UNIDAD AGRARIA, 2006-2013 (Miles de Unidades)

Unidad Agraria Departamental	2006	2007	2008	2009	2010	2011 PI	2012 PI	2013 PI
<b>Total</b>	<b>117 977</b>	<b>120 228</b>	<b>131 179</b>	<b>137 838</b>	<b>130 779</b>	<b>128 943</b>	<b>137 669</b>	<b>137 679</b>
I Tumbes	89	97	81	90	90	200	190	200
II Piura	6 150	6 494	5 800	5 359	4 791	5 089	4 374	5 581
III Lambayeque	2 173	2 085	2 139	2 481	2 216	2 502	1 865	2 296
IV La Libertad	12 155	13 001	13 582	14 270	15 837	17 117	20 057	20 271
V Áncash	1 705	1 706	1 714	3 251	3 014	1 713	1 863	1 621
VI Lima	37 305	36 554	42 523	43 801	41 334	40 320	52 827	50 451
VII Ica	6 945	7 140	8 131	10 300	10 725	11 341	9 341	10 451
VIII Arequipa	33 244	31 940	31 940	32 220	27 077	23 026	20 836	19 743
IX Moquegua	128	103	110	120	113	106	104	110
X Tacna	726	607	666	690	730	822	1 020	1 350
XI Cajamarca	1 182	1 268	1 101	1 141	1 120	1 332	1 105	1 046
XII Amazonas	667	954	1 008	1 200	1 106	1 374	1 137	1 380
XIII San Martín	3 400	2 599	2 832	3 250	3 284	4 114	3 905	4 025
XIV Huánuco	1 621	1 684	1 714	1 860	1 678	1 720	1 530	1 671
XV Pasco	105	105	106	107	110	111	120	130
XVI Junín	2 604	4 850	3 311	3 600	3 199	3 511	2 939	3 450
XVII Huancavelica	417	417	410	422	421	401	390	392
XVIII Ayacucho	584	596	553	650	509	610	720	750
XIX Apurímac	543	578	578	599	560	531	546	303
XX Cusco	700	900	1 200	1 620	1 242	933	910	950
XXI Puno	1 763	1 810	1 897	1 889	1 926	1 941	1 949	2 010
XXII Loreto	985	1 022	2 051	2 101	3 002	3 750	3 978	3 197
XXIII Ucayali	2 590	3 412	7 425	6 501	6 396	5 940	5 568	5 846
XXIV Madre de Dios	197	304	307	317	300	439	391	454

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego - Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos.

## ANEXO N° 8

**Compendio Estadístico Perú 2014**

### 12.26 POBLACIÓN DE GANADO PORCINO, SEGÚN UNIDAD AGRARIA, 2007-2013 (Unidades)

Unidad Agraria Departamental	2007	2008	2009	2010	2011	2012 PI	2013 PI
<b>Total</b>	<b>3 115 772</b>	<b>3 151 406</b>	<b>3 256 809</b>	<b>3 254 413</b>	<b>3 263 254</b>	<b>2 991 012</b>	<b>3 132 335</b>
I Tumbes	14 900	17 100	18 200	20 593	20 030	18 590	21 639
II Piura	174 958	171 344	193 831	198 118	199 520	140 298	119 945
III Lambayeque	66 583	79 393	81 100	79 495	80 365	56 964	67 510
IV La Libertad	162 269	162 444	161 442	159 466	159 681	162 069	157 211
V Áncash	162 067	174 755	181 032	180 997	181 021	182 009	185 348
VI Lima	391 175	390 670	395 300	402 985	404 507	455 740	430 570
VII Ica	21 548	22 290	30 790	32 800	32 998	36 673	34 648
VIII Arequipa	82 465	86 805	82 798	81 392	82 320	79 117	62 376
IX Moquegua	10 403	12 450	13 560	13 571	15 195	16 382	20 410
X Tacna	28 087	24 467	25 204	25 720	34 383	35 460	35 740
XI Cajamarca	239 461	249 820	250 340	245 535	255 432	251 689	278 439
XII Amazonas	53 874	58 488	59 100	64 896	70 916	71 548	74 617
XIII San Martín	126 924	141 468	148 200	154 497	167 652	141 075	140 570
XIV Huánuco	407 065	379 247	380 150	371 476	339 405	219 320	318 436
XV Pasco	122 330	123 587	124 821	127 325	129 039	110 339	98 671
XVI Junín	106 600	105 692	110 100	117 318	121 673	146 182	158 559
XVII Huancavelica	109 257	109 776	195 256	186 534	179 537	138 085	148 793
XVIII Ayacucho	156 990	164 001	160 482	161 298	179 000	187 764	164 590
XIX Apurímac	147 834	153 613	157 250	155 133	150 575	123 073	118 825
XX Cusco	268 350	253 263	211 104	206 975	182 940	141 726	195 864
XXI Puno	108 710	113 680	121 030	124 610	127 085	128 580	126 020
XXII Loreto	96 021	91 743	89 300	81 490	82 800	83 145	104 649
XXIII Ucayali	40 949	46 668	48 350	50 651	53 927	52 289	52 140
XXIV Madre de Dios	16 952	17 640	18 059	12 537	13 253	12 895	15 765

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego - Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos.



## ANEXO N° 9

### GRUPO PORCINOS ARGENTINOS 2007 : MENSAJE 276

Hola Silvia

Esta formula es una de las que está rindiendo bien y sus costos no son tan altos.

- Maíz 729kg
- Afrechillo de trigo 107kg
- Harina carne 75kg
- Pellet soja 75kg
- Sal 3kg
- Hemoglobina 11kg

Como fabricar un buen alimento balanceado para cerdos Si bien los animales criados a campo y suplementados con alimentos balanceados logran un resultado satisfactorio, a la hora de la verdad los números no cierran. A veces es difícil cambiar ciertas costumbres pero en estos momentos para tener un negocio rentable debemos ser eficientes, por eso tenemos que incorporar nuevas tecnologías y mejorar el manejo de las conversiones para obtener en el menor tiempo el mejor resultado. Con solamente aplicar sentido común, observar con objetividad y analizar los consejos prácticos , se pueden mejorar cosas sencillas de todos los días.

Tenemos que tener en cuenta el siguiente principio: cuando un animal se alimenta gasta energía.

Cuando caminamos en los criaderos intensivos de cerdos vemos por las canaletas gran cantidad de maíz partido que el cerdo despidió sin digerir, esto nos indica que el cerdo gastó más energía para comer, gastó más energía en su digestibilidad y consumió mayor cantidad de balanceado para alimentarse, por lo tanto la conversión no es la mejor, o sea no vamos a obtener los Kg. de carne que deseamos por los Kg. de alimentos consumidos.

Otro problema frecuente son las hemorragias fecales observadas en los cerdos pequeños.

Estudios realizados en criaderos intensivos de cerdos demostraron que las úlceras hemorrágicas provienen del esófago y la produce el exceso de polvo del alimento balanceado (aún pelletizado) que en el proceso de digestión se adhiere a las paredes del esófago, provocando el problema que acabarnos de mencionar.

Estos problemas los solucionamos fabricando un alimento balanceado especialmente para cerdos, de la siguiente manera:

Eliminar el molino a martillos que produce 40% de polvo, 20% de partido y 20% de molido.

Utilizar un molino a rodillo que tiene la particularidad de no hacer polvo (máximo 2%)y no hace partículas grandes, ejemplo: Si observamos la molienda de harina de maíz, vemos que es semiesférica, sin polvo y sin quebrado grueso. Esto hace que los cerdos coman lo necesario, ahorrando energías, obteniendo

Estos problemas los solucionamos fabricando un alimento balanceado especialmente para cerdos, de la siguiente manera:  
 Eliminar el molino a martillos que produce 40% de polvo, 20% de partido y 20% de molido.

Utilizar un molino a rodillo que tiene la particularidad de no hacer polvo (máximo 2%) y no hace partículas grandes, ejemplo: Si observamos la molienda de harina de maíz, vemos que es semiesférica, sin polvo y sin quebrado grueso. Esto hace que los cerdos coman lo necesario, ahorrando energías, obteniendo mejor convertibilidad o sea mas Kg. de carne con menor cantidad de balanceados consumidos. Con éstos consejos se mejora la rentabilidad, poniendo al productor en un lugar más competitivo.

Tiene que tener en cuenta: materias primas con las que cuenta en tu zona o son fáciles de conseguir, precio de éstas y disponibilidad, para qué fase productiva del cerdo requieres el alimento.

Estos requerimientos ya están establecidos por el NRC, en los cuales se incluye temperatura de la granja, espacio por metro cuadrado en que se explotan los cerdos y la ganancia de peso magra que quiere lograr.

#### Composición de las dietas experimentales para cerdos

##### Ingredientes

##### Nivel de inclusión de SAGMED (%)

0  
 10  
 20  
 40

##### Maíz amarillo

74,20  
 64,81  
 56,32  
 47,55  
 37,57

##### Minerales - Vitaminas<sup>±</sup>

2,50  
 2,50  
 2,50  
 2,50  
 2,50

##### Grasa animal

1,75  
 1,75  
 1,75  
 1,75  
 1,75

##### Lisina

0,19  
 0,19  
 0,18  
 0,18  
 0,18

##### Total

100  
 100  
 100  
 100  
 100

##### Nutrientes

EMES, Kcal/kg  
 3.275

---  
 ---  
 ---

Proteína cruda %

15,20  
15,30  
15,30  
15,30  
15,30

Lisina,%

0,85  
0,85  
0,85  
0,85  
0,85

Calcio,%

0,90  
0,90  
0,90  
0,90  
0,90

Fósforo disponible,%

0,45  
0,45  
0,45  
0,45  
0,45

---

† SAGMD: subproducto de afrecho y germen de maíz desgrasado.

= Composición de las vitaminas y otros (%): A 0,0015; D 0,002; E 0,0115; K 0,0004; B2 0,0004; B12 0,0003; Pantotenato 0,0008; Nicotínico 0,003; Colina 0,0031; BHT 0,0115; Saborizante 0,05; Aureomicina 0,1333; Mecadox 0,25; Oxibendazole 0,005. Minerales (mg/kg): Hierro 78; Zinc 63; Cobre 13; Manganeso 25; Yodo 0,63; Selenio 0,13.

§ EME, Energía metabolizable estimada.

La fuente de energía ideal es el maíz, pero éste puede ser reemplazado parcialmente por caña, ya que ésta permite su fraccionamiento, cogollo para rumiantes y tallo, ya sea procesado o directamente.

En la alimentación porcina, una dieta ya evaluada es: caña picada más un suplemento proteico, del 36% de proteína, que básicamente es torta de soya vitaminizada, más sal mineral.

Otra alternativa es el uso de subproductos de la zona: cachaza, suero de queso, banano de rechazo, ripio de Yuca, cachaza de caña. Estas son fuentes energéticas que tienes que complementar con una suplementación proteica y de vitaminas.

El reto es diseñar sistemas de alimentación para porcicultura en nuestras condiciones tropicales.